

NO : 13
ISSN : 0261-0811



**Buku 2 : Kelompok Kerja
Batubara**

PROSIDING

Hasil Kegiatan

**PUSAT SUMBER DAYA MINERAL
BATUBARA DAN PANAS BUMI**

Tahun Anggaran 2021

Nomor: 13

ISSN : 0261-0811

**PROSIDING HASIL KEGIATAN
PUSAT SUMBER DAYA MINERAL BATUBARA DAN PANAS BUMI
TAHUN ANGGARAN 2021**

BUKU 2

KELOMPOK KERJA BATUBARA



**KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
BADAN GEOLOGI
PUSAT SUMBER DAYA MINERAL BATUBARA DAN PANAS BUMI**

Editor : Dr. Siti Sumilah Rita Susilawati, S.T., M.Sc.,
Muhammad Abdurachman Ibrahim, S.T., M.T.,
Rahmat Hidayat, S.T., M.T., Fatimah, S.T., M.Sc.,
Penny Oktaviani, S.T., M.T., dan Ir. Denni Widhiyatna, M.T.
Layout & Desain : Eko Suryanto, S.Kom

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas terbitnya prosiding hasil kegiatan Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi Tahun Anggaran 2021. Makalah-makalah yang diterbitkan pada prosiding ini merupakan hasil kegiatan lapangan dan non lapangan pada tahun 2021.

Prosiding ini terdiri dari tiga buku. Buku 1 berisi tentang hasil kegiatan Kelompok Kerja Mineral, Buku 2 berupa hasil kegiatan Kelompok Kerja Batubara dan Buku 3 hasil kegiatan Kelompok Kerja Panas Bumi. Pada buku kedua ini berisi sebanyak 21 (dua puluh satu) makalah hasil penyelidikan lapangan dan kegiatan non lapangan. Makalah tentang hasil penyelidikan lapangan meliputi komoditas batubara, gas metana batubara dan gambut pada tahapan prospeksi dan eksplorasi umum. Sedangkan makalah dari kegiatan non lapangan berupa kajian peningkatan nilai tambah batubara, neraca sumber daya dan cadangan batubara, gambut dan gas metana batubara, penyiapan wilayah pertambangan batubara dan wilayah kerja gas metana batubara. Selain itu terdapat dua makalah tentang pemutakhiran data informasi geospasial tematik untuk mendukung program kebijakan satu peta dan pemutakhiran data sistim informasi geografis yang terintegrasi dengan ESDM One Map dan aplikasi GeoRIMA.

Adanya prosiding ini sebagai upaya penyebaran informasi hasil kegiatan Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi selama Tahun 2021 kepada masyarakat. Diharapkan dapat dijadikan salah satu rujukan untuk penentuan kebijakan dan kajian sumber daya mineral dan energi selanjutnya.

Semoga prosiding ini bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, Desember 2021

Kepala Pusat Sumber Daya Mineral
Batubara dan Panas Bumi

DAFTAR ISI

1. Survei Tinjau Batubara Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah.....	1
2. Survei Tinjau Batubara Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur	15
3. Survei Tinjau Batubara Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur.....	27
4. Eksplorasi Umum Batubara di Daerah Mekarsari, Kabupaten Batang Hari, Provinsi Jambi	37
5. Eksplorasi Batubara dan GMB dengan Metode Terpadu Geologi dan Geofisika di Daerah Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau	49
6. Survei Seismik Batubara Daerah Babattoman, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatra Selatan.....	61
7. Survei Tinjau Endapan Gambut Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatra Selatan.....	71
8. Potensi Batubara Peringkat Rendah Indonesia untuk Pengembangan Biokokas – Kajian Awal.....	83
9. Penyiapan Data dan Informasi Sumber Daya Geologi untuk Rekomendasi Wilayah Pertambangan Batubara	93
10. Penyiapan Data dan Informasi Sumber Daya Geologi untuk Rekomendasi Wilayah Kerja Gas Metana Batubara.....	103
11. Karakterisasi Potensi Batubara Metalurgi di Indonesia	111
12. Evaluasi Potensi Batubara Bawah Permukaan Pada Cekungan Barito untuk Pemanfaatan <i>Underground Coal Gasification</i> (UCG).....	125
13. Studi Potensi Batubara Perbatasan Kabupaten Nunukan Bagian Barat, Provinsi Kalimantan Utara.....	137
14. Studi Awal Potensi Batubara untuk Mendukung Agroindustri: Potensi Pupuk Asam Humat dari Batubara	149
15. Studi Awal Potensi Grafena pada Batubara Indonesia	159
16. Evaluasi Potensi <i>Rare Earth Elements</i> (REE) pada Batubara dan Abu Batubara Pulau Kalimantan	169
17. Pemutakhiran Data Sumber Daya dan Cadangan Batubara Status Juli 2021	187
18. Pemutakhiran Data Sumber Daya Gambut Status Juli 2021	193
19. Pemutakhiran Data Sumber Daya Gas Metana Batubara Status Juli 2021	201
20. Pemutakhiran Data Informasi Geospasial Tematik Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi untuk Mendukung Percepatan Kebijakan Satu Peta, Sekala 1:50.000.....	207
21. Pemutakhiran Data Sistem Informasi Geografis Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi Indonesia.....	225

SURVEI TINJAU BATUBARA KABUPATEN BARITO UTARA, PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

**Eska P. Dwitama, Soleh B. Rahmat, Rahmat Hidayat, Penny Oktaviani,
dan Ujang Rustandi**

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Survei Tinjau Batubara Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan wilayah prospek endapan batubara yang dapat dipertimbangkan untuk dieksplorasi lebih lanjut, juga untuk melengkapi data sumber daya dan cadangan batubara nasional. Metode yang digunakan adalah pemetaan geologi permukaan, dengan target formasi pembawa batubara yaitu Formasi Warukin dan Formasi Montalat. Pada survei ini dijumpai 21 (dua puluh satu) singkapan batubara yang dapat dibagi menjadi empat blok prospek. Kualitas batubara pada keempat blok menunjukkan nilai kalori berkisar 2628 – 7822 kal/gr (ar) dan 5531 – 8245 kal/gr (adb) serta reflektansi vitrinit (%Rv) berkisar 0,27% – 1,56 %, dapat dikategorikan pada peringkat *lignite* dan *high – low volatile bituminous* dengan potensi batubara target eksplorasi berkisar 4,47 juta ton sampai 8,93 juta ton.

Kata kunci: Batubara, Barito Utara, Formasi Warukin, Formasi Montalat

PENDAHULUAN

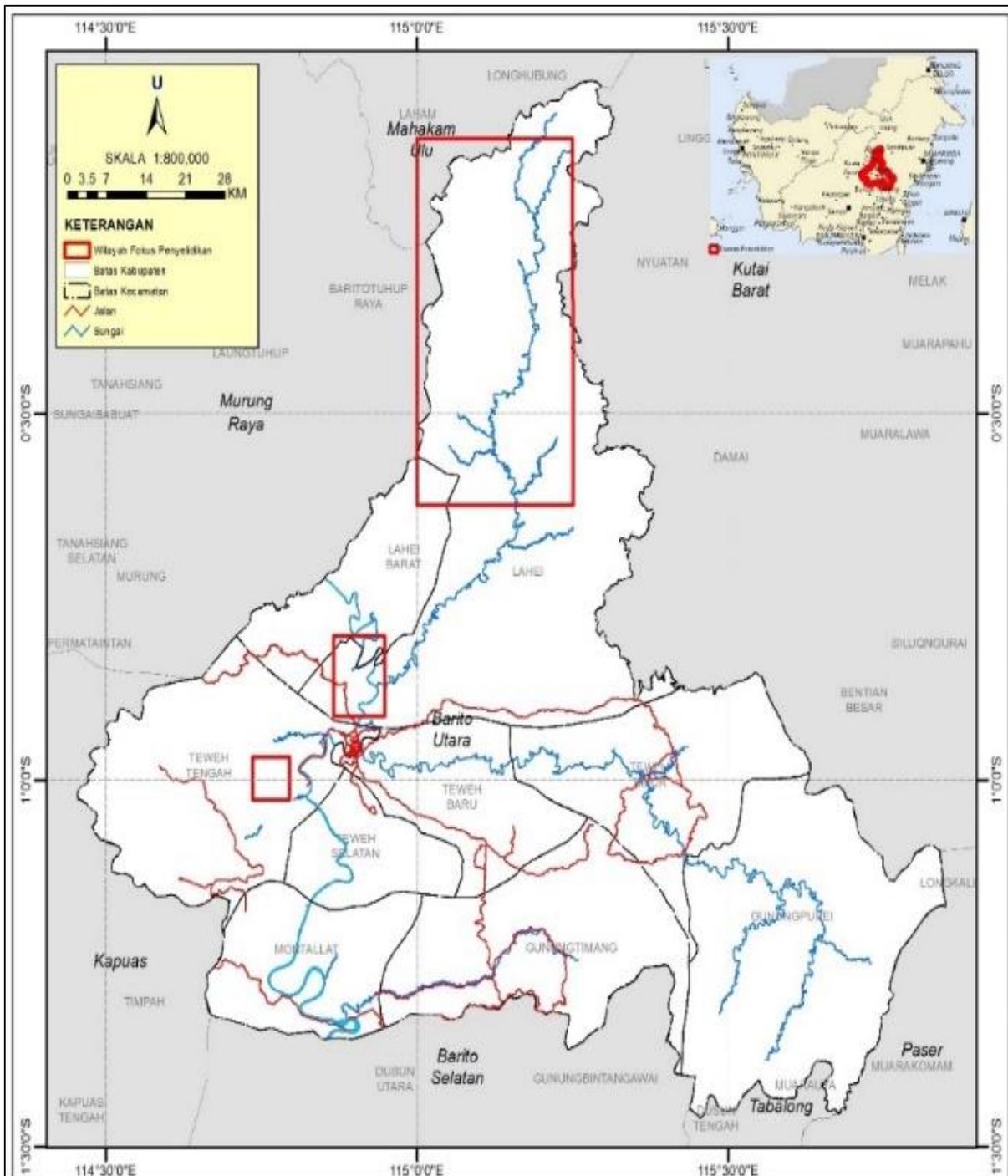
Sejalan dengan Tugas Pokok dan Fungsi Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP), pada tahun anggaran 2021 kelompok batubara melakukan kegiatan Survei Tinjau Batubara di daerah Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah. Daerah tersebut dipilih karena memiliki formasi pembawa batubara (Formasi Warukin, Formasi Montalat dan Formasi Tanjung) dan sebagai tindak lanjut hasil evaluasi teknis usulan Wilayah Izin Usaha

Pertambangan (WIUP) dari Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Tengah, juga dalam rangka inventarisasi data potensi batubara pada wilayah pencadangan energi strategis/nasional.

Lokasi kegiatan survei mencakup seluruh wilayah Kabupaten Barito Utara dengan luas 8.300 km². Kabupaten Barito Utara terletak diantara posisi koordinat 114°27'3,32" - 115°50'47" Bujur Timur dan 0°49' Lintang Utara - 1°27' Lintang Selatan (BPS, 2020). Daerah penyelidikan difokuskan pada daerah "hijau" (*green*

area) yaitu daerah yang belum ada izin usaha pertambangan dan wilayah usulan dari Pemerintah Provinsi Kalimantan Tengah. Dalam survei tinjau kali ini wilayah

fokus penyelidikan berada pada bagian utara dan bagian tengah Kabupaten Barito Utara (kotak merah pada **Gambar 1**).



Gambar 1. Peta Lokasi daerah penyelidikan

METODOLOGI

Kegiatan survei tinjau dilakukan dengan metode pemetaan geologi permukaan. Kegiatan yang dilakukan dibagi menjadi empat tahapan, yaitu:

- **Persiapan:** berupa pengumpulan data sekunder, evaluasi, dan membuat perencanaan pelaksanaan kegiatan penyelidikan lapangan.
- **Penyelidikan lapangan:** berupa pengumpulan data primer dengan pemetaan geologi batubara permukaan yang difokuskan pada formasi pembawa batubara.
- **Analisis laboratorium:** Analisis sampel batubara dilakukan di Laboratorium PSDMBP – Bandung. Jenis analisis yang dilakukan yaitu analisis proksimat, ultimat, sulfur total, berat jenis, indeks ketergerusan (*HGI*), nilai kalori (*CV*), analisis abu, petrografi organik, *free swelling index (FSI)*, dilatometer dan *Gray king coke type*.
- **Pengolahan data:** Seluruh data yang diperoleh, dikumpulkan dan diolah menjadi laporan dan peta yang berisi potensi dan karakteristik endapan batubara, prospek pemanfaatan dan pengembangan batubara di daerah penyelidikan.

GEOLOGI REGIONAL

Secara geologi Kabupaten Barito Utara termasuk ke dalam pinggir Cekungan Barito bagian Utara yang terbentuk pada Awal Tersier (Badan Geologi, 2009). Cekungan ini berbatasan dengan Cekungan Hulu Mahakam dan Cekungan Kutai. Lokasi penyelidikan merupakan perbatasan antara ketiga cekungan tersebut.

Stratigrafi daerah Kabupaten Barito Utara tersusun oleh batuan berumur Pra-Tersier hingga Kuartar (**Tabel 1**), dibuat dengan mengacu pada Peta Geologi Regional Lembar Muaratewe (Supriatna, dkk., 1995), Lembar Buntok (Soetrisno, dkk., 1994) dan Lembar Balikpapan (Hidayat dan Umar, 1994).

Pembentukan batuan pada daerah ini dimulai sejak Mesozoikum dengan munculnya batuan granit, granodiorit dan gabro dalam Komplek Busang (PTb). Kemudian diikuti oleh munculnya batuan gunungapi Kasale (Kvh) dan pengendapan Kelompok Selangkai (Kse) pada Kapur Akhir. Pada Awal Eosen Tengah, terjadi kegiatan gunungapi yang menghasilkan batuan gunungapi Nyaan (Ten). Pada Kala Eosen Akhir di Cekungan Barito terbentuk Formasi Haloq (Teh), Formasi Haloq dan Batu Kelau yang tak terpisahkan (Teh+Tek), Formasi Batuayau (Tea) dan Formasi Tanjung (Tet). Formasi-formasi ini ditutupi secara selaras oleh Formasi

Ujohbilang (Tou) sejak Oligosen Akhir. Pada Kala Oligosen Akhir hingga Miosen Awal, terbentuk Formasi Berai (Tomb), Montalat (Tomm), Jangkan (Tomj), Keramuan (Tomk), Purukcahu (Tomc) yang diikuti oleh kegiatan gunungapi Malasan (Tom), yang semuanya menindih secara tidak selaras Formasi Ujohbilang (Tou). Pada Kala Miosen Tengah terbentuk Formasi Warukin dan Formasi Kelinjau yang menindih tidak searas Formasi Berai (Tomb), Montalat (Tomm), Jangkan (Tomj), Keramuan (Tomk) dan Purukcahu (Tomc). Pada Miosen Akhir sampai Kuartar terjadi kegiatan gunungapi Mentulang (TmQm) dan Bandang dan terendapkan juga Formasi Dahor.

Secara umum struktur geologi yang terdapat di wilayah Barito Utara adalah perlipatan dan sesar naik.

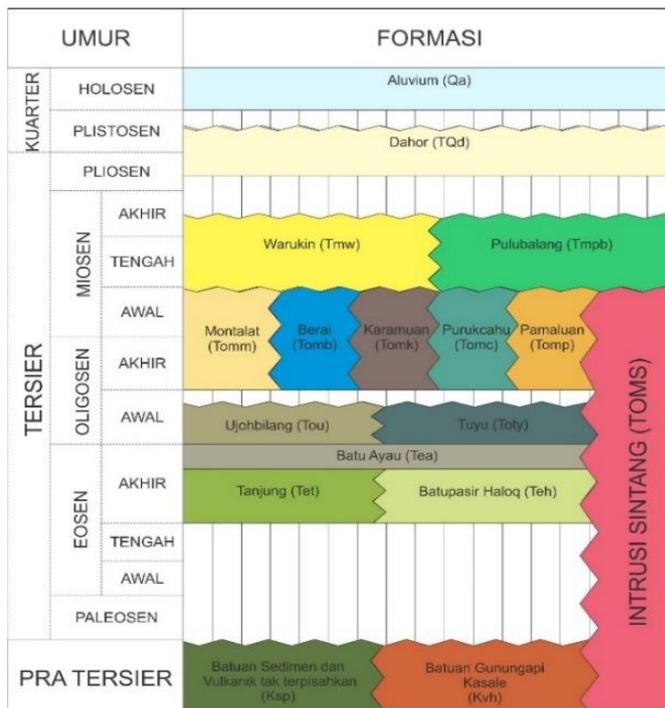
HASIL KEGIATAN DAN ANALISIS

Kegiatan pemetaan geologi difokuskan pada Formasi Warukin dan Formasi Montalat.

Data singkapan batubara yang berhasil dijumpai berdasarkan lintasan yang dilalui berjumlah 21 (dua puluh satu) singkapan. Berdasarkan sebaran data singkapan, potensi batubara pada wilayah penyelidikan dibagi menjadi empat blok (**Gambar 2**). Blok-blok tersebut dinamai sesuai dengan nama desa tempat singkapan batubara yaitu: 1. Blok Haragandang; 2. Blok Karendan; 3. Blok Mukut; dan 4. Blok Lemo.

Tabel 1. Stratigrafi daerah Kabupaten Barito Utara

(modifikasi dari Supriatna, dkk., 1995; Soetrisno, dkk., 1994; Hidayat dan Umar, 1994)



Analisis laboratorium dilakukan terhadap 18 (delapan belas) sampel batubara hasil penyelidikan lapangan. Secara umum, berdasarkan kenampakan megaskopis dan hasil analisis yang telah dilakukan, batubara pada daerah penyelidikan memiliki karakteristik dan rentang nilai parameter yang cukup beragam. Hal ini dikarenakan batubara pada daerah penyelidikan tidak berada pada formasi yang sama dan dipengaruhi struktur geologi yang berbeda sehingga karakteristik dari masing-masing batubaranya berbeda.

PEMBAHASAN

Blok Haragandang

Blok Haragandang merupakan blok potensi batubara yang berada pada wilayah penyelidikan bagian utara. Blok ini merupakan daerah paling utara dan paling sulit dijangkau di daerah penyelidikan. Singkapan batubara yang dijumpai pada Blok Haragandang berjumlah dua singkapan dengan ketebalan 1,5 dan >5 meter. Singkapan batubara tersebut diberi kode HRB-01 dan HRB-02 (**Gambar 3**).

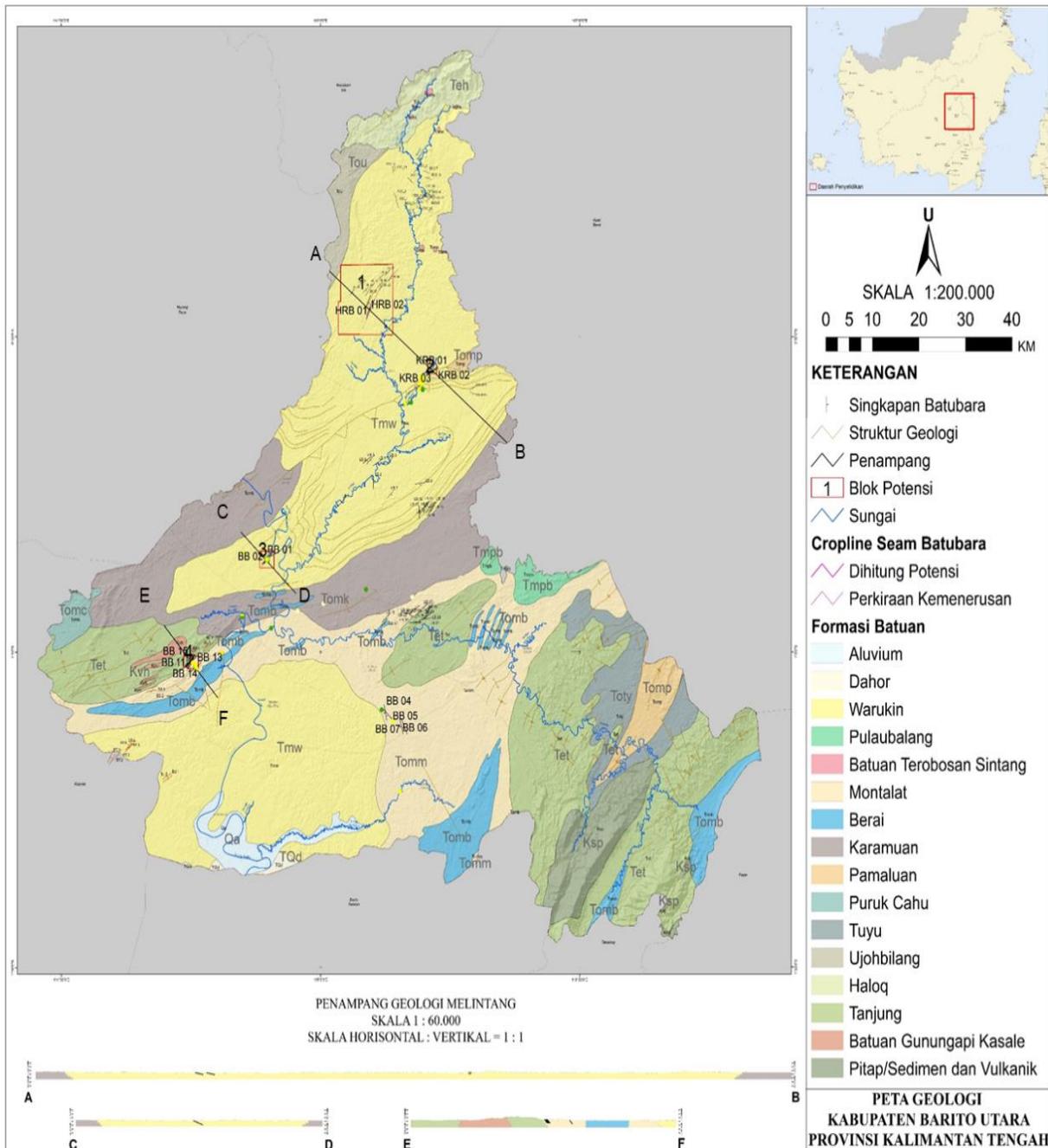
Berdasarkan rekonstruksi kedudukan arah jurus dan kemiringan lapisan dan posisi stratigrafi dari masing-masing singkapan pada Blok Haragandang, diperkirakan lapisan batubara pada singkapan HRB-01 dan HRB-02 merupakan lapisan/*seam* batubara yang berbeda, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat dua lapisan

batubara pada Blok Haragandang yang diberi nama Seam HRB-1 dan Seam HRB-2. Jumlah ini masih dapat bertambah jika kedepannya dijumpai singkapan batubara yang lebih banyak mengingat masih banyak lagi singkapan yang belum dijumpai dan diverifikasi oleh Tim PSDMBP berdasarkan data dari Dinas ESDM Provinsi Kalimantan Tengah.

Nilai beberapa parameter seperti *total moisture* (TM) yang tinggi, *volatile matter* (VM) yang tinggi, nilai reflektansi vitrinit yang rendah mengindikasikan batubara Blok Haragandang memiliki kualitas yang kurang baik. *Plotting* pada klasifikasi ASTM (**Gambar 5**) menunjukkan bahwa berdasarkan parameter VM dan reflektansi vitrinit, batubara pada Blok Haragandang termasuk ke dalam peringkat **Lignite A**, sedangkan berdasarkan nilai kalorinya termasuk ke dalam **sub-bituminous A**. Merujuk kepada kenampakan megaskopis dan beberapa parameter lain seperti kandungan TM yang tinggi dan *fixed carbon* yang rendah maka penulis lebih cenderung mengklasifikasikan batubara Blok Haragandang ini sebagai batubara Lignit. Batubara pada Blok Haragandang memiliki nilai kalori dalam *air dried basis* (adb) sekitar 5531 – 6116 kal/gr yang termasuk ke dalam batubara kalori sedang sampai tinggi (Anonim, 2020). Sedangkan dalam *basis as received* (ar)/GAR nilai kalori yang ditunjukkan sangat rendah, yaitu 2628 – 3041 kal/gr. Batubara Blok Haragandang

termasuk batubara dengan kadar abu sangat rendah yaitu berkisar 1,05 – 1,44 %. Selanjutnya berdasarkan total sulfurnya, batubara Hargandang memiliki kadar sulfur rendah yaitu berkisar 0,15 – 0,17 %. Berdasarkan hasil analisis abu, batubara

Blok Haragandang memiliki karakteristik abu batubara jenis abu lignit untuk sampel HRB-01B dan abu bituminus untuk sampel HRB-01A dan HRB-02. Sedangkan nilai indeks *slagging* dan indeks *fouling* nya termasuk klasifikasi rendah.



Gambar 2. Peta geologi dan blok prospek daerah penyelidikan

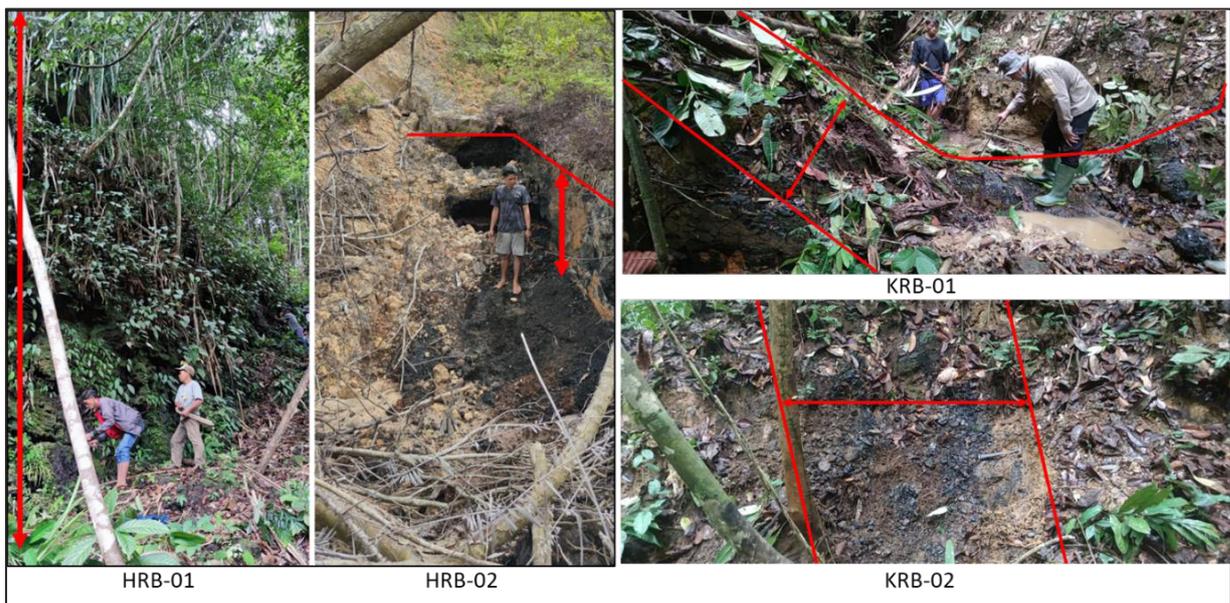
Blok Karendan

Blok Karendan terletak di sebelah tenggara Blok Haragandang. Akses menuju blok ini juga terbilang cukup sulit. Pada blok ini terdapat tiga singkapan batubara yaitu KRB-01, KRB-02 dan KRB 03 (**Gambar 3**). Berdasarkan *plotting* pada peta geologi regional, batubara pada blok ini merupakan batubara Formasi Warukin sama seperti batubara pada Blok Haragandang, akan tetapi melihat karakteristik secara megaskopisnya batubara di blok ini memiliki kualitas dan tingkat kematangan yang lebih baik dibanding batubara di Blok Haragandang. Ini dibuktikan dengan hasil analisis laboratorium yang memperlihatkan beberapa parameter memiliki nilai yang lebih bagus secara kualitas. Hal ini disebabkan karena batubaranya terpengaruh adanya struktur geologi

berupa lipatan dan sesar naik di sekitar singkapan.

Berdasarkan rekonstruksi kedudukan arah jurus dan kemiringan lapisan dan posisi stratigrafi dari masing-masing singkapan pada Blok Karendan, diperkirakan lapisan batubara pada singkapan KRB-01 dan KRB-02 merupakan lapisan/*seam* batubara yang berbeda, sehingga disimpulkan bahwa terdapat dua lapisan batubara pada Blok Karendan.

Lapisan batubara diberi nama *Seam* KRB-1 dan *Seam* KRB-2. Berdasarkan parameter nilai kalori dan reflektansi vitrinitnya, batubara Blok Karendan termasuk ke dalam peringkat *High Volatile Bituminous B*, sedangkan berdasarkan nilai VM-nya termasuk ke dalam ***High Volatile bituminous C*** (**Gambar 5**).



Gambar 3. Kenampakan singkapan pada Blok Haragandang (HRB-01 dan HRB-02) dan Blok Karendan (KRB-01 dan KRB-02)

Secara umum batubara Blok Karendan termasuk ke dalam peringkat batubara *High Volatile Bituminous*.

Batubara Blok Karendan memiliki nilai kalori dalam adb sekitar 6686 – 7043 kal/gr yang termasuk ke dalam batubara kalori tinggi. Sedangkan dalam ar/GAR nilai kalori yang ditunjukkan yaitu 5679 – 6081 kal/gr. Batubara Blok Karendan termasuk batubara dengan kadar abu rendah yaitu berkisar 1,61 – 3,25 %. Berdasarkan total sulfurnya, termasuk batubara dengan kadar sulfur yang rendah yaitu berkisar 0,50 – 0,63 %. Batubara pada Blok Karendan memiliki karakteristik abu batubara jenis abu bituminus. Sedangkan nilai indeks *slagging* dan indeks *fouling*-nya termasuk klasifikasi rendah.

Batubara pada Blok Karendan memiliki kalori yang cukup tinggi, sehingga dilakukan evaluasi kesesuaiannya untuk digunakan sebagai batubara metalurgi. Parameter yang digunakan adalah kandungan FSI/CSN, TM, abu, total sulfur, HGI, dan VM. Nilai FSI batubara Blok Karendan adalah 1, dengan demikian batubaranya tidak dapat digolongkan sebagai *coking coal* (syarat *coking coal* nilai FSI >3,5). Selanjutnya, dilihat dari nilai TM yang berkisar 17,85 – 19,40 % (ar) berarti tidak memenuhi kriteria batubara metalurgi yang dipersyaratkan yaitu kurang dari 12,5% (ar). Kadar abu, total sulfur dan HGI batubara blok ini memenuhi persyaratan yang ditentukan. Sedangkan nilai VM-nya memiliki rentang nilai 40,37 –

40,83 % (adb) yang termasuk tinggi dan mendekati batas nilai maksimumnya. Berdasarkan evaluasi terhadap beberapa parameter maka batubara Blok Karendan belum dapat dikategorikan sebagai batubara metalurgi, tetapi dapat dikategorikan sebagai batubara *termal high calorie* dengan kualitas atau *grade* yang baik.

Blok Mukut

Blok Mukut merupakan blok potensi batubara yang berada pada wilayah penyelidikan bagian tengah. Blok ini merupakan daerah paling dekat dengan kota Muarateweh dan cukup mudah dijangkau. Singkapan batubara yang dijumpai pada Blok Mukut berjumlah dua singkapan, diberi kode BB-01 dan BB-02 (**Gambar 4**). Batubara pada blok ini berasal dari Formasi Warukin. Berdasarkan rekonstruksi kedudukan arah jurus dan kemiringan lapisan dan posisi stratigrafi dari masing-masing singkapan pada Blok Mukut, diperkirakan lapisan batubara pada singkapan BB-01 dan BB-02 merupakan lapisan batubara yang sama dan diberi nama *Seam* Mukut 1. Berdasarkan parameter nilai kalori batubara Blok Mukut termasuk ke dalam peringkat *High Volatile bituminous B* dan berdasarkan reflektansi vitrinitnya termasuk ke dalam peringkat *High Volatile bituminous B*, sedangkan berdasarkan nilai VM-nya termasuk ke dalam *High Volatile bituminous C* (**Gambar 5**). Maka secara umum batubara pada Blok

Mukut termasuk ke dalam peringkat batubara ***High Volatile Bituminous***.

Batubara pada Blok Mukut memiliki nilai kalori dalam adb sekitar 7268 – 7360 kal/gr yang termasuk ke dalam batubara kalori sangat tinggi. Sedangkan dalam basis ar/GAR nilai kalori yang ditunjukkan yaitu 6684 – 6786 kal/gr.

Batubara Blok Mukut termasuk batubara dengan kadar abu rendah yaitu berkisar 2,16 – 4,21%. Berdasarkan total sulfurnya sedang yaitu berkisar 1,32 – 2,81 %. Karakteristik abu batubaranya termasuk jenis abu bituminus. Sedangkan nilai indeks *slagging* dan *fouling*-nya termasuk klasifikasi tinggi.

Sama halnya dengan batubara Blok Karendan, evaluasi batubara metalurgi juga dilakukan terhadap batubara Blok Mukut. Nilai FSI batubara pada Blok Mukut

adalah 1, dengan demikian batubaranya tidak dapat digolongkan sebagai *coking coal*. Selanjutnya dilihat dari parameter lainnya seperti TM yang berkisar 9,56 – 12,42% (ar), berarti memenuhi kriteria batubara metalurgi. Karakteristik lain seperti abu dan HGI batubara blok ini memenuhi persyaratan yang ditentukan. Kandungan total sulfur batubara pada blok ini belum memenuhi syarat dikarenakan nilainya berada pada rentang 1,32 – 2,81% (adb), sementara nilai yang disyaratkan adalah kurang dari 1%. Sedangkan nilai VM-nya memiliki rentang nilai 40,47 – 43,01 % (adb), nilai tersebut termasuk tinggi.

Berdasarkan evaluasi tersebut, batubara Blok Mukut belum dapat dikategorikan sebagai batubara metalurgi.



Gambar 4. Kenampakan beberapa singkapan pada Blok Mukut (BB-01, BB-02) dan Lemo (BB-09, BB-10)

Blok Lemo

Blok Lemo merupakan blok potensi yang berada pada bagian tengah wilayah penyelidikan. Blok ini cukup dekat dengan kota Muarateweh akan tetapi akses ke lokasi singkapan batubara cukup sulit karena daerah tersebut merupakan daerah perbukitan yang cukup terjal dan merupakan hutan konservasi. Singkapan batubara yang dijumpai pada Blok Lemo berjumlah sepuluh singkapan, diberi kode BB-03, BB-08, BB-09, BB-10, BB-11, BB-11A, BB-12, BB-13, BB-14 dan BB-15 (**Gambar 4**). Singkapan BB-03 berada pada lahan bekas tambang salah satu IUP, sedangkan singkapan lainnya merupakan singkapan yang belum dieksplorasi karena posisinya berada pada hutan konservasi. Batubara pada blok ini merupakan batubara Formasi Montalat. Berdasarkan hasil rekonstruksi kedudukan arah jurus dan kemiringan lapisan serta posisi stratigrafi dari singkapan pada Blok Lemo, diinterpretasikan terdapat delapan lapisan/*seam* batubara pada blok tersebut. *Seam* tersebut diberi notasi Seam LM01 (BB-11 dan BB-11A); Seam LM02 (BB-12); Seam LM03 (BB-13); Seam LM04 (BB-14); Seam LM05 (BB-10); Seam LM06 (BB-09); Seam LM07 (BB-15); dan Seam LM08 (BB-08).

Berdasarkan parameter nilai kalori dan reflektansi vitrinit, batubara Blok Lemo termasuk ke dalam peringkat *High Volatile Bituminous A* sampai *Medium Volatile Bituminous*; sedangkan berdasarkan nilai

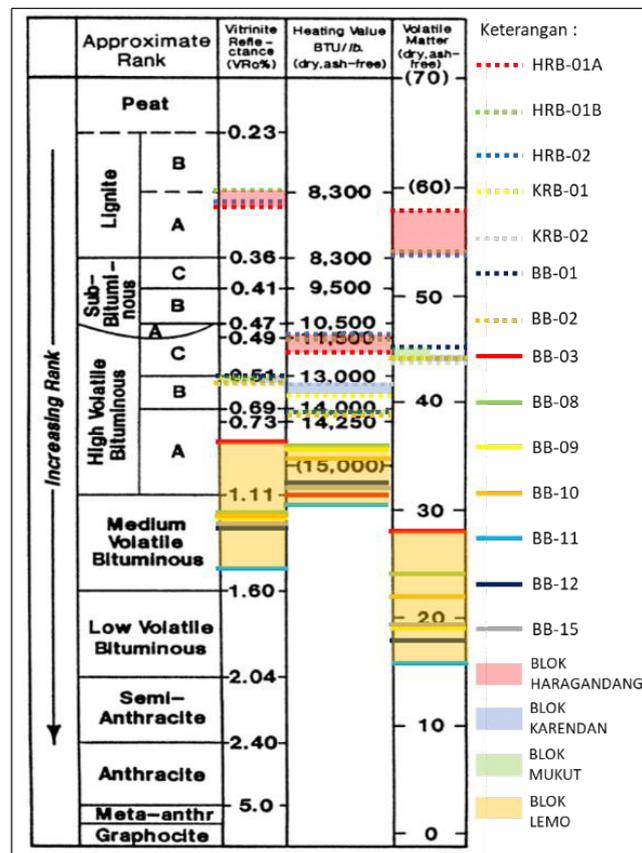
volatile matter termasuk ke dalam *Medium - Low Volatile bituminous*. Berdasarkan nilai VM-nya yang kurang dari 31%, batubara pada Blok Lemo secara umum termasuk ke dalam peringkat **batubara Low Volatile Bituminous** kecuali untuk kode sampel BB-03 yang termasuk ke dalam peringkat **Medium Volatile Bituminous**.

Batubara pada Blok Lemo memiliki nilai kalori dalam *adb* sekitar 7453 – 8245 kal/gr yang termasuk ke dalam batubara kalori sangat tinggi dan terdapat dua sampel anomali yang memiliki nilai 4640 – 6225 kal/gr yaitu sampel BB-08 dan BB-10, yang diduga dikarenakan tingginya nilai abu yang terkandung di dalamnya. Sedangkan dalam basis ar/GAR nilai kalori yang ditunjukkan yaitu 7296 – 7822 kal/gr dan nilai anomalnya sekitar 4439 – 5978 kal/gr. Batubara Blok Lemo termasuk batubara dengan kadar abu rendah yaitu berkisar 2,72 – 12,68 % dan kadar abu tinggi pada dua sampel anomali yaitu 23,72 – 41,15%. Selanjutnya nilai total sulfurnya memperlihatkan kadar sulfur yang rendah yaitu berkisar 0,38 – 0,64%. Batubara Blok Lemo memiliki karakteristik abu batubara jenis abu bituminus. Sedangkan nilai indeks *slagging* dan indeks *fouling*-nya termasuk klasifikasi rendah.

Batubara Blok Lemo ini juga dievaluasi sebagai batubara metalurgi. Hampir semua nilai FSI batubara pada Blok Lemo adalah 1 kecuali sampel BB-09 sebesar 2,5 dan sampel BB-03 dengan nilai

FSI 9. Oleh karena itu, hanya batubara BB-03 yang dapat dikategorikan sebagai *coking coal* sedangkan yang lainnya kemungkinan merupakan *PCI coal*. Evaluasi parameter lainnya seperti TM dan total sulfur menunjukkan bahwa batubara BB-03 memiliki nilai yang memenuhi kriteria batubara metalurgi. Kandungan abu batubara blok ini berada sedikit di atas batas maksimum (<12,5%) yaitu 12,68% (adb). Sedangkan kandungan VM BB-03 memiliki nilai 24,69 % (adb), nilai tersebut memenuhi kriteria batubara metalurgi dan termasuk nilai *medium volatile*. Berdasarkan evaluasi terhadap beberapa parameter tersebut terutama nilai FSI dan VM, BB-03 dapat dikategorikan sebagai

Hard coking coal. Untuk memastikan jenis *semi, hard* atau *prime hard*-nya perlu dilakukan analisis tambahan berupa analisis *fluidity* dan CSR/CRI. Untuk batubara lainnya selain BB-08 dan BB-10 yang memiliki anomali nilai abu, maka batubara pada Blok Lemo dapat dikategorikan sebagai *Low Volatile PCI Coal*, berdasarkan parameter yaitu *total moisture*, abu, total sulfur, HGI dan terutama *volatile matter*-nya. Sehingga dapat disimpulkan untuk batubara Blok Lemo dapat dikategorikan sebagai batubara metalurgi dengan jenis **Low Volatile PCI Coal** dan satu sampel **Hard Coking coal**.



Gambar 5. Klasifikasi peringkat batubara daerah penyelidikan (modifikasi ASTM)

Potensi Endapan Batubara

Mengacu kepada SNI:5015 tahun 2019 tentang Pedoman Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumber Daya, dan Cadangan Batubara, pembagian kelas potensi batubara didasarkan pada tingkat keyakinan geologi dan kajian kelayakan. Kelas – kelas potensi batubara diantaranya target eksplorasi batubara, inventori batubara, sumber daya batubara, dan cadangan batubara. Potensi batubara pada daerah penyelidikan digolongkan kedalam target eksplorasi batubara dengan jumlah total berkisar 4.446.375 - 8.838.560 ton. Jumlah tersebut terbagi atas Blok Haragandang sejumlah 3.678.270 - 7.356.540 ton, Blok Karendan sejumlah 95.338 - 190.677 ton, Blok Mukut sejumlah 137.637 - 275.275 ton dan Blok Lemo sejumlah 535.128 - 1.016.067 ton.

KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat empat blok potensi batubara yang dijumpai di daerah penyelidikan yaitu Blok Haragandang, Blok Karendan, Blok Mukut dan Blok Lemo dengan total potensi batubara target eksplorasi berkisar 4.446.375 - 8.838.560 ton. Kualitas batubaranya menunjukkan

nilai kalori berkisar 2628 – 7822 kal/gr (ar) dan 5531 – 8245 kal/gr (adb) serta reflektan vitrinit (%Rv) berkisar 0,27 – 1,56 %, yang dapat dikategorikan pada peringkat *lignite* dan *high – low volatile bituminous*.

Berdasarkan hasil interpretasi yang dilakukan, hanya terdapat satu blok potensi yang memungkinkan dan memiliki potensi untuk dilakukan eksplorasi lebih lanjut yaitu pada Blok Haragandang. Akan tetapi melihat kualitas yang dimiliki batubaranya dan lokasinya pada *remote* area, perlu dilakukan evaluasi mengenai potensi pengembangan dan pemanfaatan kedepannya.

Jumlah lapisan dan data singkapan pada Blok Karendan, Mukut, dan Lemo, kemungkinan dapat bertambah jika dilakukan penelitian lebih detail pada blok atau wilayah tersebut.

Saran ke depan sebaiknya penyelidikan dilakukan saat musim kemarau untuk menghindari curah hujan tinggi yang mengakibatkan banjirnya sungai-sungai di wilayah penyelidikan dan rusaknya jalan-jalan akibat hujan sehingga proses pengambilan data singkapan tidak maksimal karena faktor keselamatan dan tertutupnya singkapan oleh air.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009. Peta Cekungan Sedimen Indonesia. Badan Geologi. Bandung.
- Anonim, 2020. Statistik Daerah Kabupaten Barito Utara Tahun 2020. Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara. Muara Teweh.
- Hidayat, S., Umar, I., 1994. Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan. Bandung.

- Anonim, 2019. Standar Nasional Indonesia Pedoman pelaporan hasil eksplorasi, sumber daya, dan cadangan batubara. SNI:5015. Badan Standardisasi Nasional.
- Soetrisno, Supriatna, S., Rustandi, E., Sanyoto, P., dan Hasan, K., 1994. Peta geologi lembar Buntok, Kalimantan. Bandung.
- Supriatna, S., Sudrajat, A., Abidin, H.Z., 1995. Peta Geologi Lembar Muaratewe, Kalimantan. Bandung.

SURVEI TINJAU BATUBARA KABUPATEN KUTAI BARAT, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Robet Lumban Tobing, Feddi Erviana, Eko Budi Cahyono, dan Agus Miswanto

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Secara geologi daerah Kutai Barat berada pada Cekungan Kutai, tersusun oleh Batuan Gunungapi Nyaan, Formasi Tanjung, Formasi Haloq, Anggota Batugamping Ritan, Formasi Tuyu, Formasi Ujoh Bilang, Intrusi Sintang, Formasi Karamuan, Formasi Pamaluan, Formasi Warukin, Formasi Meliat/Merangoh, Formasi Pulubalang, Formasi Balikpapan, Formasi Kampungbaru, Batuan Gunungapi Metulang dan Aluvium.

Formasi pembawa batubara di daerah penyelidikan adalah Formasi Pulubalang dan Formasi Pamaluan. Ketebalan batubara hasil penyelidikan berkisar 0,3 - 2,0 meter. Berdasarkan rekonstruksi data lapangan diperkirakan batubara di daerah penyelidikan terdiri dari 13 seam batubara. Arah jurus relatif berarah baratdaya-timurlaut dengan kemiringan relatif berarah baratlaut dan tenggara. Nilai kalori batubara berkisar 5088 - 7967 cal/gr (adb). Batubara di daerah penyelidikan dikategorikan sebagai target eskplorasi dengan kisaran kuantitas sebesar 3.911.392 - 7.822.785 ton.

PENDAHULUAN

Undang-undang nomor 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara menyatakan bahwa mineral dan batubara yang terkandung dalam wilayah hukum pertambangan Indonesia merupakan kekayaan alam yang tak terbarukan sebagai bentuk karunia Tuhan Yang Maha Esa yang mempunyai peranan penting dalam memenuhi hajat hidup orang banyak, oleh sebab itu pengelolaannya harus dikuasai negara untuk memberi nilai tambah secara nyata bagi perekonomian nasional dalam usaha mencapai

kemakmuran dan kesejahteraan rakyat secara berkeadilan.

Batubara sebagai salah satu kekayaan alam yang tak terbarukan sangat perlu dilakukan penyelidikan untuk mengetahui keberadaan dan jumlahnya di alam. Kegiatan survei tinjau batubara di daerah Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan oleh pemerintah untuk mencari dan mengetahui kualitas dan kuantitas endapan batubara di daerah tersebut. Kegiatan yang dilakukan di fokuskan di lokasi *green area* (wilayah yang tidak berada di dalam wilayah

IUP/PKP2B atau wilayah yang izin/kontraknya telah berakhir/dikembalikan pada negara serta belum mencapai tahapan operasi produksi). Secara geografis daerah penyelidikan berada pada koordinat 115°07'30" BT – 116°36'00" BT dan 0°19'30" LU – 1°12'00" LS.

METODOLOGI

Metode pemetaan geologi dilakukan untuk mengetahui lokasi singkapan, arah jurus/kemiringan, ketebalan, melakukan deskripsi batubara dan batuan pengapitnya, pengambilan sampel serta mengamati aspek-aspek geologi lain seperti morfologi, stratigrafi dan struktur geologi.

Metode analisis laboratorium berupa analisis proksimat/ulimat dan analisis petrografi organik. Analisis proksimat/ulimat dilakukan untuk mengetahui karakteristik dasar batubara yaitu kandungan kelembaban, zat terbang, kandungan abu, kandungan karbon tertambat dan kandungan unsur-unsur C, H, N, S, O sedangkan analisis petrografi organik dilakukan untuk mengetahui derajat kematangan, komposisi maseral dan mineral pada sampel batubara tersebut.

Data-data hasil penyelidikan seperti hasil studi pustaka, hasil kegiatan lapangan dan hasil analisis laboratorium selanjutnya diolah untuk pembuatan peta dan laporan hasil penyelidikan berupa rekomendasi

potensi batubara dan usulan tindak lanjut yang perlu dilakukan.

GEOLOGI DAERAH PENYELIDIKAN

Geologi daerah penyelidikan mengacu pada Peta Geologi Lembar Longiram, Kalimantan Timur (Suwarna dan Apandi, 1994) dan Peta Geologi Lembar Muaratewe, Kalimantan (Supriatna, dkk., 1995).

Morfologi

Morfologi daerah penyelidikan secara umum dicirikan oleh satuan morfologi pedataran dan perbukitan bergelombang landai. Satuan morfologi pedataran umumnya menempati sekitar 60% daerah penyelidikan, berada di bagian utara dan selatan. Satuan morfologi ini terdiri dari endapan aluvial, endapan sungai dan endapan rawa. Morfologi di lokasi ini umumnya merupakan lahan pertanian dan tempat pemukiman penduduk dengan ketinggian berkisar 10 - 50 meter dpl (di atas permukaan laut).

Satuan morfologi perbukitan bergelombang landai berada di bagian tenggara, tengah hingga timur. Satuan morfologi ini menempati sekitar 40% daerah penyelidikan, terdiri dari endapan batuan sedimen dari Formasi Tuyu, Formasi Pamaluan, Formasi Meragoh, Formasi Pulubalang, Formasi Balikpapan dan Formasi Kampungbaru. Morfologi di lokasi ini umumnya merupakan lahan perkebunan, lahan pertambangan

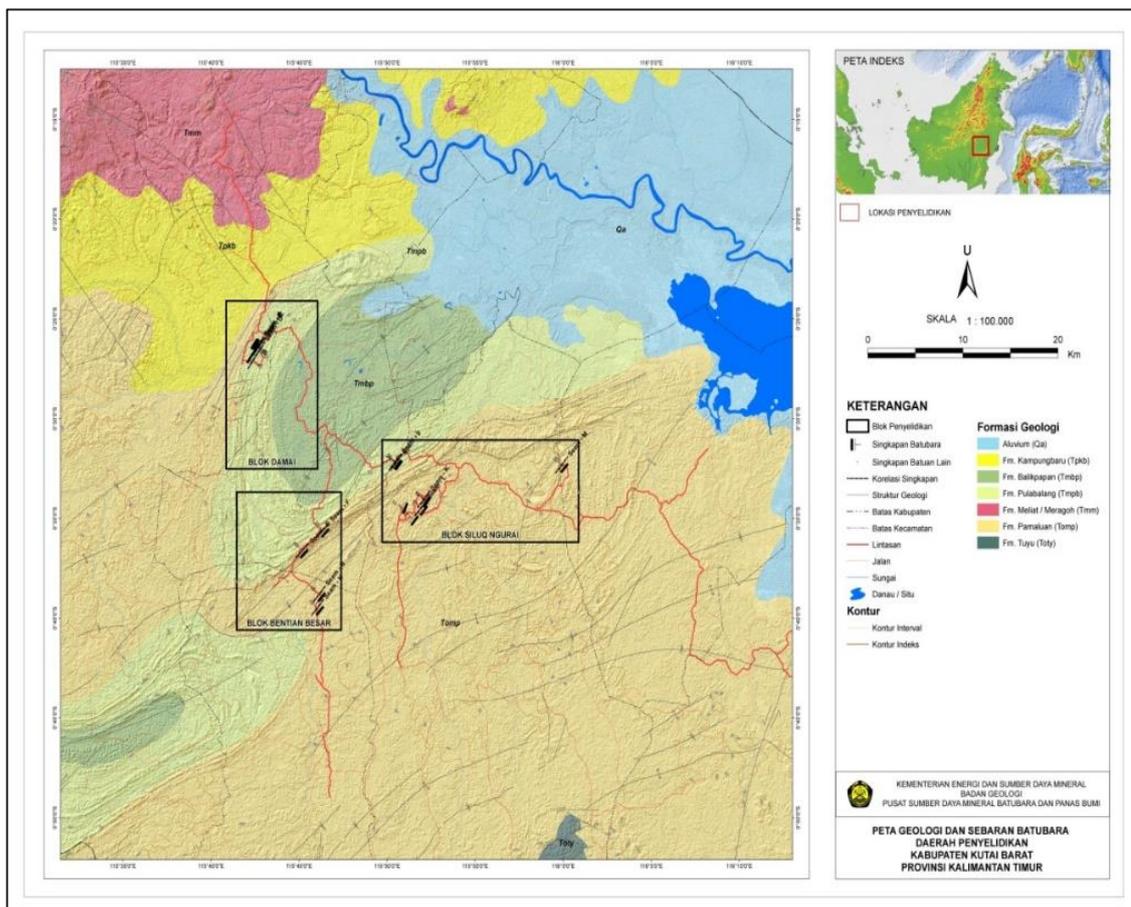
batubara, semak belukar dan pemukiman penduduk dengan ketinggian berkisar 50 - 150 meter dpl.

Daerah penyelidikan dialiri oleh sungai-sungai kecil, yaitu Sungai Lawa, Sungai Tuang, Sungai Pere, Sungai Kelawit, Sungai Ponak, Sungai Jelau dan Sungai Bongan, mengalir dari arah selatan dan barat ke arah utara menuju sungai utama yaitu Sungai Mahakam. Sungai-sungai kecil tersebut umumnya mengalir menuju sungai utama dengan pola aliran dendritik dan pola rectangular. Sungai Mahakam mengalir dari arah barat laut ke arah timur dan bermuara di Selat Makasar.

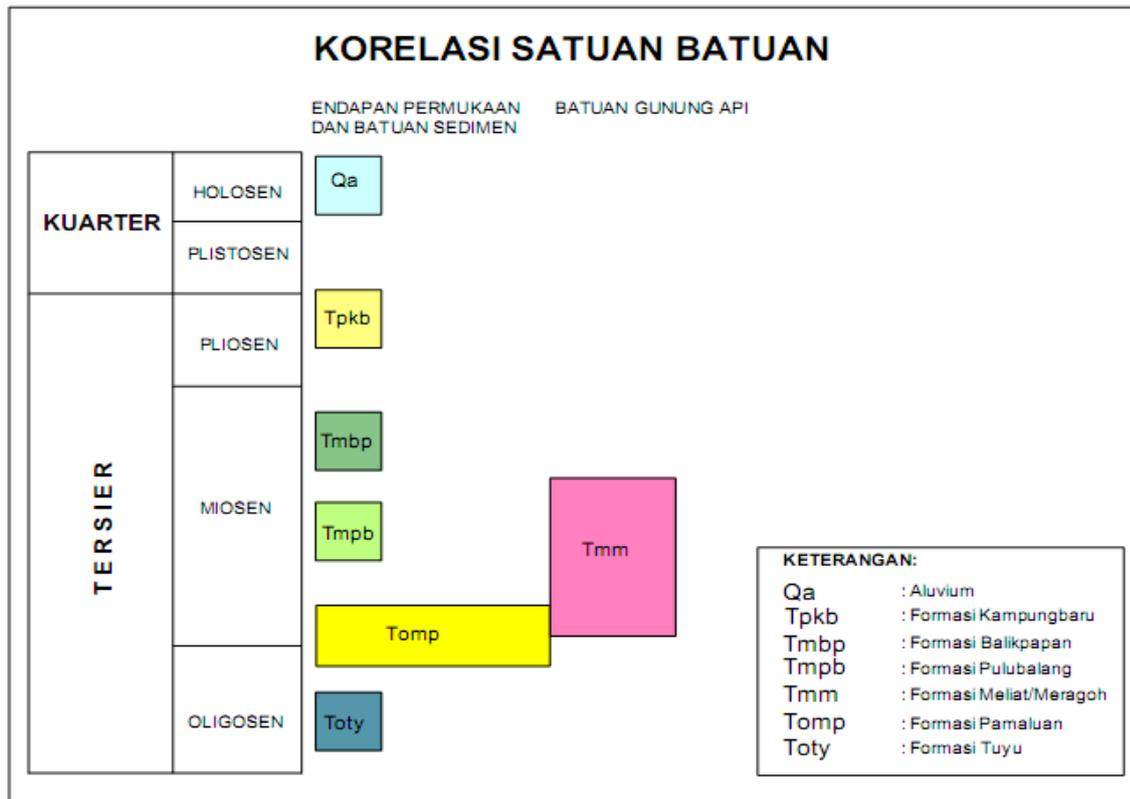
Stratigrafi

Stratigrafi daerah penyelidikan tersusun oleh batuan berumur Tersier, terdiri dari batuan sedimen dan batuan vulkanik gunungapi berumur Pliosen - Eosen (Gambar 1). Tatanan stratigrafi daerah penyelidikan ditempati oleh batuan berumur Tersier - Kuartar (Suwarna dan Apandi, 1994) dengan susunan batuan berumur paling tua ke muda (Gambar 2) sebagai berikut:

Formasi Tuyu (Toty) diperkirakan berumur Oligosen Awal, tersusun oleh napal, batulempung dan sisipan batugamping, terendapkan di lingkungan laut terbuka.



Gambar 1. Peta geologi daerah penyelidikan (modifikasi dari Suwarna dan Apandi, 1994)



Gambar 2. Stratigrafi daerah penyelidikan (modifikasi dari Suwarna dan Apandi, 1994)

Formasi Pamaluan (Tomp) diperkirakan berumur Oligosen - Miosen Awal, tersusun oleh batupasir dengan sisipan batulempung, serpih, napal, batulanau, tufa, batubara, oksida besi dan lensa batugamping, batulempung bersisipan dengan batupasir. Lapisan batubara berwarna hitam, kusam - terang, gores hitam hingga kecoklatan, keras, rapuh, *broken core* hingga *fragmented core*, pecahan *sub-blocky* hingga *specklet*. Setempat-setempat masih terlihat struktur kayu, *parting* berupa batulempung. Kandungan maseral vitrinit pada batubara berkisar 65% - 82% dengan nilai kalori berkisar 5088 - 7967 cal/gr (adb). Formasi ini diperkirakan terendapkan pada lingkungan neritik.

Formasi Meragoh (Tmm) diperkirakan berumur Miosen Awal - Miosen Tengah, tersusun oleh batuan lava, diabas, tufa, breksi gunung api dan aglomerat.

Formasi Pulubalang (Tmpb) diperkirakan berumur Miosen Tengah, tersusun oleh batupasir kuarsa dan *graywek*, batulempung dengan sisipan batugamping, tufa dan batubara berwarna coklat kehitaman - hitam, terang - kusam, gores hitam dan coklat kehitaman, keras, *broken core*, pecahan *sub-concoidal* hingga *sub-blocky*. Formasi ini ditindih selaras oleh Formasi Balikpapan dan terendapkan pada lingkungan pengendapan darat hingga laut dangkal.

Formasi Balikpapan (Tmbp) diperkirakan berumur Miosen Tengah - Miosen Akhir, tersusun oleh batupasir kuarsa dan batulempung dengan sisipan batulanau, serpih dan batugamping. Satuan ini terendapkan secara tak selaras dengan Formasi Kumpangbaru, terendapkan pada lingkungan delta atau litoral sampai laut dangkal.

Formasi Kumpangbaru (Tpkb) diperkirakan berumur Pliosen, tersusun oleh batupasir kuarsa bersisipan batulempung, batulanau, konglomerat aneka bahan, lignit, gambut dan oksida besi, terendapkan di lingkungan sungai atau darat.

Aluvium (Qa) tersusun oleh lumpur, lempung, pasir, setempat kerikil rijang, kuarsa dan basal, satuan ini merupakan endapan sungai dan rawa.

Struktur Geologi

Struktur geologi yang berkembang di daerah penyelidikan adalah struktur antiklin, sinklin, sesar turun dan sesar berbalik. Sumbu lipatan memiliki arah relatif baratdaya-timurlaut dengan kemiringan berkisar 10° - 50° . Batuan yang terlipatkan termasuk ke dalam Formasi Tuyu, Formasi Pamaluan, Formasi Pulubalang dan Formasi Balikpapan, sedangkan Formasi Kumpangbaru hampir mendatar.

Sesar turun memiliki arah relatif baratlaut-tenggara dan baratdaya-timurlaut. Batuan yang tersesarkan

termasuk ke dalam Formasi Tuyu, Formasi Pamaluan, Formasi Meragoh dan Formasi Pulubalang. Sesar berbalik mempunyai arah jurus baratdaya-timurlaut dengan kemiringan berarah baratlaut-tenggara. Batuan yang mengalami sesar berbalik termasuk ke dalam Formasi Pamaluan, Formasi Pulubalang dan Formasi Balikpapan.

HASIL PENYELIDIKAN

Data Lapangan

Sebanyak 14 lokasi singkapan batubara yang ditemukan di lapangan. Dari hasil analisis laboratorium dan pengolahan data lapangan diperkirakan batubara di daerah penyelidikan terdiri dari 13 seam (lapisan) batubara dengan ketebalan berkisar 0,3 – 2,0 meter dan diberi notasi seam A, seam B, seam C, seam D, seam E, seam F, seam G, seam H, seam I, seam J, seam K, seam L dan seam M. Lokasi keterdapatan batubara di lapangan dibagi menjadi tiga blok, yaitu Blok Damai, Blok Bentian Besar dan Blok Siluq Ngurai.

Batubara Blok Damai berada di sebelah baratlaut daerah penyelidikan memiliki 4 (empat) seam batubara dengan notasi seam A, seam B, seam C dan seam D memiliki arah jurus relatif berarah baratdaya-timurlaut dengan kemiringan relatif berarah tenggara. Secara megaskopis batubara pada blok ini sebagai berikut:

Seam A merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi KBR-04.

Batubara yang ditemukan berwarna hitam, terang, gores hitam, keras, *broken core*, pecahan *sub-concoidal*, terdapat struktur *cleat*. Tebal lapisan batubara diperkirakan lebih dari 1 meter dengan kedudukan lapisan $N40^{\circ}E/45^{\circ}$.

Seam B merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi KBR-02. Batubara yang ditemukan berwarna hitam, kusam, gores hitam, keras, *broken core*, *string*, *parting* berupa batulempung, pecahan *sub-blocky*. Tebal lapisan batubara diperkirakan lebih dari 1,0 meter dengan kedudukan lapisan $N30^{\circ}E/25^{\circ}$.

Seam C merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi KBR-01. Batubara yang ditemukan berwarna hitam, kusam, gores coklat, agak rapuh berlembar (*sub-fissile*), *parting* berupa laminasi batulempung, pecahan *sub-blocky*, struktur laminasi. Tebal lapisan batubara diperkirakan 0,5 meter dengan kedudukan lapisan $N25^{\circ}E/20^{\circ}$.

Seam D merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi KBR-07 dan KBR-08. Batubara yang ditemukan berwarna hitam, terang, gores garis berwarna hitam, keras, *broken core*, pecahan *sub-concoidal*, terdapat struktur *cleat*. Tebal lapisan batubara diperkirakan 0,3 meter dengan kedudukan lapisan $N50^{\circ}E/33^{\circ}$. Singkapan batubara dengan notasi KBR-08 secara megaskopis berwarna hitam, terang, gores hitam, *broken core*, pengotor batulempung, pecahan *sub-blocky*, terdapat struktur

cleat. Tebal lapisan batubara diperkirakan 0,8 meter dengan kedudukan lapisan $N20^{\circ}E/45^{\circ}$.

Batubara Blok Bentian Besar berada di sebelah baratdaya daerah penyelidikan memiliki 4 (empat) seam batubara dengan notasi seam E, seam F, seam G dan seam H. Batubara pada blok ini memiliki sebaran relatif berarah berarah baratdaya-timurlaut dengan kemiringan relatif berarah baratlaut. Batubara pada blok ini secara megaskopis sebagai berikut:

Seam E merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi KBR-31, berada pada dinding tebing kampung Penarung. Batubara yang ditemukan berwarna hitam, mengkilap, gores hitam, keras, rapuh, *broken core*, pecahan *sub-blocky*, struktur *cleat*. Seam batubara di bagian atas berlembar lembar/laminasi setebal 0,5 meter dan batubara di bagian bawah kompak dengan ketebalan 0,6 meter. Tebal lapisan batubara diperkirakan lebih dari 1,1 meter dengan kedudukan lapisan $N227^{\circ}E/48^{\circ}$.

Seam F merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi singkapan batubara dengan notasi KBR-25, berada pada dinding tebing Kampung Penarung. Secara megaskopis batubara dilokasi ini berwarna hitam, terang, gores hitam, keras, rapuh, *fragmented core*, *parting* batulempung, pecahan *speckled*, *sub-blocky*, struktur *cleat*. Tebal lapisan

batubara diperkirakan lebih dari 2,0 meter dengan kedudukan lapisan N235°E/35°.

Seam G merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi singkapan batubara dengan notasi KBR-29 terdapat di parit jalan Kampung Penarung. Secara megaskopis batubara di lokasi ini berwarna hitam, kusam, gores hitam, keras, rapuh, *broken core*, *parting* batulempung laminasi, pecahan *sub-blocky*, struktur *cleat*. Tebal lapisan batubara diperkirakan lebih dari 0,70 meter dengan kedudukan lapisan N230°E/16°.

Seam H merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi singkapan batubara dengan notasi KBR-30 terdapat di tepi jalan Kampung Penarung. Secara megaskopis batubara di lokasi ini berwarna hitam, kusam, gores hitam, keras, rapuh, *fragmented core*, *parting* batulempung laminasi, pecahan *sub-blocky*, struktur *cleat*. Tebal lapisan batubara diperkirakan lebih dari 0,40 meter dengan kedudukan lapisan N235°E/10°.

Batubara Blok Siluq Ngurai berada di sebelah timur daerah penyelidikan memiliki 5 (lima) lapisan batubara dengan notasi seam I, seam J, seam K, seam L dan seam M. Batubara pada blok ini memiliki sebaran relatif berarah berarah baratdaya - timurlaut dengan kemiringan relatif berarah baratlaut. Batubara pada blok ini secara megaskopis sebagai berikut:

Seam I merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi singkapan batubara dengan notasi KBR-17

terdapat di dinding bukit Kampung Dingin. Secara megaskopis batubara di lokasi ini berwarna hitam, terang, gores hitam, keras, *broken core*, *parting* batulempung, *speckled*, pecahan *sub-blocky*, struktur *cleat*. Tebal lapisan batubara diperkirakan 0,5 meter dengan kedudukan lapisan N245°E/25°.

Seam J merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi singkapan batubara dengan notasi KBR-18 terdapat di lantai anak sungai Menong, Kampung Dingin. Secara megaskopis batubara di lokasi ini berwarna hitam, terang, gores hitam, keras, rapuh, *fragmental core*, *parting* batulempung, *speckled*, pecahan *sub-blocky*, struktur *cleat*. Tebal lapisan batubara diperkirakan lebih dari 1,0 meter dengan kedudukan lapisan N240°E/24°.

Seam K merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi singkapan batubara dengan notasi KBR-22 terdapat di dinding tebing Desa Bentas. Secara megaskopis batubara di lokasi ini berwarna hitam, kusam, gores kecoklatan, keras, rapuh, *broken core*, *parting* batulempung, pecahan *specklet*, struktur kayu masih terlihat. Tebal lapisan batubara diperkirakan lebih dari 1,0 meter dengan kedudukan lapisan N250°E/17°.

Seam L merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi singkapan batubara dengan notasi KBR-19 terdapat di lantai anak sungai Emborok, Desa Bentas. Secara megaskopis

batubara di lokasi ini berwarna hitam, terang, gores hitam, keras, *fragmental core*, *parting* batulempung, *speckled*, pecahan *sub-blocky*, struktur *cleat*. Tebal lapisan batubara diperkirakan lebih dari 1,0 meter dengan kedudukan lapisan N228°E/17°.

Seam M merupakan singkapan batubara yang ditemukan di lokasi singkapan batubara dengan notasi KBR-36 terdapat di dinding tebing Kampung Muara Tae. Secara megaskopis batubara di lokasi ini berwarna hitam, mengkilap, gores coklat kehitaman, keras, rapuh, *fragmented core*, pecahan *sub-blocky*, struktur *cleat*. Tebal lapisan batubara diperkirakan lebih dari 0,75 meter dengan kedudukan lapisan N195°E/22°.

Analisis Laboratorium

Berdasarkan hasil analisis proksimat/ultimat (Tabel 1), sampel batubara di daerah penyelidikan memiliki kadar air bebas (FM,ar) berkisar 2,33 – 20,07%; kadar air total (TM,ar) berkisar 5,81 – 23,33%; kandungan air terikat (M,adb) berkisar 2,60– 9,77%; Kandungan gas terbang (VM, adb) berkisar 25,70 – 41,73%; Karbon tertambat (FC, adb) berkisar 31,42 – 56,04%; Kandungan abu (Ash, adb) berkisar 1,47 – 38,34%; Kadar Sulfur Total (TS, adb) berkisar 0,31– 4,14%; Berat Jenis (SG, adb) berkisar 1,25– 1,65 gr/cm³; Nilai Kalori (CV, adb) berkisar 5088 - 7967 cal/gr dan nilai swelling indeks berkisar 1– 6,5. Nilai *swelling index*

terbesar terdapat pada sampel KBR-19 sebesar 6,5. Hasil analisis petrografi organik (Table 2), sampel batubara di daerah penyelidikan memiliki komposisi maseral vitrinit berkisar 40,0–83,4%, liptinit berkisar 0,4 – 6,8% dan maceral inertinit berkisar 2,2 – 16,0% dengan nilai reflektansi vitrinit berkisar 0,51- 0,75%.

Dari hasil analisis proksimat/ultimat dan petrografi organik menunjukkan bahwa kode sampel KBR-14, KBR-16 dan KBR-21 memiliki nilai kalori berkisar 3954 - 5475 cal/gr (adb), kandungan abu berkisar 23,82% - 38,39%, kandungan maseral vitrinit berkisar 40,0% - 56,4% dan mineral lempung yang cukup tinggi berkisar 34,8% - 50,6% mengindikasikan bahwa sampel tersebut sebagai *shaly coal*.

PEMBAHASAN

Formasi Pulubalang dan Formasi Pamaluan merupakan formasi pembawa batubara di daerah penyelidikan. Batubara yang ditemukan memiliki ketebalan berkisar 0,3 hingga 2,0 meter dengan arah jurus relatif berarah baratdaya-timurlaut dengan kemiringan relatif berarah baratlaut dan tenggara.

Berdasarkan data hasil analisis laboratorium, sampel batubara di daerah penyelidikan memiliki nilai kalori berkisar 5088 - 7967 cal/gr, sampel-sampel tersebut dikategorikan sebagai batubara *High Volatil Bituminous B – High Volatile Bituminous A*.

Hasil analisis FSI (*free swelling index*) sampel batubara KBR-19 (seam L) memiliki nilai *swelling index* sebesar 6,5 mengindikasikan bahwa lapisan batubara tersebut dapat dikembangkan untuk batubara kokas (*coking coal*). Secara umum, nilai FSI minimum batubara kokas adalah 3,5 sedangkan menurut Australian Standard AS 2519 (93) batubara kokas yang diharapkan memiliki nilai FSI minimum 4. Untuk batubara dengan nilai FSI rendah (<3,5) dapat dijadikan PCI (*pulverized coal injection*) atau untuk *blending* agar menghasilkan nilai kekuatan *coking* yang optimal, sedangkan untuk batubara dengan kalori rendah dapat dialokasikan untuk proses gasifikasi batubara pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD), pencairan batubara atau peningkatan peringkat batubara.

Penghitungan kuantitas batubara di daerah penyelidikan dilakukan dengan mengacu pada SNI 5015 Tahun 2019. Berdasarkan pada SNI tersebut data kuantitas batubara hasil penyelidikan PSDMBP tidak dapat diklasifikasikan sebagai sumber daya, karena belum mengalami penilaian prospek beralasan untuk diusahakan secara komersial. Kegiatan survei dan penyelidikan yang dilakukan oleh PSDMBP merupakan kegiatan inventarisasi data potensi sumber daya batubara nasional yang menghasilkan data kuantitas batubara dengan klasifikasi batubara inventori dan target eksplorasi. Jika data hasil

penyelidikan memiliki tingkat keyakinan geologi yang tinggi (terdapat data sumur uji/parit uji/pengeboran), memenuhi jarak dan kerapatan titik pengamatan berdasarkan kompleksitas geologi tertentu serta dapat diinterpretasi kemenerusan atau korelasi data lapisan batubaranya maka data potensi batubaranya diklasifikasikan sebagai inventori. Akan tetapi, Jika data batubara hasil kegiatan lapangan memiliki tingkat keyakinan geologi yang rendah (data berasal dari pemetaan batubara dengan jumlah singkapan terbatas, data titik pengamatan berdiri sendiri atau belum dapat diinterpretasikan kemenerusan lapisan batubaranya, serta tidak ada titik pengamatan kearah *down dip*), maka potensi batubaranya diklasifikasikan sebagai target eksplorasi.

Estimasi kuantitas batubara dalam penyelidikan ini diperoleh dari data lapangan dan data laboratorium. Data lapangan yang diperlukan untuk mengetahui jumlah batubara adalah tebal, kemiringan dan panjang sebaran lapisan batubara, sedangkan data laboratorium yang diperlukan adalah berat jenis batubara (SG). Estimasi kuantitas batubara di daerah penyelidikan dilakukan dengan kriteria tebal minimal lapisan batubara yang dihitung adalah 0,3 meter, panjang sebaran batubara ke arah jurus dibatasi dengan radius 500 - 1000 meter dari singkapan paling akhir dan lebar yang dihitung ke arah kemiringan dibatasi sampai

kedalaman kedalaman 100 meter serta berat jenis yang dipergunakan dalam penghitungan sumber daya adalah berat jenis rata-rata dari masing masing blok. Estimasi batubara dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Estimasi Kuantitas Batubara} = \{[\text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \times \text{Tebal (m)}] \times \text{Berat Jenis (ton/m}^3)\}$$

Dengan menggunakan persamaan di atas, maka kisaran jumlah batubara target eksplorasi di daerah penyelidikan diestimasi sebesar 3.911.392 - 7.822.787 ton (Tabel 3).

KESIMPULAN

Batubara di daerah penyelidikan berada pada Formasi Pulubalang dan Formasi Pamaluan. Berdasarkan data hasil analisis laboratorium dan data lapangan diinterpretasikan bahwa batubara pada Formasi Pulubalang di daerah penyelidikan ditemukan sebanyak 6 seam batubara dan sebanyak 7 seam batubara Formasi Pamaluan.

Lapisan batubara di lokasi penyelidikan dibagi dalam tiga blok, yaitu Blok Damai ditemukan 4 (empat) lapisan batubara dan diberi notasi seam A, seam B, seam C dan seam D dengan ketebalan

0,5 hingga 1,0 meter; Blok Bentian Besar ditemukan 4 (empat) lapisan batubara dan diberi notasi seam E, seam F, seam G dan seam H dengan ketebalan 0,4 hingga 2,0 meter; Blok Siluq Ngurai ditemukan 5 (lima) lapisan batubara dan diberi notasi seam I, seam J, seam K, seam L dan seam M dengan ketebalan lapisan batubara berkisar 0,5 - 1,0 meter.

Batubara di daerah penyelidikan dikategorikan sebagai target eksplorasi dengan kisaran potensi sebesar 3.911.392 ton - 7.822.785 ton.

SARAN

Batubara di daerah penyelidikan memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut baik untuk Wilayah Pertambangan Batubara maupun untuk Wilayah Pencadangan Negara. Hasil evaluasi menunjukkan Blok Bentian Besar dan Blok Siluq Ngurai memiliki potensi yang baik untuk dilakukan penyelidikan prospeksi dengan pengeboran guna meningkatkan keyakinan geologi dan potensi sumber daya batubara di daerah tersebut. Selain itu, bila akan dilakukan penyelidikan lebih lanjut, maka perlu memperhitungkan akses jalan untuk mobilisasi peralatan, sewa lahan serta kehidupan sosial masyarakat setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2020; *Kabupaten Kutai Barat Dalam Angka*, BPS – Kab. Kutai Barat, Kalimantan Timur.
- Abidin, H.Z (GRDC), Peiters, P.E dan Sudana, D (GRDC), 1993; *Peta Geologi Lembar Long Pahangai, Kalimantan Timur* skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Eddy R. Sumaatmadja, dkk, 2005; *Inventarisasi dan Evaluasi Endapan Batubara di Daerah Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Supriatna, S., Sudrajat, A., dan Abidin, H.Z., 1995; *Peta Geologi Lembar Muaratewe, Kalimantan, skala 1:250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Suwarna, N., dan Apandi, T., 1994; *Peta Geologi Lembar Longiram skala 1:250.000, Kalimantan Timur*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Tabel 1. Data hasil analisis proksimat dan ultimat batubara

Analisis	Satuan	Basis	Kode Sampel																	
			KBR-01	KBR-02	KBR-04	KBR-07	KBR-08	KBR-14	KBR-16	KBR-17	KBR-18	KBR-19	KBR-21	KBR-22	KBR-25	KBR-29	KBR-30	KBR-31	KBR-36	
Kadar Air Bebas	%	ar	4,43	12,75	5,64	9,39	8,6	4,86	7,26	7,1	5,56	3,95	8,89	12,85	3,26	4,34	15,73	2,33	20,07	
Kadar Air Total	%	ar	7,64	18,99	9,6	14,7	13,45	9,17	10,13	12,26	10,83	6,45	12,33	18,76	7,19	8,87	23,95	5,81	23,33	
PROKSIMAT	Kadar Air	%	adb	3,36	7,15	4,21	5,72	5,31	4,54	3,09	5,56	5,58	2,6	3,78	6,78	4,07	4,74	9,77	3,56	4,08
	Kadar Zat Terbang	%	adb	36,24	40,77	41,43	40,21	40,87	25,7	26,99	41,73	40,68	40,4	31,49	39,32	39,45	34,03	35,03	34,02	37,62
	Kadar Abu	%	adb	19,03	1,53	1,64	2,65	3,13	38,34	34,24	3,56	9,87	2,11	23,62	3,61	1,47	6,25	10,81	16,55	2,26
	Karbon Tertambat	%	adb	41,37	50,55	52,72	51,42	50,69	31,42	35,68	49,15	43,87	54,89	41,11	50,29	55,01	54,98	44,39	45,87	56,04
Nilai Kalori	cal/gr	adb	5944	6374	7341	6738	6998	3954	4841	6937	6344	7967	5475	6169	7463	6935	5088	6340	7449	
Relative Density		adb	1,45	1,37	1,3	1,34	1,32	1,65	1,58	1,32	1,37	1,25	1,52	1,4	1,29	1,37	1,52	1,39	1,31	
ULTIMATE	Kadar Karbon	%	daf	76,75	74,61	79,53	76,16	78,57	73,66	71,0t	78,14	77,79	80,97	76,02	74,03	79,36	74,74	70,85	73,1	80,94
	Kadar Hidrogen	%	daf	5,77	4,8	5,63	5,24	5,51	5,61	5,83	5,49	5,64	5,93	5,36	4,38	5,42	5,02	3,89	5,58	5,36
	Kadar Nitrogen	%	daf	1,71	1,64	1,81	1,75	1,77	1,6	1,56	1,67	1,52	1,46	1,58	1,51	1,73	1,79	1,93	1,96	2,07
	Kadar Oksigen	%	daf	10,77	17,54	10,92	14,17	12,19	18,17	18,1	14,37	14,47	10,04	11,34	18,74	13,17	16,45	21,93	17,42	10,09
HGI		adb	54	64	45	48	49	87	103	40	37	55	98	102	44	77	133	58	60	
Total Sulfur	%	adb	3,88	1,30	1,99	2,46	1,80	0,55	2,20	0,31	0,49	1,53	4,14	1,21	0,31	1,79	1,12	1,55	1,45	
Total Sulfur (Ultimat)	%	daf	5,00	1,42	2,11	2,68	1,97	0,96	3,50	0,34	0,57	1,60	5,69	1,34	0,32	2,01	1,4	1,93	1,54	
Swelling Index		adb	1	0	1	0	1	0	0	0	0	6,5	0	0	1	1	0	1	1	

SURVEI TINJAU BATUBARA KABUPATEN PASER, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Dede Ibnu Suhada¹, Raden Maria Ulfa¹, David P. Simatupang¹, dan Tatik Handayani²

¹Kelompok Kerja Batubara, ²Kelompok Kerja Mineral
Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Lokasi survei tinjau yaitu Kabupaten Paser, berada pada sub-cekungan Paser dan merupakan bagian dari Cekungan Barito. Di lokasi ini terdapat tujuh formasi pembawa batubara yang berumur Eosen Awal sampai Miosen Akhir. Ketujuh formasi tersebut yaitu Formasi Tanjung, Formasi Telakai, Formasi Pulubalang, Formasi Pamaluan, Formasi Balikpapan, dan Formasi Warukin

Metode yang digunakan adalah pemetaan geologi permukaan dengan fokus pada formasi pembawa batubara dan analisis kualitas batubara. Lapisan batubara yang pada daerah survei mempunyai ketebalan 0,4 sampai 2 meter dengan kualitas cukup bervariasi dan peringkat batubara mulai dari *subbituminous* sampai *high volatile bituminous A*. Berdasarkan hasil survei, Kabupaten Paser dapat dibagi menjadi lima blok. Terdapat satu blok yang mempunyai potensi batubara *coking* pada Formasi Telakai dengan nilai FSI 8 s.d 9. Batubara di daerah penyelidikan dikategorikan sebagai target eksplorasi dengan kuantitas berkisar antara 4.842.141 – 9.684.323 juta ton.

Kata kunci: survei tinjau, Kabupaten Paser, batubara, *coking coal*, Cekungan Barito, Formasi Telakai

PENDAHULUAN

Kabupaten Paser termasuk dalam wilayah administrasi Provinsi Kalimantan Timur, berada pada sub cekungan Paser, dan merupakan bagian dari Cekungan Barito (**Gambar 1**). Cekungan Barito dikenal sebagai cekungan yang kaya akan sumberdaya alam seperti batubara, minyak bumi dan mineral. Sejalan dengan tugas pokok dan fungsi Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi dalam Permen ESDM No 13 Tahun 2016, pada

tahun 2021 dilaksanakan kegiatan survei tinjau batubara di Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur.

Maksud kegiatan survei tinjau ini untuk mengungkap potensi dan wilayah keprospekan batubara pada daerah hijau (*green area*) di Kabupaten Paser. Tujuannya untuk mengetahui data geologi melalui kegiatan pemetaan geologi permukaan yang difokuskan pada formasi pembawa batubara.



Gambar 1. Peta Lokasi daerah penyelidikan

METODOLOGI

Metode penyelidikan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah pemetaan geologi permukaan. Pengamatan dan pengukuran singkapan batubara dan lapisan pengapit difokuskan pada formasi pembawa batubara.

Pekerjaan yang dilakukan meliputi pencarian lokasi singkapan batubara pada formasi pembawa batubara, mengukur kedudukan dan tebal lapisan batubara, mengamati lapisan pengapit dan korelasinya dengan batubara, membuat sketsa dan dokumentasi tiap singkapan

yang ditemukan, serta mengambil sampel batubara untuk keperluan analisis.

GEOLOGI REGIONAL

Secara regional daerah penyelidikan termasuk kedalam Sub-Cekungan Pasir dengan batas sebelah barat Komplek Meratus, pada bagian utara Cekungan Kutai dan di Selatan dengan Cekungan Asem-aseam (**Gambar 2**).

Stratigrafi wilayah Paser berdasarkan Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan (Hidayat dan Umar, 1994) secara berurutan dari tua ke

muda adalah sebagai berikut: Batuan ultramafik, granit dan diorit, Formasi Pitap, Formasi Haruyan, Formasi Tanjung, Formasi Kuaro, Formasi Telakai, Formasi Tuyu, Formasi Berai, Formasi Pamaluan, Formasi Bebulu, Formasi Warukin, Formasi Pulubalang, Formasi Balikpapan dan Alluvium (**Gambar 3**).

Kegiatan tektonik mulai berlangsung semenjak Jura, batuan ultramafik terlipatkan dan tersesarkan diikuti dengan adanya aktivitas magma. Kemudian terjadi pengendapan sedimen klastik dan vulkanik yang menyusun Formasi Pitap dan Formasi Haruyan.

Pada Paleosen Awal hingga Eosen awal terjadi pengangkatan yang menyebabkan terbentuknya sedimen darat yang menyusun Formasi Tanjung dan Formasi Kuaro. Pada Kala Oligosen hingga Miosen Awal terbentuk karbonat Formasi Berai dan sedimen klastik Formasi Pamaluan. Pada Kala Miosen Tengah terjadi susut laut yang mengakibatkan terbentuknya endapan darat Formasi Warukin.

Dilihat dari peta geologi regional lembar Balikpapan, struktur geologi pada daerah penyelidikan berupa antiklin, sinklin, dan sesar yang umumnya berarah utara-selatan sampai timurlaut-baratdaya (Hidayat dan Umar, 1994).

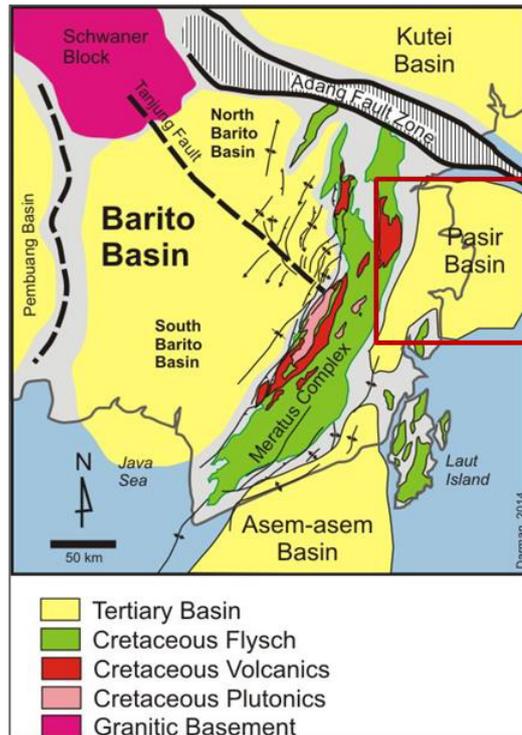
Formasi pembawa batubara pada daerah penyelidikan berdasarkan Peta Geologi Lembar Balikpapan berada pada Formasi Tanjung dan Warukin, dengan

kualitas batubara Formasi Tanjung yang lebih baik dibandingkan Formasi Warukin.

HASIL KEGIATAN DAN ANALISIS

Morfologi daerah penyelidikan dibagi menjadi empat satuan, diantaranya satuan morfologi pesisir pantai, satuan morfologi pedataran, satuan morfologi perbukitan bergelombang dan satuan morfologi perbukitan terjal.

Berdasarkan penyelidikan lapangan dan menyandingkan dengan Peta Geologi Regional, stratigrafi daerah penyelidikan dapat dikelompokkan dari batuan tertua hingga batuan termuda, sebagai berikut: batuan ultramafik berumur diperkirakan Jura yang terdiri dari serpentinit berwarna hijau dan harburgit berwarna hijau tua, granit dan diorit berumur Kapur Akhir, Formasi Pitap dan Formasi Haruyan yang berumur Kapur Awal, kemudian Formasi Tanjung menindih kedua formasi tersebut dengan tidak selaras, Formasi Kuaro yang menindih Formasi Pitap secara tidak selaras berumur Eosen Awal, Formasi Telakai berumur Eosen Akhir, Formasi Tuyu, Formasi Berai berumur Oligosen sampai Miosen Awal, Formasi Pamaluan berumur Oligosen Akhir hingga Miosen Tengah, Formasi Bebulu berumur Miosen Awal, Formasi Warukin diperkirakan berumur Miosen Tengah hingga Miosen Akhir, Formasi Pulubalang berumur Miosen Tengah, dan Formasi Balikpapan berumur Miosen Tengah bagian atas.



Gambar 2. Peta Geologi Cekungan Barito dan sub-cekungannya (modifikasi wikibooks.org, 2014)

UMUR	TEBAL (M)	FORMASI	SIMBOL LITHOLOGI	DESKRIPSI
KUARTER TERSIER PRA-TERSIER	10-15	ALUVIUM		Lumpur, lanau, pasir, kerikil, kerakal, setempat bongkah
		WARUKIN		Formasi Warukin : batupasir kuarsa berselingan batulempung dengan sisipan batubara, diendapkan dalam lingkungan litoral hingga paralik
	400	BERAI		Formasi Bera: dibentuk oleh batugamping bioklastik dan batugamping kristalin, bersisipan napal berwarna kelabu muda, diendapkan dalam lingkungan laut dangkal
	1500	TANJUNG		Formasi Tanjung : Terdiri dari perselingan konglomerat, batupasir, batulempung, dengan sisipan serpih, batubara, batugamping, diendapkan dalam lingkungan delta dibagian atas.
	500	PITAP		Formasi Pitap : Perselingan konglomerat, batupasir, batupasir sela, breksi batulempung dan basal

Gambar 3. Stratigrafi umum Sub-cekungan Pasisir dimana terdiri dari batuan berumur Pra-Tersier sampai Kuartar. (Hidayat dan Umar, 1994)

Struktur yang berkembang di daerah penyelidikan adalah lipatan dan sesar dengan pola arah umum utara-selatan sampai timurlaut-baratdaya. Kemiringan lapisan berkisar dari 10°-60°.

Pada daerah penyelidikan terdapat tujuh formasi pembawa batubara yaitu Formasi Tanjung, Formasi Kuaro, Formasi Telakai, Formasi Pamaluan, Formasi Warukin, Formasi Pulubalang dan Formasi Balikpapan. Terdapat 16 singkapan batubara yang tersebar di lima formasi batubara pada daerah penyelidikan.

PEMBAHASAN

Secara umum daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi lima blok, sebagai berikut:

1. Muara Komam, terdapat tiga singkapan batubara dengan ketebalan lebih dari 1 meter (Gambar 5(a) dan (b)). Secara megaskopis batubara berwarna hitam dengan kilap terang, garis gores hitam, *brittle* atau mudah pecah. Batubara di blok ini diperkirakan berasal dari Formasi Tanjung berumur Eosen.
2. Desa Belimbing, terdapat dua singkapan batubara dengan ketebalan 1 meter (Gambar 5(c)). Secara megaskopis batubara berwarna hitam dengan kilap terang, garis gores hitam, *brittle* atau mudah pecah. Batubara pada blok ini diperkirakan berasal dari Formasi Telakai yang berumur Eosen.
3. Long Ikis, terdapat dua singkapan batubara dengan ketebalan 1-2 meter (Gambar 5(d) dan (e)). Secara megaskopis batubara berwarna coklat kehitaman sampai hitam dengan kilap agak terang, keras, garis gores coklat sampai hitam, pecahan *blocky* sampai subkonkoidal, terdapat nodul damar, struktur kayu masih terlihat di singkapan PSR-B17. Batubara di blok ini diperkirakan merupakan bagian dari Formasi Pulubalang yang berumur Miosen.
4. Pasir Belengkong, berlokasi di Desa Laburan terdapat dua singkapan batubara dengan ketebalan lebih dari 1 meter (Gambar 5(f)). Secara megaskopis batubara berwarna hitam kecoklatan, dengan kilap kusam, gampang diremas, garis gores coklat kehitaman, pecahan *blocky*, struktur kayu masih terlihat, setempat terdapat nodul damar. Batubara di blok ini diperkirakan berasal dari Formasi Balikpapan yang berumur Miosen.
5. Batu Engau, terdapat tujuh singkapan batubara dengan ketebalan 0,4-1,2 meter (Gambar 5 (g), (h) dan (i)). Secara megaskopis batubara berwarna hitam sampai hitam kecoklatan, kilap kusam sampai agak terang, keras, pecahan *blocky* sampai subkonkoidal, struktur kayu masih terlihat, setempat terdapat nodul damar. Batubara di blok ini diperkirakan merupakan bagian dari

Formasi Pamaluan berumur Oligosen dan Formasi Kuaro berumur Eosen.

Kulitas Batubara

Analisis laboratorium dilakukan pada 16 sampel batubara daerah penyelidikan antara lain Proksimat, Ultimat, Petrografi, Total Sulphur (TS), Nilai Kalori (CV), Berat Jenis atau *Relative Density* (RD), Tingkat Ketergerusan atau *Hardgrove Grindability Index* (HGI), Abu, dan *Free Swelling Index* (FSI). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kualitas dari batubara baik secara kimia maupun fisika.

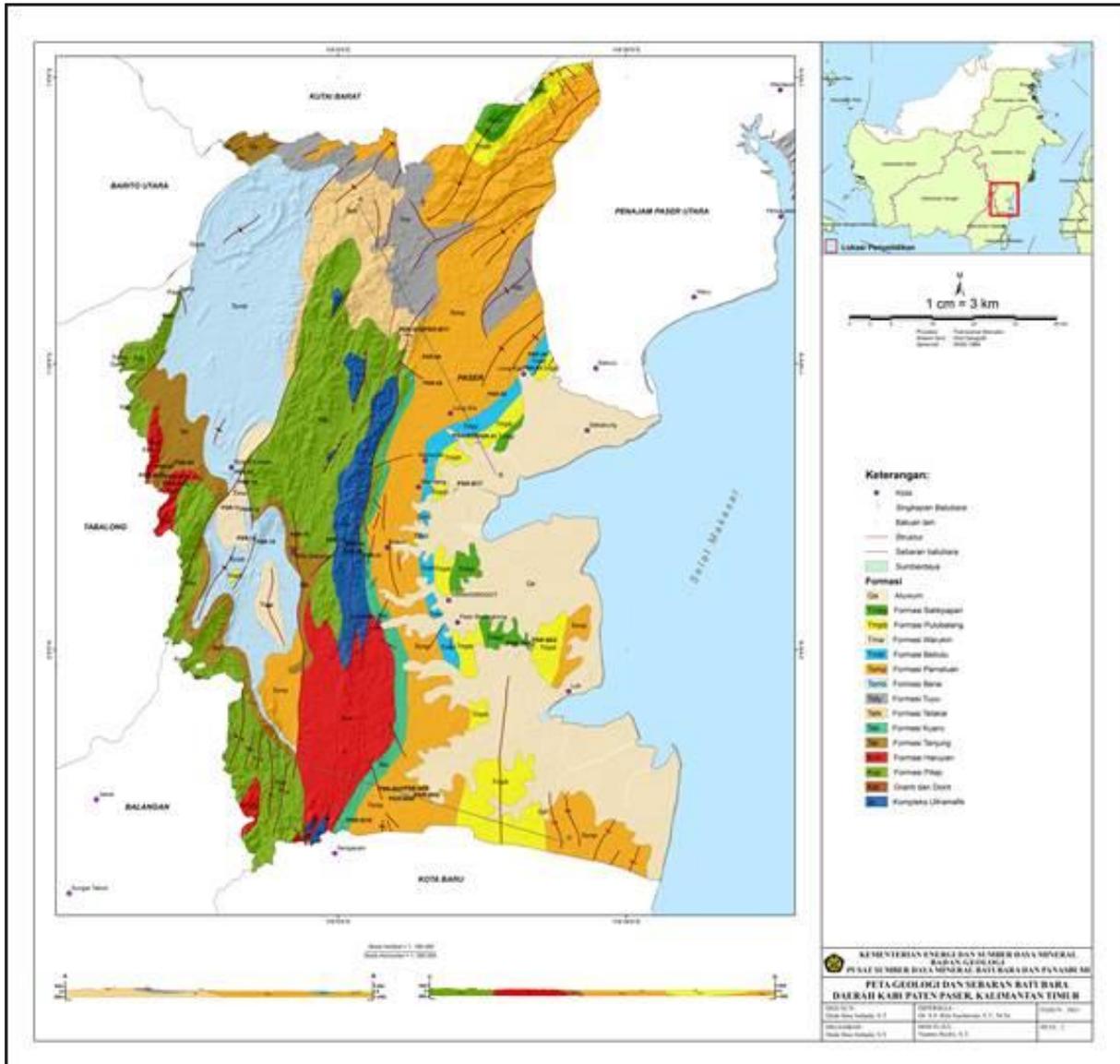
Berdasarkan analisis proksimat batubara daerah penyelidikan memiliki nilai kalori 3954-8159 kal/gr (adb), termasuk batubara kalori rendah sampai sangat tinggi. Kandungan air total (TM) bervariasi mulai dari 3,91-64,77%. Kandungan zat terbang (VM) yang cukup besar berkisar antara 25,89-46,86% dan kandungan karbon tertambat (FC) yang juga cukup besar berkisar antara 26,36-65,44%, sedangkan kandungan sulfur (TS) relatif rendah berkisar antara 0,20-5,45%, *relative density* (RD) berkisar antara 1,28-1,73, dan HGI sebesar 42-119.

Dilihat dari hasil analisis ultimat dalam basis daf sampel batubara didominasi oleh karbon (62,71-89,57%),

diikuti oleh hidrogen (4,46-6,62%), nitrogen (0,62-1,76%), oksigen (1,1-26,38%) dan sulfur (0,27-10,32%).

Analisis petrografi dilakukan untuk mengetahui komposisi dan kelimpahan maseral dari batubara dan juga tingkat kematangan termal batuan induk melalui reflektansi vitrinit. Berdasarkan hasil analisis petrografi dari 16 sampel didapatkan komposisi maseral didominasi oleh kelompok maseral vitrinit (52,2-91,6%), diikuti oleh kelompok maseral inertinit (0,4-12,6%) dan kelompok maseral liptinit (0,4-12,4%). Sisanya adalah *mineral matter* yang didominasi oleh mineral lempung (2,4-31,8%), diikuti pirit (0,4-15,4%) dan oksida besi (0,4-15,4%).

Rata-rata dari reflektansi vitrinit sampel batubara berkisar antara 0,27-1,08%. Reflektansi terbesar dimiliki oleh sampel batubara dari Formasi Telakai yaitu 1,03-1,08% dan termasuk peringkat batubara *high volatile bituminous A* menurut Ward (1984). Nilai kedua terdapat pada sampel batubara Formasi Tanjung berkisar 0,34-0,73% dan termasuk peringkat batubara *subbituminous* sampai *high volatile bituminous A*. Sedangkan sampel lainnya berkisar dari 0,27-0,43% dan termasuk peringkat *subbituminous*.



Gambar 4. Peta geologi daerah penyelidikan

Analisis Abu Batubara

Hasil analisis kandungan abu digunakan untuk mengetahui potensi pembentukan *Slagging* dan *Fouling*. *Slagging* dan *Fouling* adalah suatu kejadian menempel dan menumpuknya abu batubara yang melebur pada pipa penghantar panas.

Berdasarkan nilai *slaging index* dari 16 sampel batubara daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi tiga kelompok rendah

(<0,6) terdapat delapan sampel, untuk yang menengah (0,6–2,0) terdapat enam buah sampel dan yang mempunyai nilai tinggi (2,0–2,6) satu sampel dan sangat tinggi > 2,6 terdapat dua sampel. Untuk tipikal nilai *fouling index* terbagi menjadi tiga, rendah (<0,2) terdapat sebelas sampel, untuk yang menengah (0,2–0,5) terdapat tiga buah sampel, dan nilai *fouling* sangat tinggi >1,0 terdapat dua sampel. Batubara dengan nilai *slagging* dan *fouling*

yang tinggi akan menyebabkan kinerja *boiler* menjadi tidak efisien karena adanya penurunan nilai panas dan membutuhkan batubara yang lebih banyak untuk proses pembakaran.

Analisis Free Swelling Index

Hasil analisis *free swelling index* menunjukkan enam buah sampel mempunyai nilai FSI berkisar dari 1-9. Sampel yang memiliki nilai 1 dan 3 merupakan sampel dari batubara Formasi Tanjung yang berada di Blok Muara Komam sedangkan sampel dengan nilai FSI 8; 8,5; dan 9 berasal dari batubara Formasi Telakai yang berada di Blok Belimbing. Berdasarkan nilai FSI-nya, batubara metalurgi di daerah penyelidikan dapat digolongkan kedalam *hard coking coal* (sampel PSR-B10, PSR-B10B dan PSR-B11), dan pulverized coal injection/ PCI (PSR-B12, PSR-B14 dan PSR-B17)

Berdasarkan tipe *Gray King Cokenya*, maka PSR-12 merupakan tipe E (*Hard and very shrunken*), tipe ini termasuk keras dan sangat menciut, batubara tipe ini biasanya mudah pecah, belahan konkoidal, tidak mengotori tangan, warna abu-abu atau hitam dan sedikit mengkilap. Sedangkan tiga sampel lainnya termasuk tipe G2 (*Moderately swollen*) dengan kemampuan mengembang moderat (Thomas, 2002).

Estimasi Kuantitas Batubara

Berdasarkan tata guna lahan dari lima blok wilayah, hanya tiga blok yang merupakan *green area*. Estimasi kisaran jumlah batubara target eksplorasi di daerah penyelidikan adalah sebesar 1.985.435 - 3.970.870 ton.

Prospek Pemanfaatan Batubara

Batubara di wilayah Kabupaten Paser berkembang dengan baik dengan kualitas yang berbeda-beda, mulai dari batubara kalori rendah sampai batubara kalori sangat tinggi.

Berdasarkan hasil analisis maka batubara di Blok Belimbing merupakan batubara *coking* atau batubara metalurgi, yang memiliki prospek untuk bisa dijadikan bahan baku pembuatan *cokes making* pada peleburan baja.

Blok Long Ikis, Pasir Belengkong dan Batu Enggau merupakan blok-blok yang dapat ditindaklanjuti untuk penyelidikan yang lebih lanjut. Kegiatan eksplorasi lanjutan diharapkan dapat meningkatkan status target eksplorasi menjadi sumber daya, sehingga batubara di daerah penyelidikan dapat diusulkan untuk menjadi wilayah ijin usaha pertambangan (WIUP) atau wilayah pencadangan nasional (WPN).



Gambar 5. (a & b) Singkapan batubara PSR-B14 Formasi Tanjung Blok Muara Komam;
 (c) Singkapan batubara PSR-B10 Formasi Telakai Blok Desa Belimbing;
 (d) Singkapan batubara PSR-B09 Blok Long Ikis; (e) Singkapan batubara PSR-B17 Blok
 Long Ikis; (f) Singkapan PSR-B01 Blok Pasir Belekong; (g) Singkapan batubara PSR-04 Blok
 Batu Engau; (h) Singkapan batubara PSR-B05 Blok Batu Engau;
 (i) Singkapan batubara PSR-B06 Blok Batu Engau

KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam kegiatan survei tinjau ini didapat 16 singkapan batubara dengan ketebalan 0,4-2 meter. Batubara tersebut merupakan batubara kalori rendah sampai kalori sangat tinggi, termasuk peringkat *subbituminous* sampai *high volatile bituminous A*.

Terdapat lima blok penyelidikan batubara yaitu blok Muara Komam, Belimbing, Long Ikis, Pasir Belekong dan Batu Engau. Dari kelima blok tersebut hanya tiga blok yang merupakan *green area* dan dapat diusulkan menjadi wilayah

pertambangan (WP) yaitu blok Long Ikis, Pasir Belengkong dan Batu Engau dengan ketebalan batubara 1-2 meter. Potensi batubara target eksplorasi di wilayah *green area* di daerah penyelidikan adalah sebesar 1.985.435 - 3.970.870 ton.

Kegiatan prospeksi disarankan untuk dilakukan pada wilayah penyelidikan agar terjadi peningkatan status potensi batubara dari target eksplorasi menjadi batubara inventori atau sumber daya dengan tingkat keyakinan geologi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2021. *The Geology of Indonesia/Kalimantan*. https://en.wikibooks.org/wiki/The_Geology_of_Indonesia/Kalimantan, diakses 20 Juli 2021.
- Hidayat, S., dan Umar, L. 1994. *Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan*. P3G. Bandung
- Thomas, L. 2002, *Coal Geology*, Wiley, England.
- Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 *Tentang Perubahan atas Undang-undang No 4 tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara*.
- Ward, C.R., 1984. *Coal Geology and Technology*, Blackwell Scientific Publication, Melbourne.

EKSPLORASI UMUM BATUBARA DI DAERAH MEKARSARI, KABUPATEN BATANG HARI, PROVINSI JAMBI

**Sigit A. Wibisono, Eska P. Dwitama, Feddi Ervianna, Eko B. Cahyono,
dan Sandi Rukhimat**

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Kegiatan eksplorasi umum batubara di daerah Mekarsari, Kabupaten Batang Hari, Provinsi Jambi bertujuan untuk mendapatkan wilayah keprospekan serta mengidentifikasi potensi dan karakteristik (peringkat dan tipe) batubara. Formasi Muaraenim sebagai salah satu formasi pembawa batubara di Subcekungan Jambi menjadi salah satu indikasi terdapatnya potensi batubara di daerah eksplorasi. Kegiatan eksplorasi dilakukan menggunakan metode pemetaan geologi permukaan dan pengeboran. Selain itu, analisis laboratorium dilakukan terhadap 23 percontoh yang didapatkan dari kedua metode tersebut. Analisis laboratorium yang dilakukan meliputi proksimat, ultimat, nilai kalori, total sulfur, abu, dan petrografi (reflektansi vitrinit dan komposisi maseral).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, batubara di daerah eksplorasi termasuk peringkat lignit s.d. subbituminus dan didominasi oleh tipe kelompok maseral vitrinit yang mengindikasikan material tumbuhan penyusun batubara berasal dari tumbuhan berkayu. Potensi batubara terbagi terbagi menjadi 2 klasifikasi yaitu inventori tertunjuk sebesar 6.120.459 ton dan target eksplorasi berkisar dari 1.030.136 ton s.d. 2.060.273 ton.

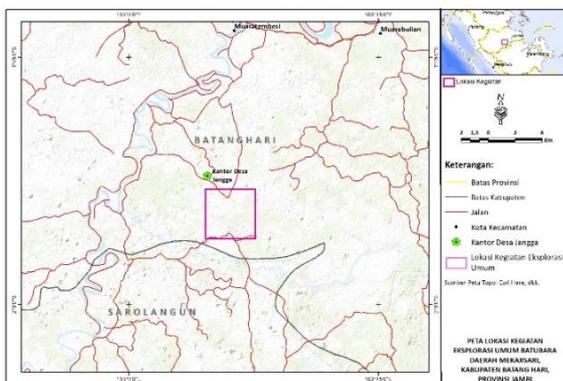
Kata kunci: Peringkat, tipe, batubara, potensi, Mekarsari

PENDAHULUAN

Potensi batubara di Provinsi Jambi berdasarkan data laporan pemutakhiran neraca batubara yang dipublikasikan oleh Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) tahun 2020 memiliki jumlah sumber daya sebesar 7,04 miliar ton dengan rincian sumber daya hipotetik 0,14 miliar ton, sumber daya tereka 2,28 miliar ton, sumber daya

tertunjuk 1,90 miliar ton dan sumber daya terukur 2,72 miliar ton, sedangkan cadangan sebesar 2,17 miliar ton dengan rincian cadangan terkira 0,85 miliar ton dan cadangan terbukti 1,32 miliar ton (Anonim, 2020). Namun, potensi batubara Provinsi Jambi ini belum semuanya terungkap. Oleh karena itu PSDMB melakukan kegiatan eksplorasi umum batubara di daerah Mekarsari, Kabupaten Batang Hari,

Provinsi Jambi (Gambar 1). Maksud kegiatan eksplorasi umum ini adalah dalam rangka inventarisasi potensi batubara untuk mencari dan mengumpulkan data endapan batubara secara kualitatif dan kuantitatif. Sedangkan tujuannya yaitu untuk mendapatkan wilayah keprospek batubara dan estimasi sumber daya/inventori tertunjuk di daerah eksplorasi serta melengkapi data dan neraca sumber daya batubara nasional.



Gambar 1. Lokasi kegiatan eksplorasi

METODOLOGI

Metode eksplorasi yang diterapkan berupa pemetaan geologi dan pengeboran. Selain mencari singkapan batubara dan batuan lainnya, pemetaan geologi ini juga dilakukan untuk menentukan lokasi titik bor yang dapat menembus lapisan batubara target, dalam hal ini batubara Formasi Muara Enim. Pengeboran dilakukan sebanyak 4 titik secara *full coring* kedalaman bor masing-masing ± 100 meter. Peralatan pengeboran yang digunakan yaitu 1 set mesin bor Jacro TDZ 200 berikut peralatan pendukungnya

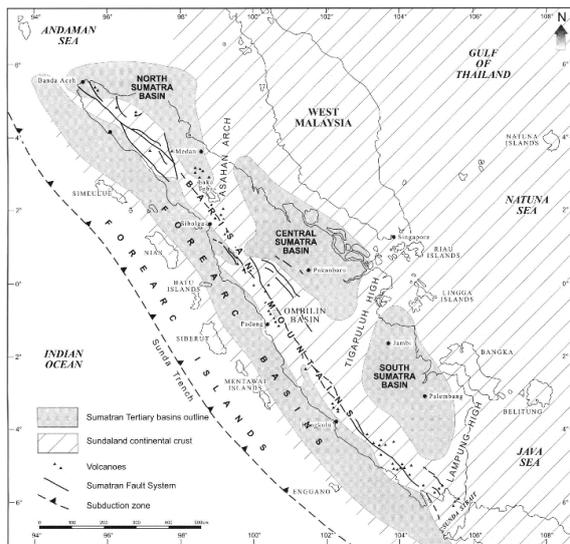
antara lain pompa pembilas, pompa pengantar, *wire line*, dan penginti *core barrel* berukuran NQ dilengkapi dengan mata bor *diamond* dan *tungsten*, pipa-pipa (*rod*), *casing* sebagai pengaman *rod*, serta bahan penunjang kegiatan pengeboran lainnya

Sebanyak 23 sampel batubara hasil dari kegiatan pengeboran dan pemetaan geologi dianalisis di Laboratorium PSDMBP. Analisis yang dilakukan meliputi analisis proksimat yang mengacu pada ASTM D7582-12, ultimat (Belkin *et al.*, 2010; Baihaqi dkk., 2017; Rautenbach *et al.*, 2018; Wibisono dkk., 2019), nilai kalori, total sulfur, abu, dan reflektansi vitrinit dan komposisi maseral dengan petrografi (Cook, 1982; Teichmuller, 1989; Diessel, 1992; Taylor *et al.*, 1998; Scott, 2002; Amijaya and Littke, 2005; Baihaqi dkk., 2017; Wibisono dkk., 2019).

GEOLOGI

Daerah eksplorasi berada di Subcekungan Jambi yang merupakan bagian dari Cekungan Sumatra Selatan bagian utara dan berbatasan dengan Pegunungan Tigapuluh. Secara fisiografis, Cekungan Sumatra Selatan berarah barat laut - tenggara yang dibatasi oleh Pegunungan Tigapuluh di bagian barat laut, Bukit Barisan di bagian barat daya, Tinggian Lampung di bagian tenggara, dan Paparan Sunda di bagian timur laut (Gambar 2) (Barber, *et al.* 2005). Batuan penyusun Subcekungan Jambi berumur

Pra Tersier, Tersier dan Kuartar. Salah satu formasi pembawa batubara yang menjadi fokus kegiatan eksplorasi ini adalah Formasi Muaraenim yang berumur Miosen Akhir hingga Pliosen yang terendapkan secara selaras di atas Formasi Airbenakat (Gafoer dkk., 1986).



Gambar 2. Fisiografi daerah eksplorasi (Barber et al., 2005)

HASIL

Data lapangan

Singkapan batubara tersebar di daerah Desa Jangga, Kecamatan Batin XXIV. Sebaran batubara berarah baratlaut – tenggara dengan kemiringan 10° s.d 20° ke arah baratdaya. Lapisan batubara berasosiasi dengan batulempung, dan tersingkap di sungai dengan bagian bawah lapisan tertutup air sehingga sulit untuk mengukur ketebalannya. Oleh karena itu data pengeboran sangat membantu dalam menentukan dimensi batubara. Pengeboran menembus beberapa lapisan

batubara dengan ketebalan bervariasi mulai dari 0,01 s.d 4,85 meter.

Data laboratorium

Beberapa parameter analisis proksimat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi peringkat batubara yaitu lengas (*Moisture / M*), karbon tertambat (*Fixed Carbon / FC*), abu (*Ash / A*), dan zat terbang (*Volatile Matter / VM*) (Speight, 2005). Nilai kalori (*Calorific Value / CV*) diidentifikasi dengan menggunakan analisis *combustion properties*, sedangkan nilai indeks ketergerusan batubara (*Hardgrove Grindability Index / HGI*) dan densitas (*Specific Gravity / SG*) ditentukan dengan menggunakan analisis *physical properties*. Hasil analisis proksimat, CV, HGI dan densitas disajikan pada Tabel 1.

Analisis ultimat merupakan salah satu analisis dalam batubara yang bertujuan untuk mengidentifikasi unsur-unsur kimia yang terdapat dalam batubara meliputi; karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur, dan oksigen. Hasil analisis ultimat batubara daerah eksplorasi disajikan dalam Tabel 2.

Identifikasi tingkat kematangan (*peringkat / rank*) batubara dapat dilakukan dengan menggunakan data pengukuran nilai reflektansi vitrinit dan komposisi maseral yang berasal dari hasil analisis petrografi organik. Tabel 3 memperlihatkan hasil analisis petrografi organik Batubara di daerah eksplorasi didominasi oleh vitrinit seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Hasil analisis proksimat, total sulfur, *combustion* dan *physical properties*

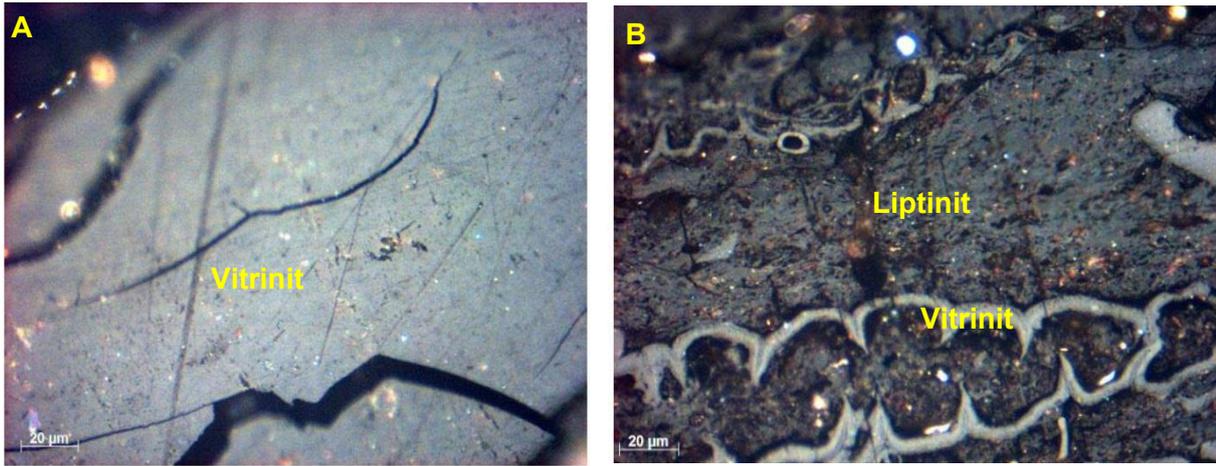
Kode Percontoh	Kedalaman Percontoh (m)	FM	TM	M	VM	FC	Ash	TS	SI	HGI	SG	CV	Seam
		% (ar)		% (adb)					(adb)		kal/g (adb)		
MK-01-1	55,05 - 55,75	39,21	44,03	7,93	44,97	33,56	13,54	0,37	0	-	1,47	5.235	-
MK-01-2	62,10 - 63,15	27,47	31,18	5,13	20,52	9,45	64,90	0,22	0	-	2,02	1.689	A
MK-01-3	71,45 - 72,05	34,23	39,14	7,46	33,35	23,09	36,10	0,33	0	-	1,71	3.476	-
MK-02-1	29,00 - 29,85	39,13	44,04	8,07	45,41	40,91	5,61	0,24	0	-	1,44	5.818	C
MK-02-2	29,85 - 30,70	37,82	42,77	7,97	47,20	38,35	6,48	0,23	0	-	1,42	5.804	C
MK-02-3	30,70 - 31,60	39,27	43,82	7,50	47,31	40,14	5,05	0,32	1	-	1,40	6.059	C
MK-02-4	41,25 - 42,10	37,13	41,33	6,68	43,05	34,81	15,46	0,46	0	-	1,50	5.252	D
MK-02-5	42,95 - 44,00	33,67	38,21	6,86	50,55	38,34	4,25	0,19	1	67	1,40	6.125	E
MK-02-6	44,00 - 45,00	37,99	42,36	7,06	48,84	40,62	3,48	0,12	1	71	1,41	6.080	E
MK-02-7	45,00 - 46,35	38,51	43,14	7,52	49,21	39,80	3,47	0,14	1	63	1,40	6.128	E
MK-02-8	46,45 - 47,80	37,07	41,16	6,50	47,45	39,09	6,96	0,24	0	62	1,43	5.958	E
MK-02-9	69,70 - 70,70	41,03	45,88	8,23	44,35	41,66	5,76	0,34	0	23	1,45	5.722	F
MK-02-10	70,70 - 71,65	38,65	43,51	7,93	44,59	38,87	8,61	0,38	0	-	1,45	5.640	F
MK-03-1	33,55 - 34,80	39,53	43,44	6,47	45,61	37,08	10,84	0,33	0	-	1,45	5.644	B
MK-03-2	34,80 - 36,00	40,62	44,60	6,70	45,27	40,56	7,47	0,34	0	-	1,45	5.772	B
MK-03-3	76,45 - 77,40	37,12	41,68	7,25	43,44	36,46	12,85	0,25	0	-	1,49	5.370	D
MK-03-4	77,40 - 78,30	36,51	41,00	7,08	47,35	39,77	5,80	0,38	0	-	1,44	5.892	D
MK-03-5	78,30 - 79,20	38,71	42,79	6,65	50,11	39,50	3,74	0,22	0	-	1,40	6.196	D
MK-03-6	79,20 - 80,10	37,55	41,57	6,44	51,65	35,86	6,05	0,27	0	-	1,40	6.242	D
MK-03-7	83,75 - 85,25	38,84	42,92	6,68	46,03	37,95	9,34	0,70	0	57	1,45	5.831	E
MKS-01	-	40,92	44,64	6,29	48,69	42,66	2,36	0,23	0	37	1,42	6.144	-
MKS-02	-	38,82	45,27	10,55	46,08	41,06	2,31	0,25	0	57	1,39	5.901	D
MKS-03	-	42,09	46,07	6,88	46,83	44,68	1,61	0,32	0	68	1,41	6.194	E

Tabel 2. Hasil analisis ultimat

Kode Sampel	Kedalaman Conto (m)	Karbon	Hidrogen	Nitrogen	Sulfur	Oksigen	Seam
MK-01-1	55,05 - 55,75	70,71	5,43	1,08	0,47	22,31	-
MK-01-2	62,10 - 63,15	60,92	6,86	1,20	0,74	30,29	A
MK-01-3	71,45 - 72,05	64,22	5,34	1,06	0,58	28,80	-
MK-02-1	29,00 - 29,85	70,79	4,90	1,16	0,28	22,88	C
MK-02-2	29,85 - 30,70	71,90	5,23	1,17	0,27	21,43	C
MK-02-3	30,70 - 31,60	71,71	5,20	1,18	0,36	21,54	C
MK-02-4	41,25 - 42,10	69,97	5,19	1,22	0,59	23,03	D
MK-02-5	42,95 - 44,00	71,11	5,25	1,07	0,21	22,36	E
MK-02-6	44,00 - 45,00	71,18	5,07	1,14	0,14	22,47	E
MK-02-7	45,00 - 46,35	72,43	5,18	1,13	0,16	21,10	E
MK-02-8	46,45 - 47,80	71,93	5,21	1,18	0,27	21,40	E
MK-02-9	69,70 - 70,70	72,17	4,93	1,37	0,40	21,13	F
MK-02-10	70,70 - 71,65	72,21	5,14	1,35	0,46	20,83	F
MK-03-1	33,55 - 34,80	71,54	5,33	1,20	0,40	21,54	B
MK-03-2	34,80 - 36,00	70,92	5,06	1,20	0,40	22,43	B
MK-03-3	76,45 - 77,40	71,13	5,09	1,18	0,31	22,28	D
MK-03-4	77,40 - 78,30	71,81	5,14	1,04	0,44	21,57	D
MK-03-5	78,30 - 79,20	72,83	5,42	1,13	0,25	20,38	D
MK-03-6	79,20 - 80,10	73,73	5,82	1,11	0,31	19,04	D
MK-03-7	83,75 - 85,25	73,62	5,39	1,23	0,83	18,94	E
MKS-01	-	72,52	5,01	1,16	0,25	21,06	-
MKS-02	-	73,79	5,16	1,22	0,28	19,55	D
MKS-03	-	72,66	4,96	1,28	0,35	20,75	E

Tabel 3. Hasil analisis petrografi organik

No	Seam	Kode sampel	Mean Reflektan Vitritinit (% Rv random)	Komp. Maseral (%)			Material Mineral (%)		
				Vitritinit (V)	Inertinit (I)	Liptinit (L)	Clay	Ob	Py
1	-	MK-01-1	0,35	68,0	13,4	3,4	14,2	-	1,0
2	A	MK-01-2	0,35	28,8	2,2	2,6	66,0	-	0,4
3	-	MK-01-3	0,35	48,4	10,2	2,2	38,6	-	0,6
4	C	MK-02-1	0,36	76,8	14,6	3,2	3,6	-	1,8
5	C	MK-02-2	0,36	80,4	8,2	2,6	7,6	-	1,2
6	C	MK-02-3	0,37	81,4	5,2	3,2	9,8	-	0,4
7	D	MK-02-4	0,37	74,2	7,2	3,2	15,0	-	0,4
8	E	MK-02-5	0,36	73,6	13,0	0,4	11,6	-	1,4
9	E	MK-02-6	0,36	76,8	15,6	1,4	5,4	-	0,8
10	E	MK-02-7	0,36	79,6	9,2	3,0	7,2	-	1,0
11	E	MK-02-8	0,35	77,4	6,2	5,2	10,4	-	0,8
12	F	MK-02-9	0,49	74,8	11,4	3,6	9,2	-	1,0
13	F	MK-02-10	0,51	74,2	9,6	3,0	12,2	-	1,0
14	B	MK-03-1	0,34	76,4	9,2	5,6	8,2	-	0,6
15	B	MK-03-2	0,33	82,2	6,4	2,8	7,8	-	0,8
16	D	MK-03-3	0,33	74,2	14,6	3,2	7,4	-	0,6
17	D	MK-03-4	0,34	81,2	8,4	1,2	8,4	-	0,8
18	D	MK-03-5	0,35	68,0	10,2	2,2	18,8	-	0,8
19	D	MK-03-6	0,34	75,2	9,4	4,0	8,8	-	2,6
20	E	MK-03-7	0,35	73,6	6,8	4,2	13,4	-	2,0
21	-	MKS-01	0,36	79,8	13,8	2,6	2,8	-	1,0
22	D	MKS-02	0,35	81,4	11,2	3,2	3,4	-	0,8
23	E	MKS-03	0,36	80,0	12,8	1,4	5,2	-	0,6



Gambar 3. Kenampakan sayatan poles kelompok maseral: vitrinit (A) dan liptinit (B)

PEMBAHASAN

Data Eksplorasi

Hasil pemetaan geologi permukaan dan pengeboran diperoleh data berupa deskripsi litologi, kolom stratigrafi, arah jurus, kemiringan, ketebalan, dan pemercontohan batubara. Batuan di daerah eksplorasi dapat dibedakan menjadi 2 satuan batuan berdasarkan ciri-ciri litologi yang diperoleh dari data eksplorasi dan hubungan posisi stratigrafi secara regional. Urutan satuan batuan tersebut dari tua ke muda yaitu Satuan Batulempung dan Satuan Batupasir Batubara (Tabel 4).

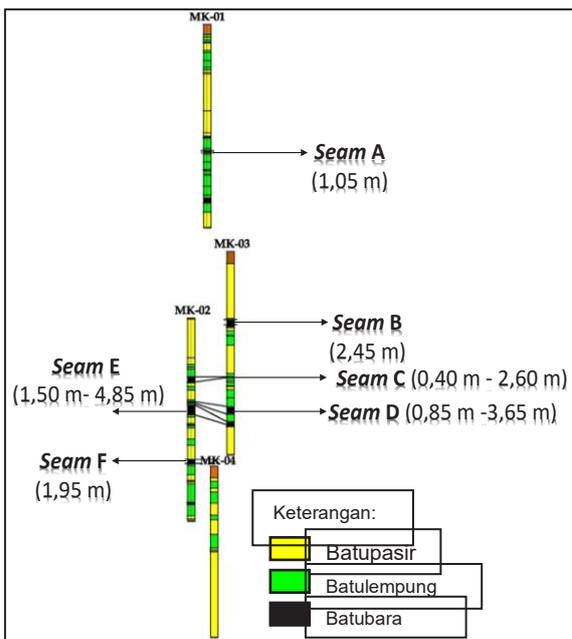
Berdasarkan hasil korelasi yang diperoleh dari pemetaan geologi permukaan dan pengeboran mengindikasikan bahwa *seam* batubara membentuk pola homoklin dengan arah jurus relatif baratlaut-tenggara dan umumnya kemiringan berkisar 10° s.d. 40° ke arah baratdaya timurlaut serta memiliki kompleksitas struktur relatif sederhana,

sehingga tidak banyak berpengaruh pada pelamparan lateral maupun vertikal *seam* batubara tersebut. Meskipun demikian, secara stratigrafi terdapat *seam* yang menunjukkan pola menebal, menipis atau menghilang mengikuti pelamparan jurus *seam* tersebut.

Lebih jauh, berdasarkan hasil korelasi, teridentifikasi 6 *seam* batubara yang termasuk dalam Satuan Batulempung yaitu *seam* A, *seam* B, *seam* C, *seam* D, *seam* E, dan *seam* F dengan ketebalan berkisar dari 0,40 meter s.d. 4,85 meter (Gambar 4).

Tabel 4. Stratigrafi lokal daerah eksplorasi

Umur	Satuan Batuan	Kesetaraan Formasi	Ketebalan	Simbol Litologi	Deskripsi	Lingkungan Pengendapan
Miosen Akhir - Pliosen	Batupasir	Maarsenim	600 m		warna lapak coklat keabuan dan warna segar abu-abu muda, ukuran butir <i>very fine sand</i> (0.0625 - 0.125 mm) hingga <i>fine sand</i> (0.125 - 0.25 mm), bentuk butir <i>subrounded</i> hingga <i>subangular</i> , porositas sedang, tingkat sortasi <i>well sorted</i> , keratan tertutup, fragmen kuarsa, matriks lempung, semen lempung, <i>grain supported</i> , tingkat kelapukan menengah. Pada sebagian wilayah ditemukan batupasir glaukonitan dan batupasir karbonatan dengan pecahan-pecahan cangkang bivalvia dengan ukuran terbesar antara 1 mm hingga 1 cm.	Laut dangkal
	Batulempung				warna segar abu-abu muda, warna lapak abu-abu kecoklatan dengan bercak merah akibat proses oksidasi, dan berifat hunk. Pada sebagian batulempung ini juga ditemukan singkapan batu bara. Singkapan batu bara yang ditemukan memiliki karakteristik megakaspis berwarna coklat tua kehitaman, memiliki tekstur kayu (<i>woody</i>), memiliki pola rekahan reguler, terdapat pengotor resin pada butir bara, memiliki kilap kasar, kekerasan batu bara antara sedang hingga getas.	Zona transisi



Gambar 4. Korelasi seam batubara (tanpa skala).

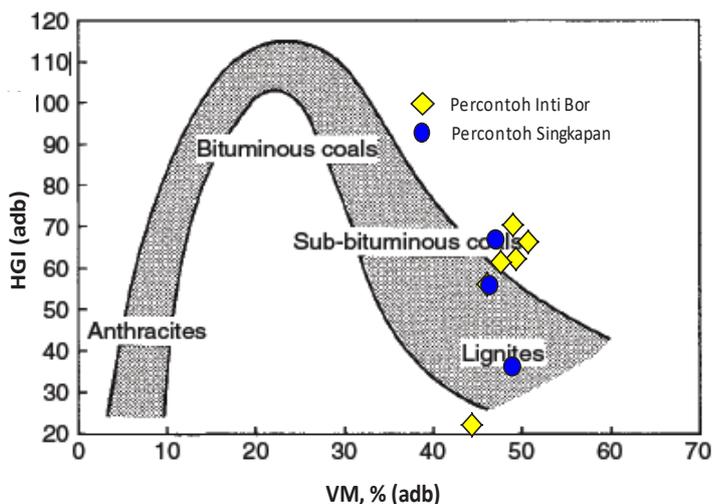
Karakteristik Batubara

Penentuan karakteristik batubara umumnya dapat terlihat melalui peringkat batubara (tingkat kematangan) dan komposisi material organik penyusunnya (tipe batubara). Peringkat batubara dapat diidentifikasi dengan menggunakan parameter hasil analisis proksimat, ultimat,

combustion properties, physical properties, kadar sulfur, dan petrografi.

Kombinasi parameter zat terbang dan HGI hasil analisis proksimat dan physical properties dapat digunakan untuk mengidentifikasi peringkat batubara. HGI merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kemudahgerusan batubara oleh alat penggerus yang proses pembakaran batubaranya menggunakan partikel halus (pulverized fuel). Semakin tinggi nilai peringkat suatu batubara (kecuali antrasit) semakin tinggi juga nilai HGI-nya (Berkowitz, 1979 dalam Wibisono dkk., 2019). Hubungan nilai HGI juga dapat dipengaruhi faktor lainnya seperti kandungan abu batubara yang rendah dan nilai zat terbang (Rance, 1975 dalam Wibisono dkk., 2019). Berdasarkan data kombinasi HGI dan zat terbang, batubara di daerah eskplorasi termasuk dalam peringkat batubara lignit s.d. subbituminus (Gambar 5).

Seam	Kode Percontoh	VM, % (adb)	HGI, (adb)
E	MK-02-5	50,55	67
E	MK-02-6	48,84	71
E	MK-02-7	49,21	63
E	MK-02-8	47,45	62
F	MK-02-9	44,35	23
E	MK-03-7	46,03	57
-	MKS-01	48,69	37
D	MKS-02	46,08	57
E	MKS-03	46,83	68



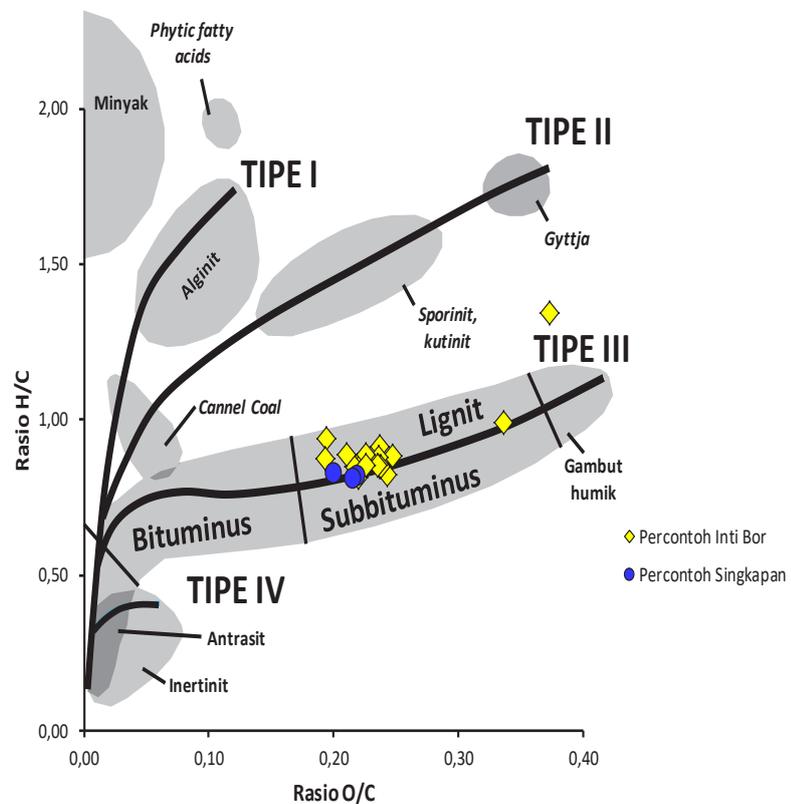
Gambar 5. Plot kandungan zat terbang (VM) terhadap HGI menurut Berkowitz (1979)

Penentuan peringkat batubara dapat pula dilakukan dengan rasio perbandingan antara unsur hidrogen dengan karbon (H/C) dan oksigen dengan karbon (O/C) hasil analisis ultimat yang kemudian diplot dalam diagram van Krevelen yang telah dimodifikasi oleh Cornelius (1978). Berdasarkan hasil perhitungan rasio H/C dan O/C yang kemudian dilakukan *plotting* dalam diagram tersebut mengindikasikan bahwa batubara di daerah eksplorasi termasuk dalam peringkat lignit s.d. subbituminus dan kerogen Tipe III (Gambar 6).

Identifikasi tipe batubara dapat dilakukan dengan menggunakan hasil analisis petrografi berupa komposisi maseral. Hasil analisis komposisi maseral

menunjukkan bahwa seluruh percontoh batubara pada daerah eksplorasi didominasi oleh kelompok vitrinit dengan kisaran 28,80% s.d. 82,20% serta sebagian kecil kelompok liptinit (0,40% s.d. 5,60%) dan kelompok inertinit (2,20% s.d. 15,60%) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4. Kelompok maseral vitrinit yang dominan mengindikasikan bahwa material tumbuhan penyusun batubara berasal dari tumbuhan berkayu (Diesel, 1992). Terdapat 2 sampel batubara yaitu MK-01-2 dan MK-01-3 dengan komposisi kelompok maseral 28,80% dan 48,40% atau kurang dari 68,00%. Hal ini disebabkan oleh kandungan lempung (*clay*) yang relatif tinggi mencapai 66,00% dan 38,60% (Tabel 4).

Seam	Kode Percontoh	H/C	O/C
-	MK-01-1	0,92	0,24
A	MK-01-2	1,34	0,37
-	MK-01-3	0,99	0,34
C	MK-02-1	0,82	0,24
C	MK-02-2	0,87	0,22
C	MK-02-3	0,86	0,23
D	MK-02-4	0,88	0,25
E	MK-02-5	0,88	0,24
E	MK-02-6	0,85	0,24
E	MK-02-7	0,85	0,22
E	MK-02-8	0,86	0,22
F	MK-02-9	0,81	0,22
F	MK-02-10	0,85	0,22
B	MK-03-1	0,89	0,23
B	MK-03-2	0,85	0,24
D	MK-03-3	0,85	0,24
D	MK-03-4	0,85	0,23
D	MK-03-5	0,89	0,21
D	MK-03-6	0,94	0,19
E	MK-03-7	0,87	0,19
-	MKS-01	0,82	0,22
D	MKS-02	0,83	0,20
E	MKS-03	0,81	0,21



Gambar 6. Plot rasio H/C dan O/C menurut Cornelius (1978)

Potensi Batubara

Persyaratan perhitungan potensi endapan batubara di daerah eksplorasi mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 5015:2019 tentang pedoman pelaporan hasil eksplorasi, sumber daya, cadangan batubara. Dasar klasifikasi potensi endapan batubara pada SNI tersebut berhubungan dengan aspek geologi dan aspek kelayakan. Aspek geologi berhubungan dengan tingkat keyakinan geologi yang secara kualitatif dicerminkan oleh jarak titik pengamatan dan kompleksitas geologi sedangkan

aspek kelayakan merupakan faktor pengubah yang meliputi teknis penambangan, pengolahan, ekonomi, pemasaran, legalitas, lingkungan, sarana dan prasarana, sosial, serta peraturan perundang-undangan.

Berdasarkan hal tersebut, perhitungan potensi endapan batubara untuk masing-masing *seam* batubara dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6, terbagi dalam klasifikasi Inventori Tertunjuk sebesar 6.120.459 dan Target Eksplorasi berkisar dari 1.030.136 ton s.d. 2.060.273 ton.

Tabel 5. Tabulasi perhitungan potensi endapan batubara yang termasuk klasifikasi Inventori Tertunjuk

Seam	Seam Batubara			Densitas Batubara (ton/m ³)	Potensi Endapan Batubara		
	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)		Per- Segmen (ton)	Per-Seam (ton)	Total (ton)
C	600	342	2,60	1,42	757.598	1.456.920	6.120.459
	400	342	2,60	1,42	505.066		
	400	342	0,40	1,42	77.702		
	600	342	0,40	1,42	116.554		
D	600	292	0,85	1,50	223.380	1.896.394	
	400	292	0,85	1,50	148.920		
	400	292	3,65	1,43	609.638		
	600	292	3,65	1,43	914.456		
E	600	307	4,85	1,41	1.259.652	2.767.145	
	400	307	4,85	1,41	839.768		
	400	307	1,50	1,45	267.090		
	600	307	1,50	1,45	400.635		

Tabel 6. Tabulasi perhitungan potensi endapan batubara yang termasuk klasifikasi Target Eksplorasi

Seam	Seam Batubara				Densitas Batubara (ton/m ³)	Potensi Endapan Batubara					
	Panjang (m)		Lebar (m)	Tebal (m)		Per-Segmen (ton)		Per-Seam (ton)		Total (ton)	
	Min.	Maks.				Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
A	500	1000	155	1,05	2,02	164.378	328.755	164.378	328.755	1.030.136	2.060.273
B	500	1000	255	2,45	1,45	452.944	905.888	452.944	905.888		
F	500	1000	292	1,95	1,45	412.815	825.630	412.815	825.630		

PROSPEK PEMANFAATAN DAN PENGEMBANGAN

Prospek pemanfaatan dan pengembangan batubara di daerah eksplorasi dapat dinilai berdasarkan beberapa aspek diantaranya aspek peringkat dan lokasi keberadaan batubara serta jumlah potensinya. Berdasarkan ketiga aspek tersebut, maka usulan pemanfaatan dan pengembangan batubara di daerah Mekarsari dapat berupa pembangkit listrik mulut tambang (*mine mouth power plant*) atau wilayah pertambangan (WP), ataupun dilakukan eksplorasi lanjutan untuk mengidentifikasi potensi batubara lebih detail.

KESIMPULAN DAN SARAN

Peringkat batubara di daerah Mekarsari termasuk klasifikasi lignit s.d. subbituminus serta didominasi oleh kelompok maseral vitrinit. Potensi batubara di daerah Mekarsari dikelompokkan menjadi 2 yaitu inventori tertunjuk sebesar 6.120.459 ton dan target eksplorasi yang berkisar dari 1.030.136 ton s.d. 2.060.273 ton.

Secara teknis, pelamparan batubara tidak dikontrol oleh keberadaan struktur dan mempunyai ketebalan dan kemenerusan batubara yang relatif baik,

sehingga hal ini memungkinkan untuk ditindaklanjuti ke tahapan eksplorasi selanjutnya dalam rangka mengidentifikasi dan mengungkap seluruh potensi endapan batubara di daerah tersebut. Namun, yang perlu menjadi pertimbangan lainnya secara non-teknis adalah akses jalan yang kurang memadai terutama apabila dalam kondisi cuaca hujan. Selain itu, kawasan peruntukkan lahan juga menjadi pertimbangan dikarenakan sebagian besar lahan masih digunakan untuk perkebunan karet baik yang dimiliki oleh masyarakat maupun badan usaha perkebunan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga prosiding ini dapat terselesaikan. Secara khusus pula, penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Badan Geologi, Kepala Pusat Sumber Daya Mineral Batubara, Koordinator Kelompok Batubara, Koordinator Tim Lapangan Kelompok Batubara, rekan-rekan di Kelompok Batubara dan Laboratorium, Bupati Kabupaten Batang Hari beserta staf, Kepala Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jambi beserta staf, Camat dan Kepala Desa setempat beserta staf.

DAFTAR PUSTAKA

- Amijaya, H. and Littke, R., 2005. *Microfacies and depositional environment of Tertiary Tanjung Enim low rank coal, South Sumatra Basin, Indonesia*. International Journal of Coal Geology, 61, 197- 221.
- Anonim, 2020. *Pemutakhiran data dan neraca sumber daya energi*, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung, Indonesia, (Tidak dipublikasikan).
- Baihaqi, A., Susilawati, R., Fauzielly, L., dan Muljana, B., I., 2017. *Studi perbandingan karakteristik kimia dan petrografi batubara lapangan x, Cekungan Sumatera Selatan dan lapangan y Cekungan Sumatera Tengah, Indonesia*, Buletin Sumber Daya Geologi, 12, 87-102, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Barber, A, J., Crow, M., J., dan Milsom, J., S., 2005. *Sumatra, Geology, Resources, and Tectonic Evolution*, Geological Society, London.
- Belkin, H., E., Tewalt, S., J., Hower, J., C., Stucker, D., J., O'Keefe, J., M., K., Tatu, C., Buia, A., G., 2010. *Petrography and geochemistry of Oligocene bituminous coal from the Jiu Valley, Petroşani basin (southern Carpathian Mountains), Romania*. International Journal of Coal Geology, Elsevier Science Publishers B.V., 82, 68-80.
- Berkowitz, N., 1979. *An introduction to coal technology*, Academic Press, New York, 345.
- Cook, A. C., 1982. *The origin and petrology of organic matter in coal, oil shales and petroleum source rocks*, University of Wollongong, Wollongong, New South Wales.
- Cornelius, C., D., 1978. *Muttergesteinfazies als parameter der erdolbildung*, Erdo I-Erdgas Zeitschrift, 3, 90-94.
- Diessel, C. F. K., 1992. *Coal-bearing depositional systems*, Springer- Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Gafoer, S., Corbie T., dan Purnomo, J., 1986. *Peta geologi lembar Lahat*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Rance, H., C. (1975). *Coal Quality Parameters and their Influence in Coal Utilisation*, Shell International Petroleum Co. Ltd, Technical Reports on Coal.
- Rautenbach, R., Strydom, C. A., Bunt, J. R., Matjie, R. H., Campbell, Q. P., dan Van Alphen, C., 2018. *Mineralogical, chemical, and petrographic properties of selected South African power stations' feed coals and their corresponding density separated fractions using float-sink and reflux classification methods*. International Journal of Coal Preparation and Utilization, 1923-2702.
- Scott, A., 2002. *Coal petrology and the origin of coal macerals: a way ahead?* International Journal of Coal Geology, Elsevier Science Publishers B.v. 50, 119-134.

- Taylor, G. H., Teichmuller, M., Davis A., Diessel, C. F. K., Littke R., dan Robert P., 1998. *Organic petrology*, Gebruder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Teichmuller, M., 1989. *The genesis of coal from the viewpoint of coal petrology*, International Journal of Coal Geology, Elsevier Science Publishers B.V., 12, 1-87.
- Wibisono, S. A., Dwitama, E. P., dan Prahesthi, I. O., 2019. *Petrografi dan geokimia batubara di daerah Pahrangan dan sekitarnya, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah*, Buletin Sumber Daya Geologi, 14, 65-78, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.

**EKSPLORASI BATUBARA DAN GMB
DENGAN METODE TERPADU GEOLOGI DAN GEOFISIKA
DI DAERAH KABUPATEN INDRAGIRI HULU, PROVINSI RIAU**

**Dede Ibnu Suhada, M. Arief Pinandita, M. Rizky Ramdhani, Eko Budi Cahyono,
dan Hans E.A. Siregar**

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Eksplorasi dilakukan di Kabupaten Indragiri Hulu yang termasuk dalam Cekungan Sumatra Tengah. Terdapat dua formasi pembawa batubara yang berumur Eosen Awal sampai Miosen Akhir yaitu Formasi Lakat dan Formasi Muara Enim.

Metode yang digunakan adalah pemetaan geologi permukaan dan seismik refleksi dengan fokus pada formasi pembawa batubara. Batubara yang diperoleh mempunyai ketebalan 0,4 s.d. 2 meter dengan kualitas cukup bervariasi dan peringkat batubara mulai dari lignit sampai *subbituminous*. Kegiatan eksplorasi ini dilakukan di empat daerah yaitu Kelesa, Ringin, Pejangki dan Bukit Meranti.

Total sumberdaya batubara dari daerah Kelesa, Ringin dan Pejangki sebesar 2,09 juta ton, sedangkan di Blok Bukit Meranti sebesar 48,2 juta ton pada kedalaman 200 s.d. 700 meter. Potensi sumberdaya Gas Metana Batubara (GMB) di Blok Bukit Meranti sebesar 1,58 milyar scf.

Kata kunci: Eksplorasi, Batubara, GMB, Seismik, Kabupaten Indragiri Hulu

PENDAHULUAN

Tahun 2021 ini Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi melakukan eksplorasi batubara dan Gas Metana Batubara (GMB) atau *Coalbed Methane* (CBM) dengan metode terpadu geologi dan geofisika untuk di daerah Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau (Gambar 1).

Maksud dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui pola sebaran, ketebalan

lapisan, serta bentuk geometris dari endapan batubara pada kedalaman lebih dari 100 meter. Sedangkan tujuannya adalah untuk inventarisasi data bawah permukaan yang diharapkan dapat menjadi dasar rekomendasi wilayah prospek potensi batubara bawah permukaan, baik itu untuk keperluan GMB dan batubara tambang dalam (*deep seated coal*).



Gambar 1. Lokasi daerah eksplorasi berada di Kabupaten Indragiri Hulu, Riau

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam kegiatan eksplorasi metode terpadu ini adalah pemetaan geologi dan survei seismik refleksi.

Pekerjaan pemetaan geologi yang dilakukan meliputi pencarian lokasi singkapan batubara pada formasi pembawa batubara, mengukur kedudukan dan tebal lapisan batubara, mengamati lapisan pengapit dan korelasinya dengan batubara, membuat sketsa dan dokumentasi tiap singkapan yang ditemukan, dan mengambil sampel batubara untuk keperluan analisis.

Kegiatan seismik yang dilakukan meliputi kalibrasi peralatan, tes parameter, akuisisi, pembuatan desain survei, pengukuran dan pemberian tanda

koordinat titik tembak dan receiver, pembentangan kabel dan pemasangan geofon, perekaman dengan penembakan *shot point* dan mengaktifkan *receiver*, kontrol kualitas, penyimpanan data dan terakhir pengolahan dan interpretasi data.

GEOLOGI REGIONAL

Secara regional daerah penyelidikan termasuk dalam Cekungan Sumatera Tengah. Cekungan ini merupakan cekungan sedimentasi Tersier penghasil hidrokarbon terbesar di Indonesia. Ditinjau dari posisi tektoniknya, Cekungan Sumatra Tengah merupakan cekungan belakang busur (Gambar 2).

Menurut Heryanto (2006), kelompok batuan tertua pada Cekungan Sumatera Tengah bagian timur adalah

Kelompok Tigapuluh yang berumur *Carbon* sampai *Perem* (Formasi Mentulu, Fm Pengabuan dan Formasi Gangsal), serta Granit Akar berumur pertengahan Trias sampai pertengahan *Jura*. Suwarna, dkk., (1994) membagi sedimen Tersier di Cekungan Sumatera Tengah bagian timur ini menjadi dua Kelompok (Gambar 3).

Kelompok Rengat yang paling tua adalah Formasi Kelesa berumur *Eosen - Oligosen Awal*, Formasi Lakat berumur *Oligosen – Miosen Awal*, Formasi Tualang berumur antara *Miosen Awal-Miosen Tengah*, Formasi Gumai berumur *Miosen Tengah*.

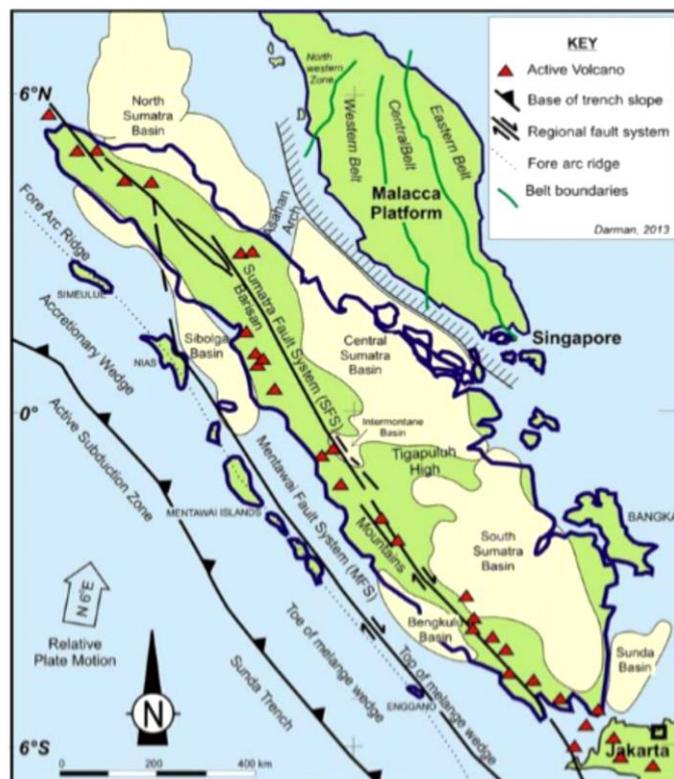
Di atas Kelompok ini adalah Kelompok Japura. Terdiri dari Formasi Air Benakat berumur *Miosen Tengah-Miosen*

Atas, Formasi Muaraenim berumur *Miosen Akhir-Awal Pliosen*, Formasi Kasai berumur *Pio-Plistosen*. Bagian atas cekungan adalah Endapan rawa.

HASIL PENYELIDIKAN

Morfologi daerah penyelidikan dibagi menjadi empat satuan, yaitu satuan morfologi pedataran, satuan morfologi perbukitan landai, satuan morfologi perbukitan bergelombang dan satuan morfologi perbukitan curam.

Pada daerah penyelidikan terdapat dua formasi pembawa batubara yaitu Formasi Lakat dan Formasi Muaraenim dan diperoleh 14 singkapan batubara yang tersebar di kedua formasi batuan tersebut.



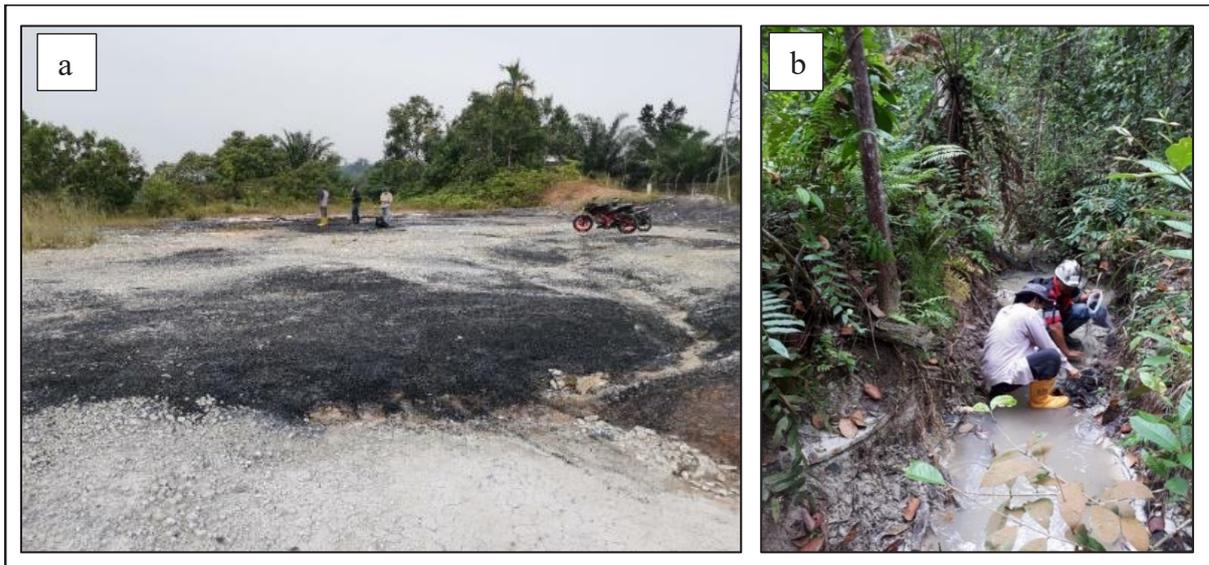
Gambar 2. Tatanan tektonik Sumatra (Darman and Sidi, 2000)

Keberadaan batubara di daerah penyelidikan dapat dikelompokkan menjadi empat blok sebagai berikut :

1. Kelesa, di lokasi ini diperoleh 5 singkapan batubara (KLS1, KLS3, KLS4, KLS5 dan KLS8) dengan ketebalan 0,25 meter s.d lebih dari 1 meter. Singkapan KLS1 ditunjukkan pada Gambar 4.a. Secara megaskopis batubara berwarna hitam dengan kilap terang, garis gores hitam, ringan, pecahan *blocky* sampai *subangular* dan banyak *cleat* . Batubara di lokasi ini berada pada Formasi Lakat yang berumur Oligosen sampai Miosen
2. Ringin, di lokasi ini diperoleh 4 singkapan batubara (KLS6, KLS7, KLS9 dan KLS10). KLS10 ditunjukkan di Gambar 4.b dengan ketebalan lebih dari 1 meter. Secara megaskopis batubara berwarna coklat dengan kilap kusam, garis gores coklat, agak keras dan struktur kayu masih terlihat.
3. Pejangki, di lokasi ini didapatkan 5 singkapan batubara (KLS11, KLS12, KLS13, KLS13A dan KLS14) dengan ketebalan 0,35 meter s.d 0,5 meter. Secara megaskopis batubara berwarna hitam dengan kilap *half bright*, garis gores hitam, ringan, rapuh dan pecahan *subangular*. Batubara di lokasi ini berada pada Formasi Lakat yang berumur Oligosen sampai Miosen.
4. Bukit Meranti, batubara berada di bawah permukaan dan merupakan target pengukuran seismik di Lintasan 1 dan 2. Berdasarkan data sumur Kerampol-1, batubara di bawah merupakan batubara peringkat lignit. Peringkat tersebut diperkirakan batubara dari Formasi Muaraenim.



Gambar 3. Korelasi stratigrafi Cekungan Sumatera Tengah bagian timur dengan Subcekungan Jambi (Heryanto, R. 2006)



Gambar 4. Singkapan batubara KLS1 (a) dan KLS10 (b)

PEMBAHASAN

Coal Properties

Karakter batubara (*coal properties*) diketahui dari berbagai hasil analisis laboratorium, diantaranya analisis kimia, fisika, petrografi organik dan *coking property*. Hasil analisis proksimat, *Total Sulphur* (TS), Berat Jenis atau *Relative Density* (RD), Nilai Kalori (*Calorific Value / CV*) dan Tingkat Ketergerusan atau *Hardgrove Grindability Index* (HGI) ditunjukkan pada Tabel 1.

Batubara daerah penyelidikan termasuk pada batubara kalori rendah sampai sangat tinggi dengan nilai kalori 2079 s.d. 7273 kal/gr (adb). Kandungan air total (*Total Moisture / TM*) bervariasi mulai dari 13,35 s.d. 56,01 %. Kandungan zat terbang (*Volatile Matter / VM*) mulai dari 25,07 s.d. 45,03 %, kandungan karbon tertambat (*Fixed Carbon / FC*) antara 13,12 dan 51,75 %, kandungan sulfur 0,20 s.d.

1,65 %, RD 1,32 s.d. 1,96, serta HGI mulai dari 44 s.d. 68.

Hasil analisis ultimat dalam basis *dried ash free* (daf) menunjukkan bahwa kandungan batubara didominasi oleh karbon (57,36 s.d. 79,43%), diikuti oleh hidrogen (4,87 s.d. 6,78%), nitrogen (0,69 s.d. 1,60%), oksigen (12,44 s.d. 29,64%) dan sulfur (0,28 s.d. 1,78%).

Analisis petrografi organik menunjukkan bahwa batubara di daerah penyelidikan didominasi oleh kelompok maseral vitrinit (30,0 s.d. 77,4%), diikuti oleh kelompok maseral inertinit (2,0 s.d. 14,6%) dan kelompok maseral liptinit (0,6 s.d. 7,4%). Sisanya adalah *mineral matter* yang didominasi oleh mineral lempung (2,0 s.d. 68,0%) dan diikuti pirit (0,2 s.d. 7,0%) sedangkan oksida besi tidak terdeteksi.

Rata-rata dari reflektansi vitrinit sampel batubara berkisar antara 0,30 s.d. 0,55%. Reflektansi terbesar dimiliki oleh

sampel batubara dari Formasi Lakat yaitu 0,41% s.d. 0,55% dan termasuk peringkat batubara *subbituminous C s.d. A* menurut Moore (2012). Kemudian pada sampel batubara Formasi Muaraenim nilai reflektansi vitrinitnya berkisar 0,30% s.d 0,32% dan termasuk peringkat batubara *lignit*.

Analisis *Free Swelling Index* (FSI) dilakukan terhadap 11 sampel batubara

dan hasilnya menunjukkan nilai FSI berkisar dari 0 s.d 1. Sampel yang bernilai 0 adalah batubara dari Formasi Muaraenim sedangkan dengan nilai 1 adalah sampel dari Formasi Lakat. Hasil ini menunjukkan bahwa sampel dengan nilai 0 bukan merupakan batubara *coking* sedangkan sampel dengan nilai FSI 1 merupakan kategori *swelling index* rendah (Thomas, 2002).

Tabel 1. Hasil Analisis Proksimat dan Nilai Kalori Batubara Kabupaten Indragiri Hulu, Riau

No	Kode Sampel	Proksimat						TS (% adb)	RD	Kalori CV (cal/gr; %adb)	HGI
		FM (%ar)	TM (%ar)	M (%adb)	VM (%adb)	FC (%adb)	Ash (%adb)				
1	KLS1	16,70	20,37	4,41	38,87	51,75	4,98	0,62	1,34	7078	48
2	KLS3	26,52	31,02	6,13	38,17	46,31	9,40	0,58	1,43	6063	-
3	KLS4	13,35	16,74	3,91	41,42	50,94	3,74	1,65	1,34	7197	44
4	KLS6	56,01	59,90	8,85	45,03	37,10	9,03	0,29	1,48	5118	-
5	KLS7	43,02	45,58	1,5	25,07	13,12	57,32	0,20	1,96	2078	-
6	KLS8	18,22	21,41	3,9	42,59	49,20	4,32	0,29	1,32	7273	48
7	KLS9	55,91	59,96	9,19	42,24	34,76	13,82	0,20	1,54	4683	68
8	KLS10	53,62	57,45	8,25	38,89	31,74	21,13	0,76	1,61	4229	-
9	KLS12	20,22	23,06	3,56	26,55	23,35	44,54	0,21	1,75	3684	-
10	KLS13A	21,13	24,98	4,88	40,22	49,72	5,18	0,61	1,48	6753	-
11	KLS14	18,22	22,33	5,03	33,00	46,81	15,17	0,92	1,47	5911	-
Kisaran		13,35 - 56,01	16,74 - 59,96	1,5 - 9,19	25,07 - 45,03	13,12 - 51,75	3,74 - 57,32	0,20 - 1,65	1,32 - 1,96	2078 - 7273	44 - 68
Rata-rata		31,17	34,80	5,42	37,46	38,51	17,15	0,58	1,52	5460,64	31,17

CBM Properties

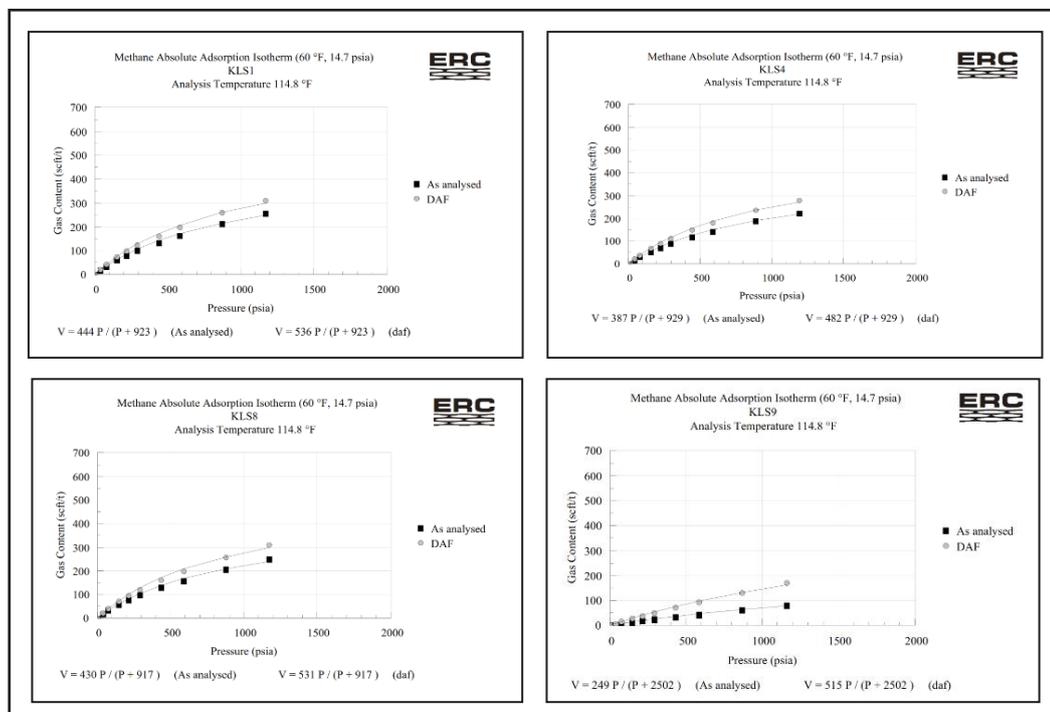
Karakter batubara sebagai reservoir CBM dapat dilihat dari hasil analisis adsorption isotherm. Maksud pengujian *adsorption isotherm* adalah untuk mengetahui kapasitas serap batubara sebagai fungsi tekanan, yang diekspresikan sebagai hubungan antara volume gas terserap dengan tekanan gas (Amarullah, dkk. 2010). Kandungan gas hasil pengukuran *adsorption isotherm* selalu mewakili kapasitas serapan atau jumlah maksimum gas yang dapat diikat oleh batubara (*storage capacity*).

Hasil analisis adsorption isotherm menunjukkan bahwa Formasi Lakat mempunyai kapasitas serap lebih besar dibandingkan dengan sampel yang berasal dari Formasi Muaraenim (Tabel 2).

Tabel 2. Gas content yang diperoleh dari hasil analisis *adsorption Isotherm*

Sampel	Tekanan	Gas Content (scf/ton)	
		adb	daf
KLS1	581	164	199
KLS4	590	145	180
KLS8	589	161	199
KLS9	584	46	94

Kapasitas serap dari sampel Formasi Lakat (KLS1, KLS4 dan KLS8) pada tekanan 581 s.d 589 psia atau kedalaman sekitar 600 meter bervariasi mulai dari 145 s.d.164 scf/ton (adb). Sedangkan pada Formasi Muaraenim (KLS9) pada tekanan 584 psia atau kedalaman 600 meter kapasitas serapnya adalah 46 scf/ton (adb) dan 94 scf/ton (daf) (Gambar 5).



Gambar 5. Kurva Kurva Volume dan Tekanan Langmuir pada sampel KLS1, KLS4, KLS8 dan KLS9 yang diperoleh dari hasil uji *adsorption isotherm*

Survei Seismik Refleksi

Pada survei seismik daerah Indragiri Hulu ini telah dilakukan pengukuran seismik pada tiga lintasan seismik yaitu Lintasan 1, 2 dan 3. Dua lintasan (1 dan 2) berada di perkebunan sawit Desa Bukit Meranti dan berarah relatif barat-timur. Lintasan 1 memiliki panjang 3,9 kilometer, lintasan 2 memiliki panjang 2,1 kilometer dan lintasan 3 memiliki panjang 2,3 kilometer. Penentuan arah lintasan ini berdasarkan aspek dan target dari sebaran lapisan batubara di lokasi penyelidikan. Pengolahan data seismik dilakukan secara 3 tahapan yaitu *preprocessing*, *processing*, dan *stack display*. Beberapa tahapan pengolahan ini telah berhasil meningkatkan S/N Ratio yang berdampak pada peningkatan kualitas data penampang seismik.

Evaluasi potensi GMB daerah penyelidikan

Potensi GMB di daerah penyelidikan dilihat dari berbagai aspek, diantaranya adalah aspek peringkat batubara, kemenerusan dan kedalaman lapisan batubara, serta struktur geologi yang berkembang (Rahmat, dkk., 2020).

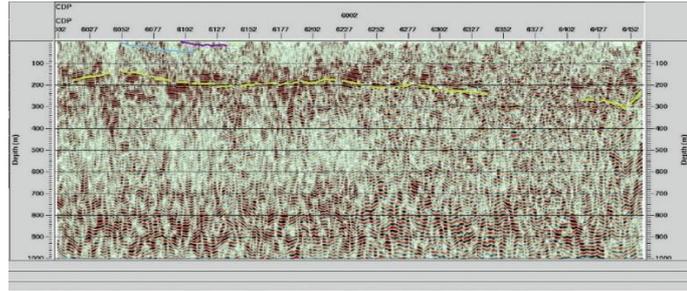
Peringkat batubara di daerah penyelidikan dibagi menjadi dua yaitu

batubara peringkat lignit pada Formasi Muaraenim dan batubara peringkat *subbituminous* pada Formasi Lakat.

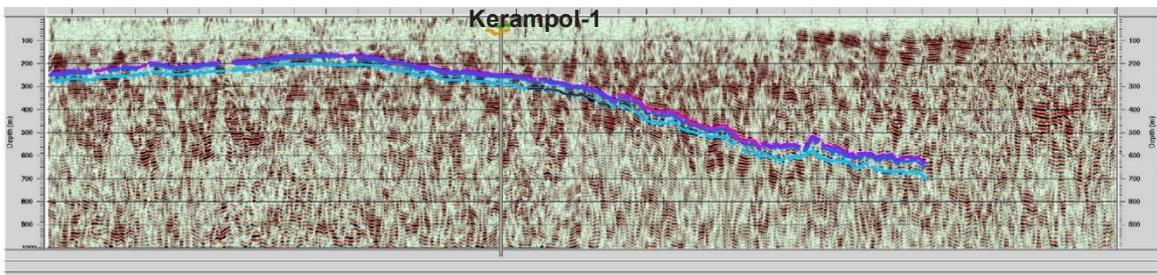
Berdasarkan kemenerusan dan kedalaman batubara dari hasil interpretasi seismik, maka batubara Formasi Lakat yang berada di Lintasan 3 mempunyai pola undulasi atau antiklinorium dan kemungkinan tidak menerus serta kedalaman lapisan kurang dari 100 meter (Gambar 6). Sedangkan batubara Formasi Muaraenim di Lintasan 1 dan 2 mempunyai pola menerus dan dapat diamati polanya sampai kedalaman 700 meter (Gambar 7).

Analisis peta geologi menunjukkan bahwa batubara Formasi Lakat mempunyai struktur yang lebih banyak dibandingkan dengan batubara pada Formasi Muaraenim (Gambar 8).

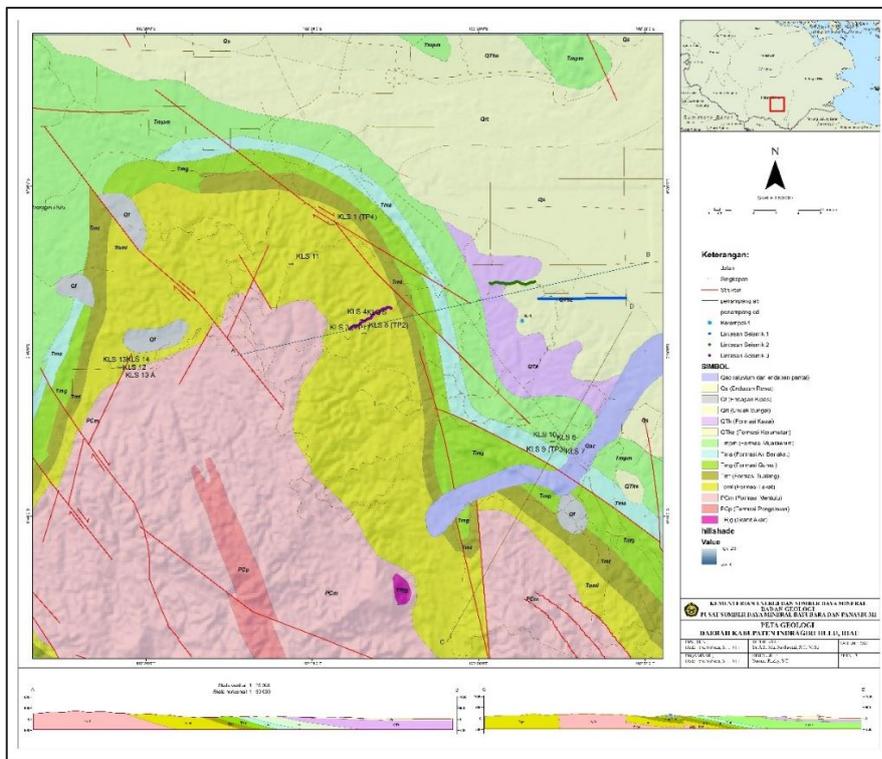
Rekomendasi untuk pengeboran GMB pada Formasi Muaraenim bisa dilakukan di tengah Lintasan 1. Pada lokasi ini lapisan batubara berada pada kedalaman sekitar 700 meter. Sedangkan pada Lintasan 3 yaitu Formasi Lakat tidak direkomendasikan mengingat pola lapisan berupa antiklinorium dan tidak mencapai kedalaman yang maksimal. Diperlukan pencarian lokasi lain di Formasi Lakat dengan kedalaman yang maksimal.



Gambar 6. Penampang Lintasan 3 dan hasil interpretasi zona batubara dari tes pit 1 (warna ungu) dan tes pit 2 (warna biru). Sedangkan lapisan berwarna kuning merupakan interpretasi pola batuan di kedalaman 200 meter



Gambar 7. Penampang Lintasan 1 dan 2 dan hasil interpretasi zona batubara tidak menerus (warna hijau, kuning) dan menerus (warna ungu, biru tua dan biru muda) berdasarkan titik ikat Sumur Karampol-1



Gambar 8. Peta Geologi Kabupaten Indragiri Hulu

Perhitungan *gas-in-place*

Gas-in-place (GIP) adalah volume gas yang terdapat di dalam suatu reservoir batuan, baik itu batubara, serpih dan batuan lain. Untuk menghitung kandungan gas dalam batubara (GIP), digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{GIP} = \text{Sumber daya batubara} \times \text{Gas} \\ (\text{in situ}) \text{ content}$$

Perhitungan GIP pada suatu lapisan batubara dilakukan dengan menggunakan angka sumber daya batubara dan kandungan gas *in-situ* yang biasanya diperoleh dari analisis *desorption* batubara. Akan tetapi apabila analisis *desorption* masih belum dilakukan, maka dapat juga menggunakan hasil analisis *adsorption isotherm*. Namun ada hal yang perlu dipertimbangkan jika menggunakan nilai kandungan gas hasil dari analisis *adsorption isotherm*.

Perhitungan GIP secara kasar dilakukan pada batubara Formasi Muaraenim yang berada di Lintasan 1 dan 2 atau Blok Bukit Meranti. Data kedalaman dan lebar diperoleh dari hasil interpretasi seismik untuk interpolasi zona batubara. Sedangkan data *gas content* berasal dari analisis *adsorption isotherm* yang dilakukan pada singkapan KLS9 atau Tes Pit 3.

Total sumberdaya batubara yang bisa dihitung sebesar 48.240.000 ton

dengan *Gas-in-place* sebesar 1.582.272.000 scf.

KESIMPULAN

Potensi batubara di Kabupaten Indragiri Hulu tersebar di dua formasi pembawa batubara yaitu Formasi Lakat dan Formasi Muaraenim dengan ketebalan mulai dari 0,25 meter sampai dengan 2,1 meter dan termasuk dalam peringkat *lignite* sampai *bituminous*. Batubara tersebar di empat blok penyelidikan yaitu Desa Kelesa, Desa Ringin, Daerah Pejangki dan Bukit Meranti.

Kegiatan seismik dibagi menjadi tiga lintasan dengan total panjang 8,3 km. Hasil seismik menunjukkan pola perlapisan pada Lintasan 3 adalah antiklinorium. Sedangkan pada Lintasan 1 dan 2 menunjukkan pola kemenerusan yang semakin mendalam hingga 700 meter lebih.

Berdasarkan titik ikat sumur Karampol-1 maka ketebalan batubara di Lintasan 1 dan 2 adalah 2,0 meter, 2,5 meter dan 1,5 meter yang merupakan batubara dari Formasi Muaraenim.

Sumberdaya batubara di daerah Kelesa, Ringin dan Pejangki adalah 2.093.907 ton, sedangkan di Blok Bukit Meranti sebesar 48.240.000 ton pada kedalaman 200 s.d. 700 meter. Potensi sumberdaya GMB di Blok Bukit Meranti sebesar 1.582.272.000 scf.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarullah, D., Rahmat, S.B., dan Simatupang, D.P. 2009. Potensi Gas Metan Batubara (*CoalBed Methane*) di Cekungan Ombilin, Sumatera Barat., Buku-1: Bidang Energi. *Prosiding Hasil Kegiatan Lapangan Pusat Sumber Daya Geologi*. Bandung.
- Darman, H. and Sidi, F.H., 2000, *An Outline of The Geology of Indonesia*, Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Jakarta.
- Heryanto, R. 2006. Perbandingan karakteristik lingkungan pengendapan, batuan sumber dan diagenesis Formasi Lakat di lereng timur laut dengan Formasi Talangakar di tenggara Pegunungan Tigapuluh Jambi. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 1 No. 4: 173-184.
- Moore, T.A. 2012. Coalbed methane: A review, *Int. J. Coal Geol.* 101, 36–81.
- Rahmat, S.B., Simatupang, D.P., Ramdhani, M.R., Siregar, H.E.A., Ervianna, F., Sina, I., dan Rustandi, U. 2020. Laporan Eksplorasi Batubara dan GMB dengan Metode Terpadu Geologi dan Geofisika di Daerah Muara Lakitan, Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi. Bandung.
- Suwarna, N., Budhitrinsa, T., Santosa, S., dan Mangga. 1994. *Geologi Lembar Rengat Sumatra*. P3G. Bandung.
- Thomas, L. 2002, *Coal Geology*, Wiley, England.

SURVEI SEISMIK BATUBARA DAERAH BABATTOMAN, KABUPATEN MUSI BANYUASIN, PROVINSI SUMATRA SELATAN

**M. Rizki Ramdhani, Hans E.A. Siregar, Fatimah, Ibnu Sina, Ujang Rustandi,
Wawan S. Nugraha, dan Uju Darsita**

Kelompok Kerja Batubara
Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Survei seismik dilakukan di daerah Babattoman, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatra Selatan. Lokasi survei secara geologi berada di Cekungan Sumatra Selatan dengan target Formasi Muara Enim. Survei ini bertujuan untuk mengetahui konfigurasi lapisan bawah permukaan dalam upaya mendelineasi wilayah prospek batubara sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam penentuan titik pengeboran Gas Metana Batubara.

Metode yang diterapkan adalah seismik refleksi menggunakan 24 *channel* dengan *geophone* 14 Hz dan *Mini-Sosie* sebagai sumber energi (Sumber Getar). Jarak interval penerima (*geophone*) dan sumber getar adalah 10 meter. Survei ini menggunakan konfigurasi "*fixed receiver and moving source*". Pengukuran dilakukan pada 2 lintasan yaitu Lintasan-1 sepanjang 2,2 km dan Lintasan-2 sepanjang 6,3 km. Interpretasi sederhana dilakukan dengan mengkombinasikan analisis karakter amplitude seismik dan ketebalan lapisan batubara dari data bor terdahulu. Data penampang seismik terinterpretasi dapat dengan jelas mengidentifikasi lapisan batubara target, yaitu lapisan Gantung-1 dan Babat. Hasil penyelidikan seismik refleksi dangkal terkonfirmasi dapat menggambarkan konfigurasi bawah permukaan.

Kata kunci: Batubara, Seismik Refleksi, Formasi Muara Enim, Cekungan Sumatra Selatan

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi batubara bawah permukaan yang besar dengan jumlah sumber daya batubara bawah permukaan Indonesia mencapai 43,02 miliar ton (Anonim, 2020). Istilah "Batubara Bawah Permukaan" pada tulisan ini adalah batubara yang berada pada

kedalaman lebih dari 100 meter dari permukaan tanah. Salah satu peluang pemanfaatan batubara bawah permukaan ini adalah pengembangan Gas Metana Batubara (GMB) atau lebih dikenal dengan *CoalBed Methane* (CBM). Pengembangan GMB ini memerlukan data geologi bawah

permukaan yang cukup rinci. Survei Seismik ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui konfigurasi lapisan bawah permukaan dalam upaya mendelineasi wilayah prospek batubara sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam penentuan titik pengeboran GMB.

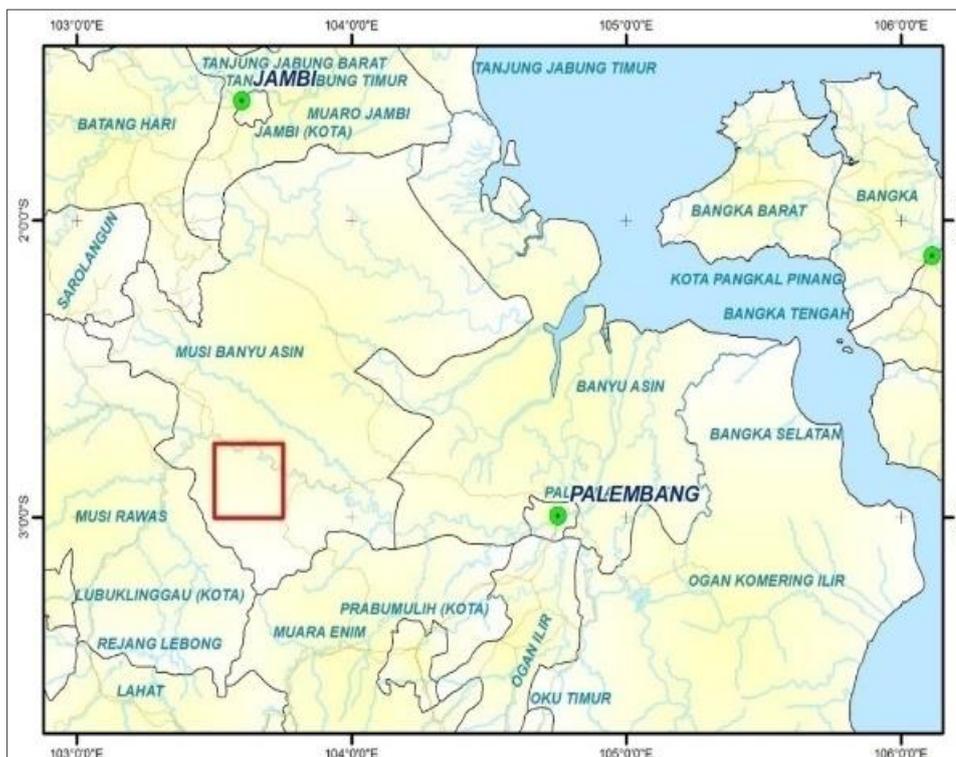
Survei ini dilakukan di daerah Babattoman, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatra Selatan (Gambar 1). Kegiatan survei dilaksanakan pada bulan Maret 2021 oleh Tim dari Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP). Hasil survei ini selain untuk membantu pengembangan GMB, juga dapat dimanfaatkan untuk keperluan lainnya seperti tambang dalam batubara (*underground coal mining*) dan gasifikasi

batubara bawah permukaan (*underground coal gasification / UCG*).

METODOLOGI

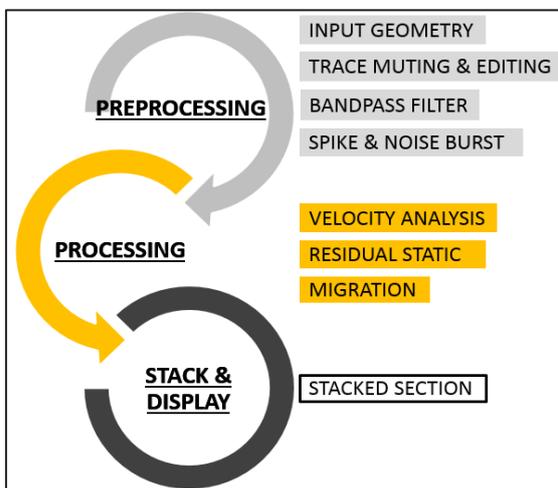
Metode yang diterapkan pada survei ini adalah seismik refleksi dangkal. Seismik refleksi dangkal umumnya memiliki target objek dengan kedalaman 100 hingga 500 meter dan umumnya diaplikasikan untuk tujuan geoteknik dan tambang bawah permukaan (Reynolds, 2011).

Pengukuran seismik refleksi diawali dengan menentukan desain lintasan seismik, dilanjutkan dengan perekaman data bawah permukaan dan interpretasi. Proses interpretasi ini menggunakan data penampang seismik dari data pengeboran terdahulu sebagai titik ikat.



Gambar 1. Lokasi kegiatan survei

Survei seismik ini menggunakan 21 *channel* dengan spasi *geophon* 10 m, spasi penembakan 10 m, *record length* 1 s, *sampling interval* 2 ms, *sweep length* 30 s, *all low gain*, dan jumlah *stack* 1-3 tiap penembakan. Konfigurasi akuisisi dilakukan dengan *fixed receiver-moving source* dengan sumber getar *mini sosie*. Pengolahan data dilakukan melalui serangkaian proses seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Flow chart* pengolahan data seismik refleksi (Ramdhani, *et al*, 2021)

GEOLOGI REGIONAL

Daerah penyelidikan termasuk dalam Cekungan Sumatra Selatan. Cekungan ini terbentuk pada Pra-Tersier hingga Tersier Awal pada saat fasa ekstensi barat – timur (Darman dan Sidi, 2000).

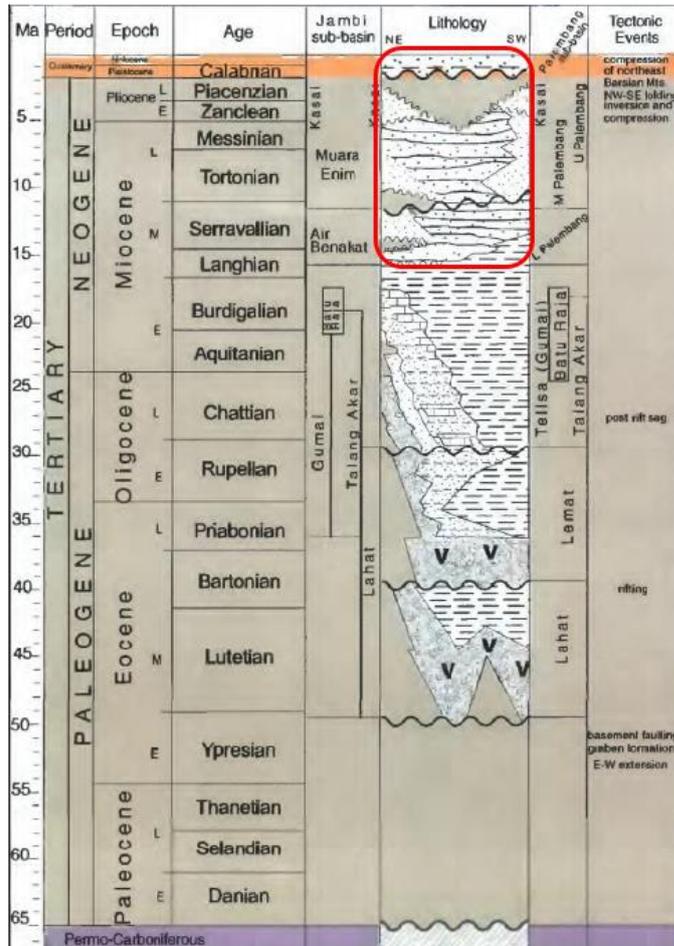
Stratigrafi Tersier Cekungan Sumatra Selatan dibagi menjadi dua

sekuen, yaitu fasa transgresi dan regresi. Kelompok Telisa termasuk di dalamnya Formasi Gumai atau Telisa masuk dalam fasa transgresi. Kelompok Palembang yang di dalamnya termasuk Formasi Airbenakat (Palembang Bawah), Formasi Muaraenim (Palembang Tengah), dan Formasi Kasai (Palembang Atas) masuk dalam fasa regresi (Bishop, 2001 – Gambar 3).

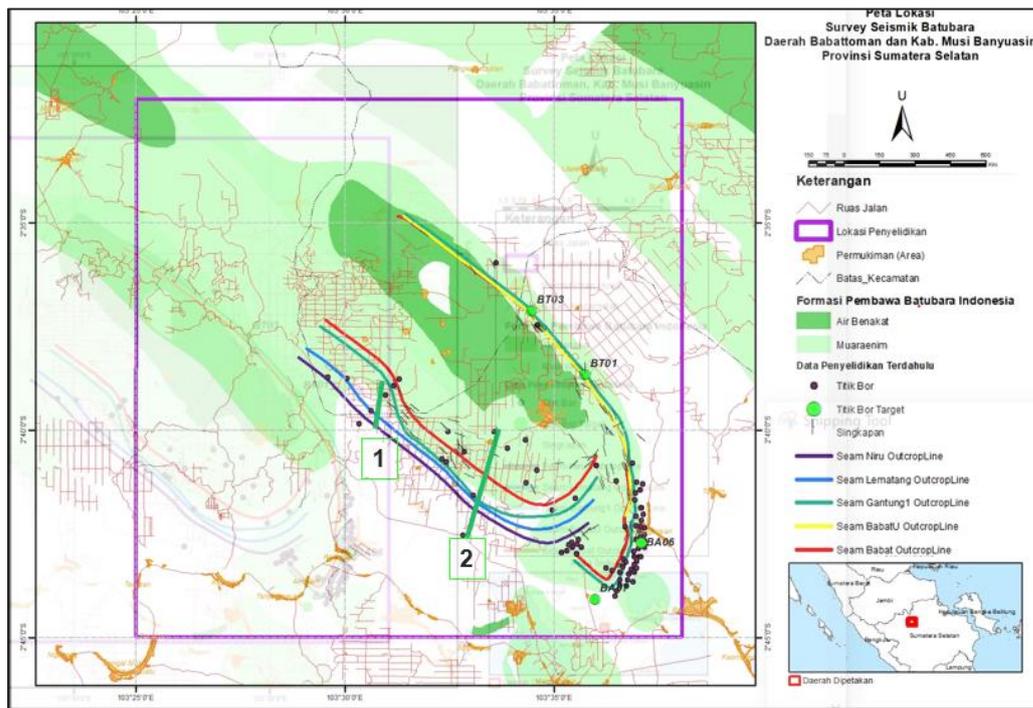
Sesar dan antiklinorium pada batuan Tersier merupakan bagian dari fasa tektonik kompresi Plio-Pleistosen. Antiklin dan sinklin saling berhubungan dengan arah sumbu lipatan baratlaut – tenggara. Jurus lapisan batuan berarah baratlaut – tenggara dengan kemiringan lapisan batuan mengikuti sayap lipatan. Sesar turun berarah timurlaut – baratdaya dengan kelurusan berarah baratlaut – tenggara. (Pulunggono, *et al*, 1992).

HASIL KEGIATAN

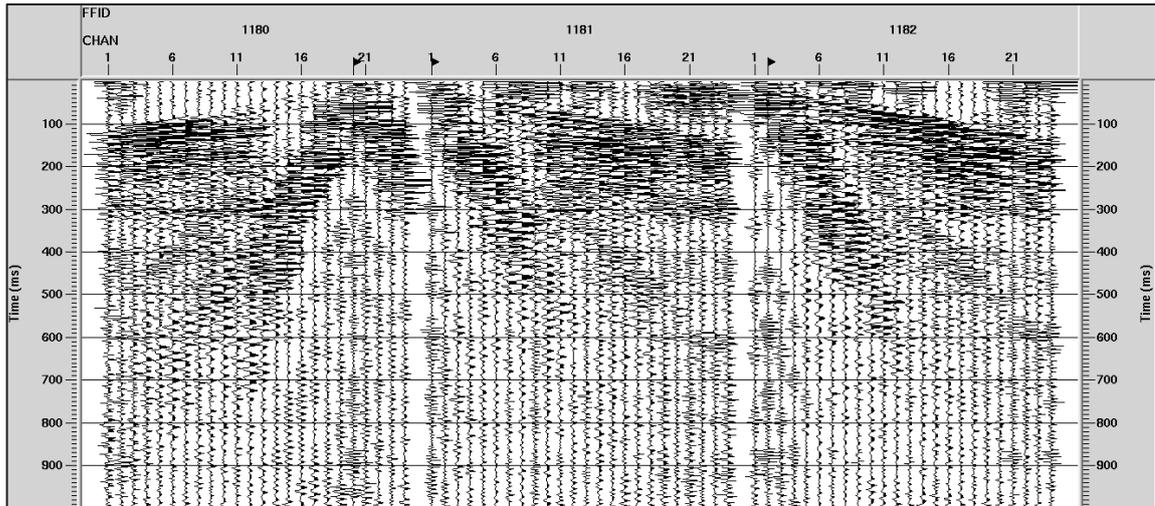
Pengukuran seismik dilakukan pada 2 lintasan seismik yaitu Lintasan-1 dan Lintasan-2 (Gambar 4). Penentuan arah lintasan didasarkan pada aspek geologi dan pola sebaran lapisan batubara target. Lintasan-1 memiliki panjang 2,2 kilometer sedangkan Lintasan-2 sepanjang 6,3 km. Data mentah (*raw data*) dari kedua lintasan ini dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



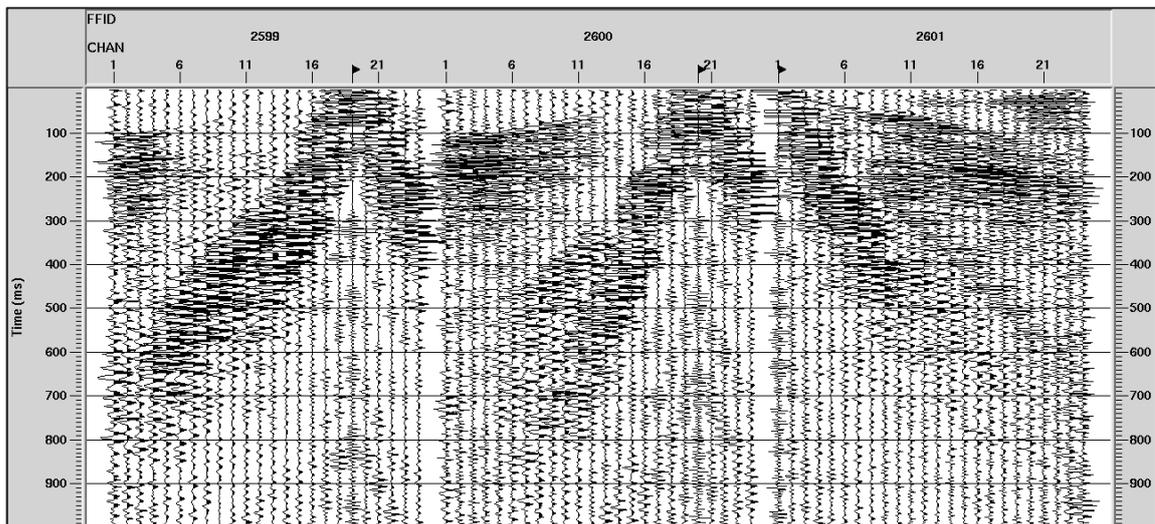
Gambar 3. Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan (Bishop, 2001)



Gambar 4. Peta Lintasan Seismik (Garis hijau no.1 dan no.2), memotong lapisan batubara



Gambar 5 Hasil rekaman penembakan (*Shot Gather*) dari lintasan 1



Gambar 6. Hasil rekaman penembakan (*Shot Gather*) dari lintasan 2

PEMBAHASAN

Pada pengolahan data seismik refleksi dangkal, tidak ada kriteria khusus dan baku. Sebagai contoh, dalam beberapa kasus data seismik refleksi dangkal tidak membutuhkan dekonvolusi dalam tahap pengolahan data (Yilmaz, 2015). Semua parameter dioptimalkan untuk meminimalisir *noise* dan menjaga frekuensi tinggi data seismik.

Pengolahan data seismik Babattoman dilakukan sesuai alur pada Gambar 2. Proses pengolahan ini berdampak pada peningkatan kualitas data penampang seismik. Data yang sudah diolah kemudian diikat pada data sumur peneliti terdahulu hasil pengeboran daerah Babat (Amarullah, dkk., 2001). Data yang digunakan sebanyak 3 sumur yaitu BA-13 dan BA-14 yang dilalui Lintasan-1 serta BA-10 yang dilalui Lintasan-2 (Tabel 1).

Tabel 1. Sumur pengeboran Babat*) yang dilalui lintasan seismik Babattoman

Sumur	Seam Batubara	Ketebalan (m)	Estimasi Kedalaman (m)
BA-14	Gantung-1	6,5	26,4 – 32,9
	Babat	8	93 – 101
BA-13	Gantung-1	3,8	32,7 – 36,5
	Babat	6,5	103 – 110
BA-10	Babat	21,5	40 – 61,5

*) Pengeboran Babat: Amarullah, dkk., (2001)

Batubara memiliki sifat fisis dengan cepat rambat dan densitas yang rendah jika dibandingkan dengan batuan sedimen lainnya (pasir, serpih, lempung). Studi karakteristik fisis ini telah dibuktikan oleh banyak *geoscientists* dengan percobaan laboratoriumnya (Yao and Han, 2008; Morcote, *et al*, 2010; Dirgantara, *et al*, 2011; Pan *et al.*, 2013; Li, *et al*, 2016; Zou *et al.*, 2018). Ciri densitas dan cepat rambat yang rendah, batubara akan memiliki kontras impedansi akustik yang rendah dibandingkan batuan lainnya. Hal ini akan membuat batubara menghasilkan anomali *bright amplitude* pada penampang seismik. *Bright anomaly* ini mirip dengan anomaly *bright anomaly* pada *gas sand (Bright Spot)* (Chopra and Castagna, 2014; Simm and Bacon, 2014) Cepat rambat gelombang seismik batubara berada pada interval 1800-2500 m/s dengan rata-rata 2000 m/s (Mavko, Mukerji and Dvorkin, no date; Thomas, 2012).

Evaluasi kualitas data dilakukan pada setiap penampang seismik (*stack*) kedua lintasan. Lintasan-1 memiliki kualitas data yang lebih baik dibandingkan Lintasan-2. Hal ini dapat terlihat dari

reflektor yang muncul dari tahapan *pre-processing*. Reflektor yang muncul pada Lintasan-1 berada di tengah dan di ujung lintasan dan sudah mulai terlihat pola undulasi.

Ketebalan lapisan batubara pada data sumur terdahulu bervariasi mulai dari 6 hingga 21 meter. Dengan rata-rata cepat rambat 2000 m/s dan frekuensi dominan 60 Hz, akan diperoleh *tuning thickness* 8 m. *Tuning thickness* adalah batas ketebalan minimum lapisan yang dapat dipisahkan *top & bottom* lapisan tersebut pada amplitudo gelombang seismik. Lapisan batuan dengan ketebalan lebih dari 8 m akan dapat terpisahkan dengan baik. Sedangkan untuk melihat ketebalan lapisan batuan yang kurang dari 8 m diperlukan analisis seismik lebih lanjut seperti *attribute & inversion*.

Sebelum melakukan interpretasi, penampang seismik hasil pengolahan data seismik harus dikonversi dulu ke *domain* kedalaman (*depth*). Konversi ini dilakukan secara sederhana dengan melakukan perhitungan berdasarkan model kecepatan yang diperoleh dari proses analisis kecepatan pada tahapan pengolahan data

dan waktu rambat gelombang seismik. Setelah penampang seismik memiliki *domain* kedalaman (*depth*), tahapan selanjutnya adalah pengikatan data sumur terdahulu terhadap penampang seismik. Pengikatan ini dilakukan secara sederhana yaitu dengan melakukan *matching* kedalaman pada kedua data tersebut. Pengikatan sederhana ini dilakukan secara sederhana karena keterbatasan data *well-log* pada penyelidikan ini. Setelah data sumur terikat dengan seismik, proses selanjutnya adalah melakukan *picking horizon (coal layer)* dengan melihat karakteristik amplitudo yang cerah dan menerus. Berdasarkan data amplitudo seismik dan kemenerusan ini dapat dibuat beberapa interpretasi geologi. Refleksi yang menerus dapat diinterpretasikan sebagai kemenerusan suatu lapisan batuan dan secara langsung berkaitan dengan proses sedimentasi dan lingkungan pengendapan. Amplitudo refleksi memberikan informasi kontras litologi dan kandungan fluida yang terdapat pada lapisan batuan tersebut (Veeken and Moerkerken, 2013).

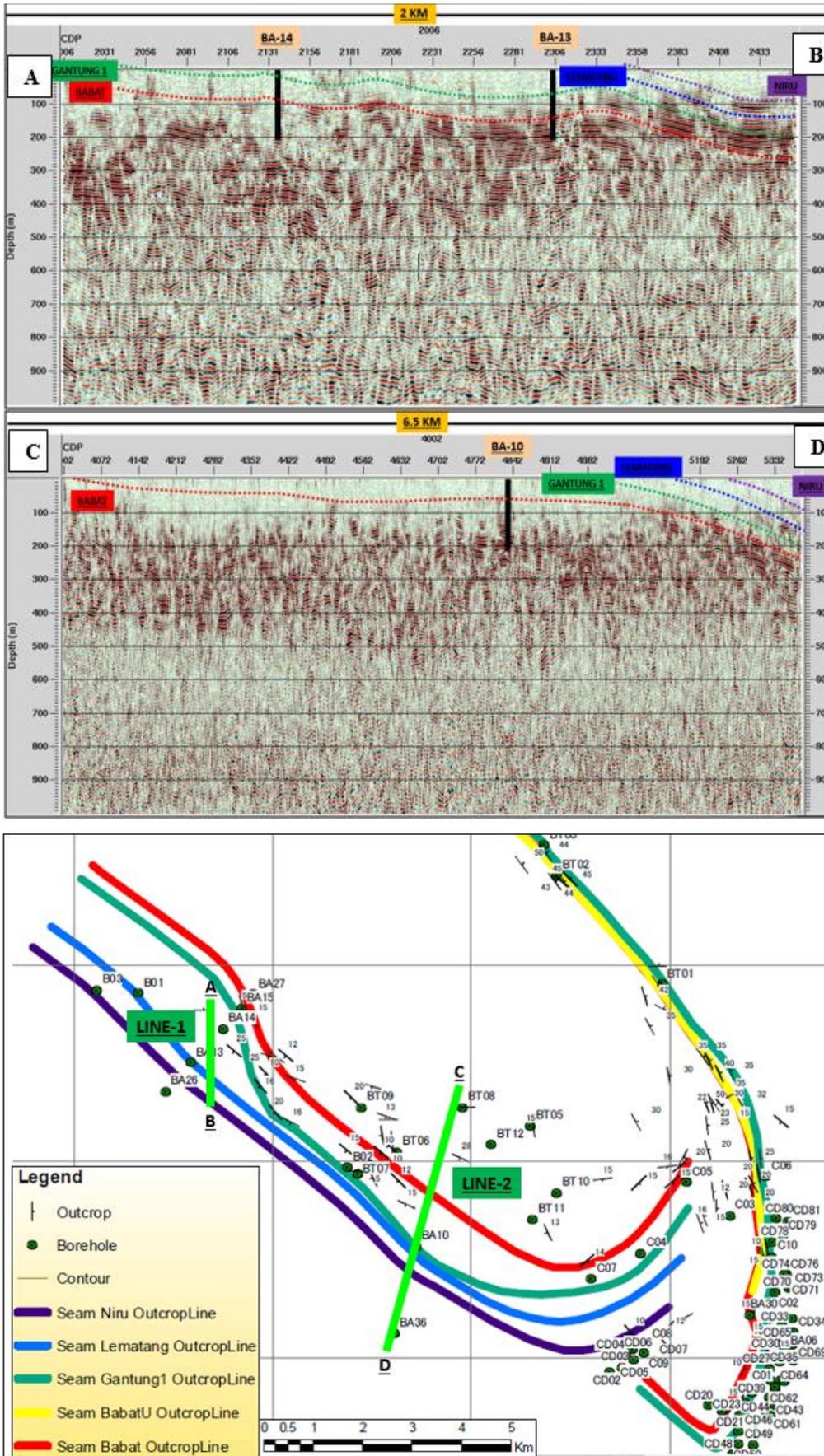
Lintasan-1 memiliki konfigurasi undulasi dan kemiringan yang lebih curam pada ujung lintasan (Gambar 7). Kemiringan lapisan pada lintasan-1 ini berkisar dari 10° hingga 26°. Seam Babat (garis merah) memiliki ketebalan 8 m pada sumur BA-14 diperkirakan menerus hingga sumur BA-13 dengan ketebalan 6,5 m dengan kemiringan yang landai. Seam

Gantung-1 (garis hijau) juga memiliki pola perlapisan yang sama dengan Seam Babat. Seam Lematang (garis biru) dan Seam Niru (garis ungu) diperkirakan ditemukan dengan kemiringan yang lebih curam pada ujung lintasan. Sayap Antiklin Babat sebelah barat daya tergambar cukup baik pada penampang seismik Lintasan-1 ini.

Penampang seismik Lintasan-2 memiliki kualitas yang tidak sebaik Lintasan-1. Hal ini disebabkan karena kondisi lapangan yang tersaturasi dengan air, sehingga geofon tidak bekerja secara optimal dan menghasilkan kualitas rekaman yang buruk. Anomali amplitudo yang kuat hanya dijumpai pada ujung lintasan dengan pola yang sedikit curam. Seam Babat yang terdapat pada sumur BA-10 memiliki ketebalan hingga 21 m. Sayangnya posisi kedalaman batubara ini sangat dangkal (40-61 m) dan tidak dapat tergambar di penampang seismik Lintasan-2 (Gambar 7).

KESIMPULAN

Hasil penyelidikan seismik refleksi dangkal terkonfirmasi dapat menggambarkan konfigurasi bawah permukaan. Pola kemenerusan lapisan terlihat jelas, undulasi juga tergambar cukup baik, termasuk pola perlipatan lapisan. Berdasarkan survei ini dapat diidentifikasi Seam Lematang, Seam Gantung dan Seam Babat dari Formasi Muara Enim di daerah Babattoman.



Gambar 7. Interpretasi penampang seismik lintasan 1 & 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarullah, D., 2001, Eksplorasi Batubara di Daerah Babat Kab. Musi Banyuasin dalam Rangka Pengkajian Cukangan Batubara Sumatra Selatan, Kolokium Hasil Kegiatan Lapangan DIK-S, Energy and Mineral Resources Departement, Jakarta, pp. 18.
- Anonim, 2020. Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral Batubara dan Panas Bumi Status 2019, Pusat Sumber Daya Mineral batubara dan Panas Bumi. Bandung.
- Chopra, S. and Castagna, J. P. (2014) "Seismic observations and historical developments leading to AVO," in *AVO*. Society of Exploration Geophysicists, pp. 35–57. doi: 10.1190/1.9781560803201.ch3.
- Darman, H. dan Sidi, F.H., 2000, *An Outline of The Geology of Indonesia*, Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Jakarta.
- Dirgantara, F., Batzle, M. L. and Curtis, J. B. (2011) 'Maturity characterization and ultrasonic velocities of coals', *Society of Exploration Geophysicists International Exposition and 81st Annual Meeting 2011, SEG 2011*, pp. 2308–2312.
- Li, Q., Chen, J. and He, J. (2016) 'Experimental study of rock physics of coalbed methane reservoirs in Qinshui Basin', in *2016 Workshop: Rock Physics and Borehole Geophysics, Beijing, China, 28-30 August 2016*. Society of Exploration Geophysicists, pp. 13–16. doi: 10.1190/RP2016-004
- Mavko, G., Mukerji, T. and Dvorkin, J. (no date) "Empirical relations," in *The Rock Physics Handbook*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 347–388. doi: 10.1017/CBO9780511626753.008
- Morcote, A., Mavko, G. and Prasad, M. (2010) 'Dynamic elastic properties of coal', *GEOPHYSICS*, 75(6), pp. E227–E234. doi: 10.1190/1.3508874.
- Pan, J., Meng, Z., Hou, Q., Ju, Y. and Cao, Y. (2013) 'Coal strength and Young's modulus related to coal rank, compressional velocity and maceral composition', *Journal of Structural Geology*, 54, pp. 129–135. doi: 10.1016/j.jsg.2013.07.008
- Pulunggono, A., Agus, H.S. and Kosuma, C.G., 1992. Pre-tertiary and tertiary fault systems as a framework of the South Sumatra Basin, a study of SAR maps. Proceedings, IPA, 21st Annual Convention, p. 339-355.
- Ramdhani, M.R., Ibrahim, M.A., Siregar, H., and Rahadinata, T. (2021) 'Shallow Seismic Reflection Method for Imaging Deep-Seated Coal Layer : Case Study from Muara Enim Coal', *Indonesian Mining Journal*, 24, pp. 15-29. doi:10.30556/imj.Vol24.No1.2021.1131
- Reynolds, J. M. (2011). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley & Sons, Ltd.

- Simm, R. and Bacon, M. (2014) "Rock properties and AVO," in *Seismic Amplitude*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 58–109. doi: 10.1017/CBO9780511984501.006
- Thomas, L. (2012). Geophysics of Coal. In *Coal Geology* (pp. 211–252). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118385685.ch8>
- Veeken, P. C. H. and Moerkerken, B. van (2013) 'The seismic reflection method and its constraints', in *Seismic Stratigraphy and Depositional Facies Models*. Elsevier, pp. 15–104. doi: 10.1016/B978-0-12-411455-5.50002-4.
- Yao, Q. and Han, D. (2008) 'Acoustic properties of coal from lab measurement', in *SEG Technical Program Expanded Abstracts 2008*. Society of Exploration Geophysicists, pp. 1815–1819. doi: 10.1190/1.3059254.
- Yilmaz, Ö. (2015) 'Seismic modeling of the soil column', in Miller, R. D. (ed.) *Engineering Seismology with Applications to Geotechnical Engineering*. Society of Exploration Geophysicists, pp. 159–370. doi: 10.1190/1.9781560803300.ch2.
- Zou, G., Xu, Z., Peng, S. and Fan, F. (2018) 'Analysis of coal seam thickness and seismic wave amplitude: A wedge model', *Journal of Applied Geophysics*, 148, pp. 245–255. doi: 10.1016/j.jappgeo.2017.11.013.

SURVEI TINJAU ENDAPAN GAMBUT KABUPATEN BANYUASIN, PROVINSI SUMATRA SELATAN

Muhammad Arief Pinandita, Agus Maryono, Rahmat Hidayat, dan Sandi Rukhimat

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Survei tinjau gambut dilakukan di wilayah administrasi Kabupaten Banyuasin yang memiliki indikasi endapan gambut. Area tersebut antara lain Kecamatan Selat Penuguan, Kecamatan Banyuasin II, Kecamatan Air Salek, Kecamatan Muara Padang, Kecamatan Karang Agung Ilir, Kecamatan Makarti Jaya, Kecamatan Muara Sugihan dan Kecamatan Air Kumbang.

Secara geologi, daerah survei tinjau berada pada Cekungan Sumatra Selatan, dimana endapan gambut terbentuk di bagian timur cekungan pada umur Kuartar. Indikasi keterdapatannya endapan gambut di daerah survei tinjau ditunjukkan oleh suatu morfologi dataran rendah di bagian pesisir, endapan rawa pada peta geologi regional dan tanggul sungai yang mengontrol pembentukan endapan gambut. Daerah endapan gambut berada diantara tanggul Sungai Upang - Sungai Musi, Sungai Musi - Sungai Banyuasin, Sungai Banyuasin – Sungai Air Calik, dan Sungai Air Calik – Sungai Air Lalang. Hasil pengamatan dari pengeboran yang berjumlah 63 titik diketahui bahwa ketebalan gambut bervariasi antara 5 cm hingga 210 cm. Berdasarkan hasil kegiatan survey tinjau, ditemukan 7 (tujuh) cekungan gambut di daerah penyelidikan yaitu Cekungan Gambut Karang Agung Ilir, Cekungan Gambut Selat Penuguan, Cekungan Gambut Sungsang, Cekungan Gambut Makarti Jaya, Cekungan Gambut Air Salek, Cekungan Gambut Air Kumbang dan Cekungan Gambut Muara Padang.

Kualitas gambut menunjukkan nilai kalori antara 2.245 - 4.478 kal/gram (adb), kelembaban antara 7,14% - 14,55% (adb), kadar sulfur antara 0,22% - 3,41%, kadar abu 6,06% - 49,97%, nilai bulk density antara 0,01 - 0,044 ton/m³.

Luas sebaran gambut 1.039.780.000 m² atau 103.978 ha. Sumber daya gambut dibagi atas 3 bagian menurut ketebalannya dengan interval skala 1 m pada peta isopah, yaitu ketebalan 0-1 m, 1-2 m dan 2-3 m. Berdasarkan cara perhitungan tersebut terdapat Sumber Daya Hipotetik gambut sebesar 124.540.000 ton gambut kering.

Kata kunci: Gambut, Banyuasin, Sumatra Selatan, Sumber daya Gambut, Endapan Rawa

PENDAHULUAN

Lokasi penyelidikan di Kabupaten Banyuasin difokuskan pada daerah yang memiliki indikasi endapan gambut, antara lain terdapat Endapan Rawa pada Peta Geologi Regional. Dilihat dari peta Kawasan Hidrologis Gambut (KHG) yang dipublikasikan oleh Badan Restorasi Gambut, pada Kabupaten Banyuasin juga terdapat KHG diantaranya KHG Air Banyuasin – Sungai Musi, KHG Sungai Musi – Sungai Salek dan KHG Sungai Salek – Sungai Sugihan. Indikasi endapan gambut di Kabupaten Banyuasin juga ditunjukkan oleh hasil penyelidikan endapan gambut di Kabupaten Musi Banyuasin pada tahun 2017, di bagian barat Kabupaten Banyuasin, yang menunjukkan adanya kemenerusan cekungan gambut kearah Kabupaten Banyuasin.

Pemilihan daerah pada Kabupaten Banyuasin dalam rangka menunjang program pemerintah yang dilakukan oleh Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Badan Geologi untuk menginventarisasi wilayah potensi gambut di Kabupaten Banyuasin sehingga dapat digunakan untuk kajian penelitian dan pemanfaatan selanjutnya

Maksud penyelidikan survei tinjau gambut dilakukan untuk memetakan wilayah potensi endapan gambut di Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatra Selatan. Tujuan penyelidikan ini adalah untuk mengetahui sebaran, sumber daya

dan kualitas endapan gambut di daerah tersebut. Informasi gambut dan daerah potensi kemudian di plot pada peta geologi dan sebaran endapan gambut dengan skala 1 : 250.000. Wilayah potensi yang ditemukan akan menjadi rekomendasi untuk peningkatan penyelidikan ke tahap selanjutnya.

Secara geografis daerah survei tinjau dibatasi oleh koordinat 01° 38' 2,8" LS - 03° 11' 26" LS dan 104° 00' 16" BT - 105° 35' 25" BT (Gambar 1.1). Secara administratif, daerah penyelidikan termasuk kedalam wilayah Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatra Selatan. (Gambar.1)

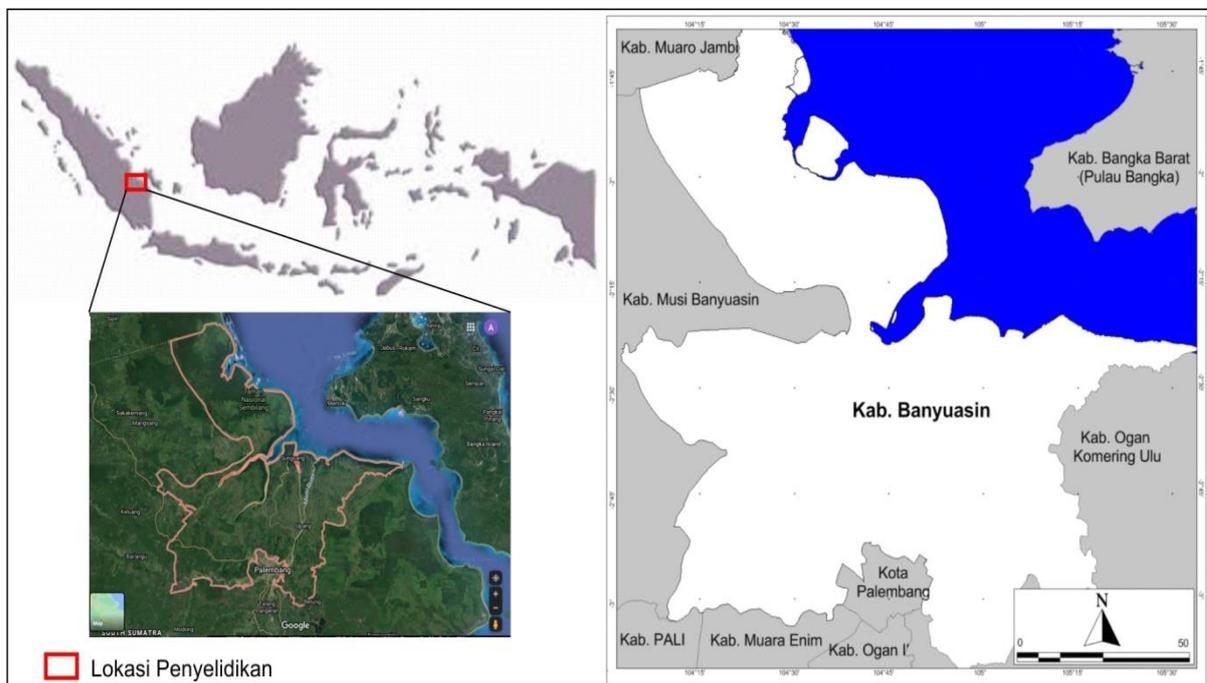
METODOLOGI

Penyelidikan yang dilakukan terdiri atas beberapa tahap, dimulai dari tahap pengumpulan data sekunder dan mempelajari studi pustaka mengenai daerah yang akan dituju, baik dari literatur maupun informasi lisan yang bersumber dari peneliti terdahulu, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data primer melalui kegiatan lapangan berupa pemetaan geologi, lalu dilanjutkan dengan analisis sampel gambut di laboratorium, pengolahan data dan diakhiri dengan pembuatan laporan hasil penyelidikan.

Secara garis besar, kegiatan dibedakan menjadi 2 jenis yaitu kegiatan non-lapangan dan kegiatan lapangan. Kegiatan non-lapangan terdiri dari studi literatur, analisis laboratorium dan

pengolahan data. Adapun analisis yang dilakukan terdiri dari analisis kimia gambut (Proksimat dan Ultimat), analisis abu dan analisis fisika (Petrografi organik). Kegiatan lapangan meliputi pemetaan geologi, pengeboran gambut, deskripsi dan pengambilan sampel gambut. Pemetaan geologi dilakukan untuk menentukan batas-batas penyebaran endapan gambut dan kontak endapan gambut dengan litologi lainnya sekaligus melokalisir sebaran gambut. Pengeboran gambut dilakukan dengan menggunakan alat bor khusus gambut jenis *Fikelkarp auger*. Penentuan lokasi titik bor ditentukan secara acak dan diusahakan memotong pusat cekungan yang telah diprediksi sebelumnya berdasarkan peta topografi

dan peta geologi. Deskripsi dilakukan pada gambut yang ditemukan di lapangan secara megaskopis dari *cutting* hasil pengeboran gambut. Deskripsi gambut diatas berdasarkan referensi *American Standart Testing Material (ASTM, 2002)* dan Van Pos meliputi kandungan Serat (ASTM D4427-92), kandungan abu (ASTM D2974), tingkat keasaman (ASTM D2976), tingkat pembusukan (ASTM D5715-00 dari Van Pos). Pengambilan sampel gambut digunakan untuk analisis laboratorium. Sampel untuk analisis laboratorium merupakan sampel komposit yang diperoleh dari pengeboran gambut dan diambil secara selektif agar semua jenis gambut dapat terwakili.



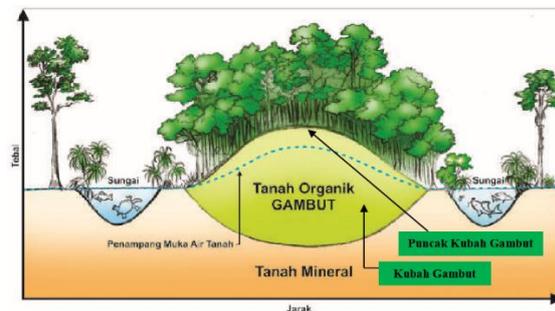
Gambar 1. Lokasi Penyelidikan Survei Tinjau Gambut

GEOLOGI REGIONAL

Daerah penyelidikan merupakan berada pada bagian timur Cekungan Sumatra Selatan. Menurut Bishop tahun 2001, tumbukan tektonik lempeng di Pulau Sumatra menghasilkan jalur busur depan, magmatik, dan busur belakang. Cekungan Sumatra Selatan merupakan bagian dari busur belakang, dimana pada bagian timur yang berbatasan dengan Selat Bangka, daerah tersebut merupakan daerah yang relatif tidak terganggu struktur pada periode Kuartar, sehingga menjadi tempat terendapkannya endapan gambut. Ditinjau dari keadaan morfologinya, sebagian besar daerah penyelidikan merupakan daerah morfologi endapan kuartar dataran rendah. Berdasarkan studi literatur diantaranya dari peta geologi dan peta topografi, lokasi penyelidikan termasuk dalam zona dataran rendah dengan ketinggian antara 5 m – 50 m di atas permukaan laut.

Berdasarkan stratigrafi regional di daerah penyelidikan (Gafoer, S, dkk., 1995) endapan gambut diperkirakan berada di atas batu lempung Formasi Palembang Atas yang berumur Miosen Atas. Pembentukan gambut di beberapa daerah pantai di Indonesia diperkirakan dimulai sejak zaman glasial akhir, sekitar 3.000 - 5.000 tahun yang lalu. Untuk gambut pedalaman bahkan lebih lama lagi, yaitu sekitar 10.000 tahun yang lalu (Brady, 1997). Seperti gambut tropis lainnya, gambut di Indonesia dibentuk oleh akumulasi residu vegetasi tropis yang kaya

akan kandungan lignin dan nitrogen. Karena lambatnya proses dekomposisi, pada ekosistem rawa gambut masih dapat dijumpai batang, cabang dan akar yang besar (Murdiyarsa., dkk, 2004). Indikasi yang paling khas dari endapan gambut yang terbentuk tersebut dan terlihat pada saat ini diantaranya adalah keterdapatannya suatu morfologi dataran rendah dan biasanya berawa pada suatu cekungan yang diisi oleh sedimen yang sangat kaya organik. Cekungan yang terbentuk tersebut biasanya dibatasi oleh dua tanggul sungai, seringkali aliran sungai yang dilalui oleh endapan gambut berwarna hitam karena terkontaminasi oleh endapan gambut tersebut (Gambar 2.).

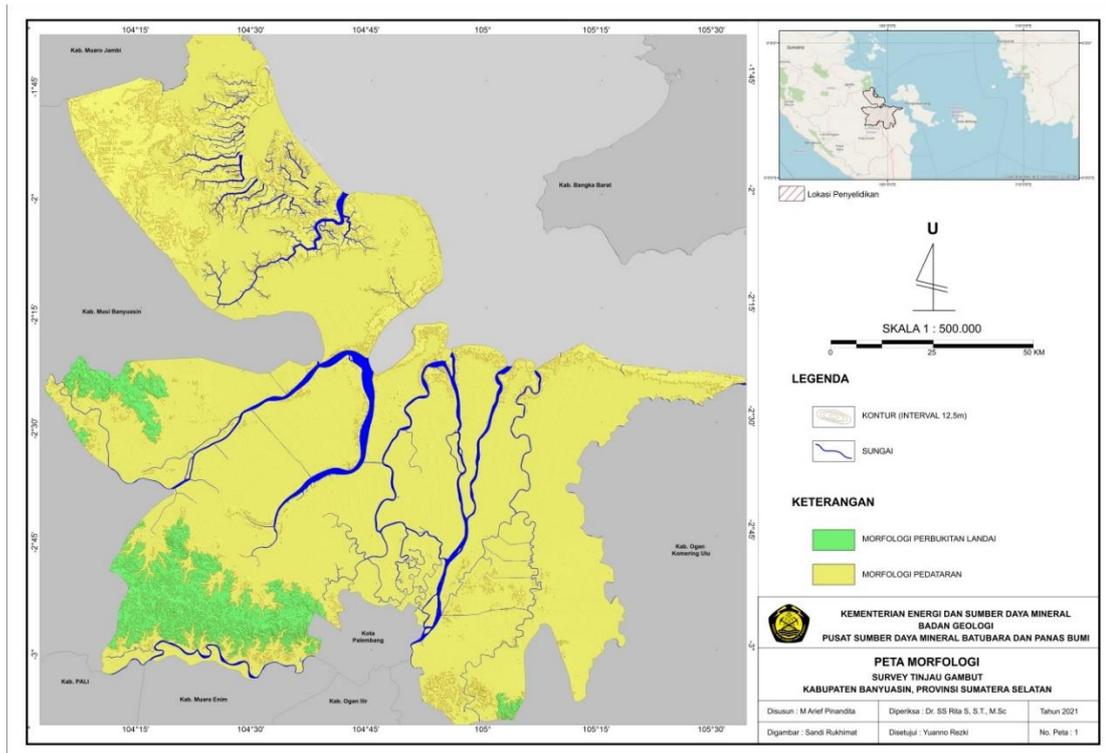


Gambar 2. Lahan gambut dengan puncak kubahnya di bagian tengah. (Murdiyarsa dan Suryadiputra, 2003)

HASIL ANALISIS

Morfologi

Morfologi daerah Kabupaten Banyuasin dikelompokkan dalam 2 (dua) satuan morfologi, yaitu Satuan Morfologi Perbukitan Landai dan Satuan Morfologi Pedataran (Gambar 3).



Gambar 3. Peta Morfologi daerah Penyelidikan

- Satuan Morfologi Perbukitan Landai : menempati sekitar 20% dari total wilayah Kabupaten Banyuwasin, berada di daerah daratan bagian barat dan barat daya, relatif lebih jauh dari pesisir Selat Bangka. Satuan morfologi ini mempunyai ketinggian antara 10 m sampai 25 m dari permukaan laut.
- Satuan Morfologi Pedataran : menempati sekitar 80% dari total wilayah Kabupaten Banyuwasin, berada di bagian tengah hingga timur, merupakan daerah pesisir dan daerah sekitar aliran sungai. Morfologi sangat dipengaruhi oleh litologi penyusun berupa endapan rawa. Satuan Morfologi ini sangat dipengaruhi oleh
- proses pasang surut air laut dari Selat Bangka dan limpas banjir sungai di

bagian muara. Satuan ini memiliki ketinggian antara 5 m sampai dengan 10 m dari permukaan laut.

Endapan gambut Daerah Penyelidikan

Secara umum, gambut yang ditemukan di daerah penyelidikan memiliki ciri megaskopis dengan warna coklat gelap, kandungan air rendah hingga cukup tinggi, fragmen tumbuhan berupa serat akar masih terlihat, kandungan air sedang hingga tinggi (60%-80%), kandungan serat berdasarkan ASTM termasuk gambut fibric, tingkat keasaman cukup tinggi, derajat pembusukan berdasarkan skala Van Pos berkisar H1 hingga H4, dan di beberapa tempat terlihat indikasi gambut bekas terbakar. Ketebalan gambut yang ditemukan pada daerah penyelidikan

berkisar antara 5 cm hingga 210 cm. Berdasarkan hasil kegiatan survei tinjau gambut yang dilakukan di Kabupaten Banyuwangi, diperoleh data titik pengamatan sejumlah 63 titik pengeboran gambut, data tersebut tersebar di 7 (tujuh) cekungan gambut.

Analisis Laboratorium

Kualitas gambut diketahui dari analisis laboratorium yang dilakukan pada 23 sampel gambut yang diambil mewakili cekungan – cekungan gambut di daerah penyelidikan. nilai kisaran dan rata-rata kualitas gambut daerah penyelidikan. Nilai kisaran dan rata – rata dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil analisis kimia gambut

PARAMETER	UNIT	BASIS	KISARAN	RATA-RATA
Lembab Nisbi	%	<i>ar</i>	59,4 – 87,78	76,4
Lembab Jumlah	%	<i>ar</i>	63,17 – 89,83	78,97
PROXIMATE				
Kadar Air	%	<i>adb</i>	7,01 – 14,55	10,84
Zat Terbang	%	<i>adb</i>	31,88 – 52,56	41,43
Karbon Tertambat	%	<i>adb</i>	11,14 – 27,54	17,63
Abu	%	<i>adb</i>	6,06 – 49,97	30,12
Total Sulfur	%	<i>adb</i>	0,22 – 3,41	0,94
Bulk Density	%	<i>adb</i>	0,01 – 0,44	0,2
PH			3,64 – 5,54	4,6
Nilai Kalori	<i>Cal/gr</i>	<i>adb</i>	2245 - 4478	3250
ULTIMATE				
Carbon	%	<i>daf</i>	51,81– 60,99	57,74
Hydrogene	%	<i>daf</i>	5.2 – 6,86	5.76
Oxygene	%	<i>daf</i>	30,21 – 35,84	32,87
Nitrogene	%	<i>daf</i>	1,34 – 2,68	1,91
Sulphur	%	<i>daf</i>	0,43 – 7,09	1,7

Tabel 2. Hasil analisis petrografi gambut

PARAMETER	KISARAN	RATA-RATA
Reflektan Vitrinit	0,21 – 0,38	0,29
Komposisi Maeral		
Vitrinit	11 – 56,4	28,24
Inertinit	1 – 6,4	3,5
Liptinit	0 – 2,2	1,13
Material Mineral		
Lempung	38,6 – 85,4	64,5
Oksida Besi	0,2 – 0,8	0,4
Pirit	0,2 – 7	281

PEMBAHASAN

Endapan gambut yang ditemukan di daerah penyelidikan umumnya disisipi oleh lapisan lempung dan lanau, hal ini terjadi karena daerah tempat terbentuknya endapan gambut terganggu oleh pasang surut air laut yang saat pasang, penetrasi air laut yang membawa sedimen klastik dari muara sungai masuk ke daratan hingga belasan kilometer dari pinggir pesisir. Proses ini menyebabkan terbentuknya lapisan – lapisan lempung di antara endapan gambut (gambar 4).



Gambar 4. Kenampakan gambut dengan sisipan lempung – lanau.

Pengaruh kondisi diatas tersebut jika dilihat dari hasil analisis kualitas gambut, mengakibatkan endapan gambut memiliki nilai *bulk density* diatas rata-rata umum, karena adanya klastik berukuran lempung dan lanau ikut terakumulasi dalam bentuk sisipan pada endapan gambut. Keberadaan material tersebut juga sangat mempengaruhi nilai kalori gambut, dimana

jika dilihat dari basis data penyelidikan gambut PSDMBP, gambut di Indonesia umumnya memiliki nilai kalori sekitar 4.100 kal/gr (adb), sedangkan pada daerah penyelidikan, nilai kalori rata-rata adalah 3.250 kal/gr (adb). Hasil analisis petrografi organik menunjukkan bahwa kandungan lempung yang terdapat pada sampel yang diuji memiliki nilai rata-rata 64% dengan nilai tertinggi adalah 90,2%. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa kandungan lempung di beberapa lokasi cekungan gambut sangat dominan

Berdasarkan hasil kegiatan survei tinjau, ditemukan 7 (tujuh) cekungan gambut di daerah penyelidikan, dimana cekungan tersebut dibatasi oleh 2 (dua) tanggul sungai.

- Cekungan Gambut Karang Agung Ilir, berada di Kecamatan Karang Agung Ilir, dibatasi oleh tanggul Sungai Sembilang dan tanggul Sungai Lalan. Di Cekungan ini ditemukan 6 (enam) titik pengamatan berupa bor gambut dengan simbol kode KAI 1 – KAI 6.
- Cekungan Gambut Selat Penuguan, berada di Kecamatan Selat Penuguan dan sebagian di Kecamatan Tanjung Lago, dibatasi oleh tanggul Sungai Lalan dan tanggul Sungai Banyuasin. Di cekungan ini ditemukan 13 (tiga belas) titik pengamatan berupa bor gambut dengan simbol kode PNG 1 – PNG 13. bagian muara.
- Cekungan Gambut Sungsang, berada di Kecamatan Banyuasin II, dibatasi

oleh tanggul Sungai Banyuasin dan tanggul Sungai Musi. Di cekungan ini ditemukan 5 (lima) titik pengamatan berupa bor gambut dengan simbol kode SGS 1 – SGS 5.

- Cekungan Gambut Makarti Jaya, berada di Kecamatan Makarti Jaya,
- tanggul Sungai Musi dan tanggul Sungai Salek. Di cekungan ini ditemukan 13 (tiga belas) titik pengamatan berupa bor gambut dengan simbol kode ASL 1 – ASL 13.
- Cekungan Gambut Air Kumbang, berada di Kecamatan Air Kumbang dan sebagian di Kecamatan Banyuasin I, dibatasi oleh tanggul Sungai Salek dan tanggul Sungai Padang. Di cekungan ini ditemukan 7 (tujuh) titik pengamatan berupa bor gambut dengan simbol kode AKB 1 – AKB 7.
- Cekungan Gambut Muara Padang, berada di Kecamatan Air Kumbang dan sebagian di Kecamatan Banyuasin I, dibatasi oleh tanggul Sungai Salek dan tanggul Sungai Sugihan. Di cekungan ini ditemukan 13 (tiga belas) titik pengamatan berupa bor gambut dengan simbol kode MPD 1 – MPD 13.

Perhitungan volume gambut yang mengisi cekungan dihitung berdasarkan perkalian luas masing-masing isopak

dibatasi oleh tanggul Sungai Musi dan tanggul Sungai Upang. Di cekungan ini ditemukan 6 (enam) titik pengamatan berupa bor gambut dengan simbol kode MKT 1 – MKT 6.

- Cekungan Gambut Air Salek, berada di Kecamatan Air Salek, dibatasi oleh tanggul Sungai Musi dan tanggul Sungai Upang. Di cekungan ini ditemukan 6 (enam) titik pengamatan berupa bor gambut dengan simbol kode MKT 1 – MKT 6.
- dengan tebal rata-rata, sedangkan sumber daya gambut kering (dalam ton) diperoleh dari perkalian volume gambut dengan Bulk Density. Nilai rata-rata Bulk Density hasil analisis laboratorium adalah sebesar 0,2 kg/cm³. Hasil perhitungan sumber daya untuk kegiatan survei tinjau adalah termasuk dalam klasifikasi sumber daya hipotetik. Hasil perhitungan sumber daya gambut Kabupaten Banyuasin dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa keberadaan sebaran endapan gambut menyebar merata di bagian Barat, Utara dan Timur kabupaten Banyuasin, namun dengan ketebalan gambut yang cukup dangkal. Secara kuantitatif, gambut daerah penyelidikan tidak cukup berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai alternatif sumber energi. Lahan gambut dengan ketebalan kurang dari 3 (tiga) meter lebih ideal untuk dimanfaatkan sebagai lahan pertanian ataupun perkebunan.

Tabel 3. Sumber daya gambut Kabupaten Banyuasin

Cekungan Karang Agung Ilir					
Isopak Ketebalan	Luas (Ha)	Luas (m ²)	Tebal (m)	Bulk Density	Sumber Daya (Ton)
0-1 m	7.793	77.930.000	0,5	0,2	7.793.000
1-2 m	1.453	14.530.000	1,5	0,2	4.359.000
Cekungan Selat Penuguan					
Isopak Ketebalan	Luas (Ha)	Luas (m ²)	Tebal (m)	Bulk Density	Sumber Daya (Ton)
0-1 m	20.615	206.150.000	0,5	0,2	20.615.000
1-2 m	1.631	16.310.000	1,5	0,2	4.893.000
2-3 m	1.674	16.740.000	2,5	0,2	8.370.000
Total	23.920	239.200.000			33.878.000
Cekungan Sungsang					
Isopak Ketebalan	Luas (Ha)	Luas (m ²)	Tebal (m)	Bulk Density	Sumber Daya (Ton)
0-1 m	14.040	140.400.000	0,5	0,2	14.040.000
Cekungan Makarti Jaya					
Isopak Ketebalan	Luas (Ha)	Luas (m ²)	Tebal (m)	Bulk Density	Sumber Daya (Ton)
0-1 m	9.024	90.240.000	0,5	0,2	9.024.000
Cekungan Air Salek					
Isopak Ketebalan	Luas (Ha)	Luas (m ²)	Tebal (m)	Bulk Density	Sumber Daya (Ton)
0-1 m	12.440	124.400.000	0,5	0,2	12.440.000
Cekungan Muara Padang					
Isopak Ketebalan	Luas (Ha)	Luas (m ²)	Tebal (m)	Bulk Density	Sumber Daya (Ton)
0-1 m	22.726	227.260.000	0,5	0,2	22.726.000
1-2 m	2.844	28.440.000	1,5	0,2	8.532.000
Cekungan Air Kumbang					
Isopak Ketebalan	Luas (Ha)	Luas (m ²)	Tebal (m)	Bulk Density	Sumber Daya (Ton)
0-1 m	8.733	87.330.000	0,5	0,2	8.733.000
1-2 m	1.005	10.050.000	1,5	0,2	3.015.000
Total	103.978	1.039.780.000			124.540.000

Selain rekomendasi prospek pemanfaatan lahan, hasil penyelidikan ini menghasilkan peta dan laporan, dimana dokumen tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan, antara lain :

- Dapat digunakan oleh pemangku kebijakan dalam institusi terkait sebagai kontrol dalam pemberian lahan konsesi, khususnya pemberian izin perkebunan dan Hutan Tanam Industri pada lahan gambut, dimana lahan gambut yang diijinkan sebatas ketebalan gambut <3 m (Permentan No.14/Permentan/PL.110/2/2009 Tentang Pedoman Pemanfaatan Lahan Gambut Untuk Budidaya Kelapa Sawit)
- Penggunaan peta sebaran dan isopah gambut dapat digunakan sebagai data sekunder pada perencanaan jalan dan jembatan dan bangunan di daerah gambut, khususnya pada perencanaan konstruksi.
- Berdasarkan data sumber daya gambut, pengamatan muka air tanah, bulk density dan kandungan air hasil analisis laboratorium, dapat diketahui cadangan air yang terkandung pada satu cekungan gambut.
- Peta sebaran dan ketebalan gambut sangat membantu dalam memprediksi dan melokalisir potensi terjadinya kebakaran lahan.
- Data sebaran dan geometris gambut dapat dikembangkan untuk

penyelidikan potensi gas rawa (metan) sebagai sumber energi alternatif.

- Data sebaran, ketebalan dan geometri endapan gambut dapat dijadikan acuan dalam menghitung kandungan karbon (carbon storage) pada lahan gambut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penyelidikan dapat disimpulkan bahwa :

- a) Gambut di daerah Kabupaten Banyuasin termasuk kedalam kategori gambut dangkal dan relatif tipis, dimana lahan gambut memiliki ketebalan berkisar antara 0,05 – 2,1 meter. Hal tersebut terjadi karena proses akumulasi endapan gambut tidak cukup ideal, karena daerah tempat terbentuknya endapan gambut secara periodik terganggu oleh banjir pasang surut air laut.
- b) Pengamatan megaskopis menunjukkan bahwa gambut Kabupaten Banyuasin terdiri dari 2 jenis, yaitu
 - Fibrik, yang dicirikan oleh gambut berwarna coklat tua kehitaman, dengan kandungan serat yang tinggi, *high acidic*, derajat pembusukan H2 – H4, dan umum ditemui di permukaan hingga kedalam 1 meter.
 - Hemic, yang dicirikan oleh gambut berwarna coklat tua kehitaman, masih banyak ditemukan

- kandungan serat, high acidic, derajat pembusukan H4 – H6, ditemukan di kedalaman lebih dari 1,5 meter.
- c) Analisis kimia dan petrografi pada sampel gambut Kabupaten Banyuasin menunjukkan bahwa gambut Kabupaten Banyuasin memiliki nilai kalori yang cukup rendah, dengan nilai rata-rata sebesar 3.250 kal/gr. Nilai kalori yang cukup tinggi sebesar 4.478 cal/gr hanya ditemukan di Cekungan Selat Penuguan pada sampel SPG 7 dengan ketebalan 2,1 meter. Dilihat dari kondisi saat ini dimana hampir sebagian lahan gambut sudah dimanfaatkan sebagai lahan pertanian dan perkebunan, maka dapat dipastikan bahwa proses akumulasi gambut di cekungan gambut Kabupaten Banyuasin sudah tidak terjadi lagi.
- d) Total luas lahan gambut sebesar 1.039.780.000 m² dengan ketebalan berkisar antara 0,05 – 2,1 meter. Sumber daya gambut hipotetik sebesar 124.540.000 ton gambut kering.
- e) Pemanfaatan gambut di Kabupaten Banyuasin sebagai energi alternatif, khususnya sebagai bahan baku pembangkit listrik, dianggap kurang berpotensi, karena dari sisi kuantitas, gambut umumnya relatif tipis, dan dari sisi kualitas endapan gambut Kabupaten Banyuasin menunjukkan bahwa endapan gambut terakumulasi dengan material lempung sehingga kualitasnya sebagai bahan baku energi tidak cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D4427-92(2002)e1, Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing, ASTM International, West Conshohocken, PA, 1992, www.astm.org
- ASTM D2974-20e1, Standard Test Methods for Determining the Water (Moisture) Content, Ash Content, and Organic Material of Peat and Other Organic Soils, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, www.astm.org
- ASTM D2976-15, Standard Test Method for pH of Peat Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015, www.astm.org
- ASTM D5715-00, Standard Test Method for Estimating the Degree of Humification of Peat and Other Organic Soils (Visual/Manual Method), ASTM International, West Conshohocken, PA, 2000, www.astm.org
- Bishop, M. G. (2001): South Sumatra Basin Province, Indonesia, USGS Open-file report 99-50-S.

- Brady, M.A. 1997. Organic Matter Dynamics of Coastal Peat Deposit in Sumatra, Indonesia. PhD thesis. The University of British Columbia
- Gafoer, S., Burhan, G., dan Purnomo, J., 1995, Peta Geologi lembar Palembang, P3G.
- Murdiyarto, D., dkk., 2004, Petunjuk Lapangan : Pendugaan Cadangan Karbon Pada Lahan Gambut. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Werlands International-Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor. Indonesi.

POTENSI BATUBARA PERINGKAT RENDAH INDONESIA UNTUK PENGEMBANGAN BIOKOKAS – KAJIAN AWAL

Penny Oktaviani, Eko B. Cahyono, M.A Ibrahim Lubis, dan S.S. Rita Susilawati

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Batubara kokas dibutuhkan dalam industri metalurgi yang mensuplai kebutuhan besi dan baja untuk berbagai kebutuhan modern. Proses pembuatan kokas dari batubara diketahui menghasilkan emisi CO₂ dalam jumlah yang signifikan. Sebagian besar batubara Indonesia adalah batubara termal berperingkat rendah dan hanya sedikit yang memiliki kualitas sebagai batubara kokas (*coking coal*). Studi menunjukkan bahwa batubara non kokas dapat dicampur dengan biomassa jenis tertentu untuk menghasilkan kokas yang dikenal sebagai biokokas. Evaluasi potensi batubara peringkat rendah Indonesia dalam pengembangan biokokas dilakukan sebagai salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan nilai tambah batubara Indonesia, disamping juga sebagai upaya untuk mengurangi emisi CO₂ dari industri metalurgi. Pada tahun 2021, kegiatan evaluasi difokuskan pada kajian awal potensi pengembangan batubara peringkat rendah menjadi biokokas melalui studi literatur.

Kata kunci: batubara kalori rendah, biokokas, biomassa

PENDAHULUAN

Batubara dikenal sebagai salah satu sumber energi tertua di dunia yang telah dimanfaatkan sejak lama. Saat ini, berdasarkan penggunaannya, batubara terbagi menjadi dua kelompok utama yaitu batubara termal (*thermal/steaming coal*) yang biasa digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik dan batubara kokas (*coking coal* atau *metallurgical coal*) yang digunakan sebagai salah satu bahan utama dalam industri metalurgi. Kedua jenis batubara tersebut memiliki karakteristik dan pangsa pasar yang berbeda, dan

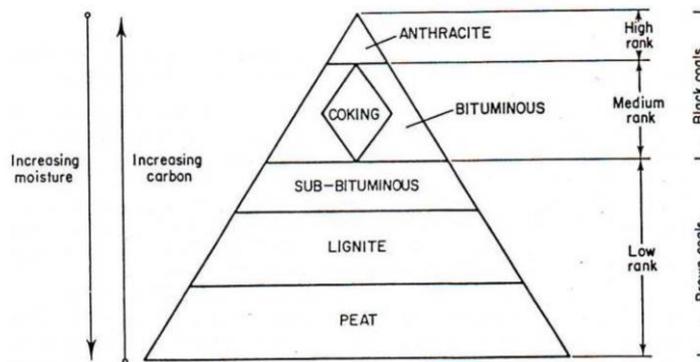
batubara kokas cenderung memiliki harga yang lebih tinggi daripada batubara termal.

Pemanfaatan batubara dalam industri metalurgi untuk membantu mereduksi bijih besi menjadi besi telah berlangsung sejak abad ke 13 (Ward, 1984). Ketika dipanaskan dalam oven (*coking*), batubara membentuk kokas yang berperan sebagai agen produksi dan penyuplai energi panas pada bijih besi disamping sebagai material penahan berat bijih selama proses *coking* berlangsung. Selama proses tersebut batubara melunak, mengembang dan memadat kembali untuk

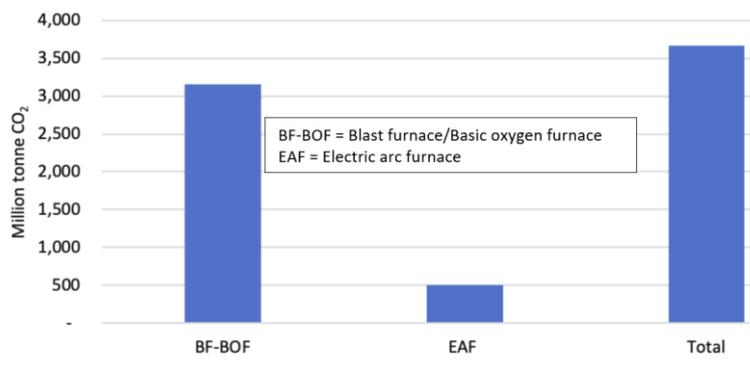
membentuk material *porous* yang kuat yang disebut kokas. Kualitas kokas sangat dipengaruhi oleh peringkat dan komposisi batubara, kandungan mineral dalam batubara serta kemampuan batubara untuk melunak mengembang dan mengeras ketika dipanaskan (karakteristik *coking*). Tidak semua batubara secara alamiah memiliki karakteristik untuk digunakan dalam pembuatan kokas. Sesuai dengan proses pembentukannya, kemampuan alamiah tersebut dimiliki oleh sebagian batubara peringkat bituminus (**Gambar 1**). Batubara bituminus yang memiliki karakteristik *coking* (kemampuan untuk melunak, mengembang dan mengeras

kembali ketika dipanaskan) disebut batubara kokas atau *coking coal*.

Penggunaan batubara dalam industri metalurgi diketahui menghasilkan emisi CO₂ relatif tinggi yang dinilai berbahaya bagi lingkungan. Sebagai contoh, produksi 1,85 ton baja menghasilkan sebanyak 3,3 ton emisi CO₂ (Holappa, 2020). Pada tahun 2019, emisi CO₂ dari industri baja dunia tercatat sebesar 3,16 GT atau sekitar 11% dari total emisi CO₂ dunia (*Global Efficiency Intelligence/GEI, 2021*) (**Gambar 2**). Hal ini menjadikan industri besi dan baja sebagai salah satu penghasil CO₂ terbesar di dunia.



Gambar 1. Klasifikasi batubara berdasarkan peringkat. Sifat *coking* ada pada batubara bituminus (Osborne, 1988)



Gambar 2. Emisi CO₂ yang dihasilkan oleh industri baja dunia tahun 2019 (GEI, 2021)

Indonesia memiliki potensi batubara cukup besar (143,73 miliar ton sumber daya dan 38,80 miliar ton cadangan, status tahun 2020) yang sebagian besar berupa batubara termal kalori rendah hingga sedang (**Gambar 3**). Kebutuhan pembangkit listrik di Indonesia dapat sepenuhnya terpenuhi dari batubara termal Indonesia, sedangkan kebutuhan batubara kokas untuk industri dalam negeri, masih mengandalkan impor (KESDM, 2020).

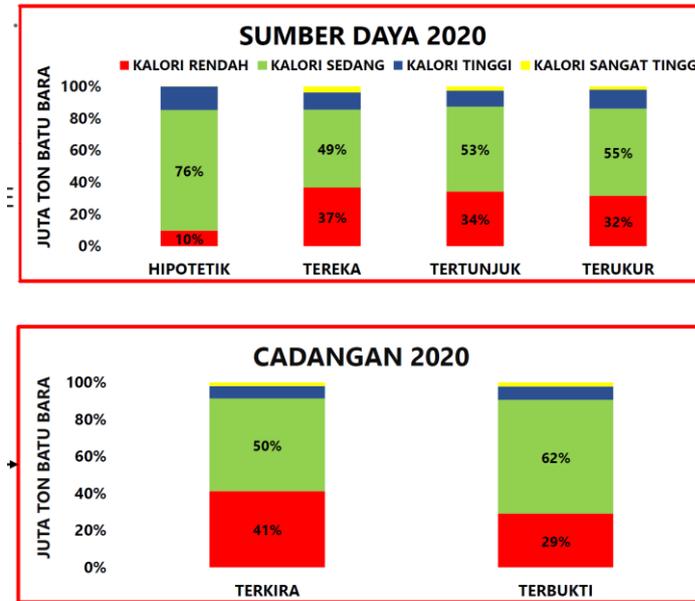
Terbatasnya sumber daya batubara kokas dan problem emisi CO₂ dalam industri pengguna kokas, menarik minat para peneliti untuk mencari berbagai alternatif solusi. Penggunaan biomassa sebagai materia aditif dalam proses metalurgi telah banyak dilakukan dan terbukti dapat mengurangi penggunaan batubara kokas dan emisi CO₂ yang dihasilkan dari proses tersebut (Campos dan Assis., 2021; Kokonya, dkk., 2013; Seo, dkk., 2020). Penggunaan biomassa dalam industri metalurgi dikenal dengan istilah biokokas. Di Indonesia penelitian terkait penggunaan biomassa untuk mengurangi prosentase batubara kokas dalam *blast furnace* telah dilakukan diantaranya oleh Mursito dkk (2020) dan Yustanti dkk (2021).

Disamping sebagai material aditif, penelitian juga menunjukkan bahwa biomassa dapat dicampur dengan batubara peringkat rendah untuk menghasilkan biokokas (Das dkk., 2002)

dengan kemampuan mendekati kokas yang dihasilkan oleh batubara kokas alam. Hingga saat ini, penelitian terkait pemanfaatan batubara peringkat rendah untuk menjadi biokokas masih terbatas.

Evaluasi potensi batubara peringkat rendah Indonesia untuk pembuatan biokokas adalah bagian dari rangkaian kegiatan evaluasi potensi peningkatan nilai tambah batubara Indonesia yang dilakukan oleh Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi (PSDMBP). Tujuan utama kegiatan evaluasi adalah untuk mengetahui potensi pengembangan biokokas dari berbagai tipe batubara peringkat rendah Indonesia. Secara lebih spesifik, kegiatan evaluasi bertujuan untuk mendapatkan data karakteristik batubara peringkat rendah dan biomassa yang tepat untuk digunakan dalam pengembangan biokokas, berikut teknologi pembuatan biokokas serta delineasi wilayah prospek untuk pengembangan lebih lanjut. Dalam jangka panjang, pemanfaatan batubara peringkat rendah untuk pembuatan biokokas diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan batubara kokas untuk industri metalurgi dalam negeri dan juga mengurangi impor.

Makalah ini merupakan hasil kajian awal tim evaluasi potensi peningkatan nilai tambah batubara Indonesia untuk pengembangan biokokas. Makalah menyajikan informasi terkait studi batubara dan biokokas di dunia dikaitkan dengan potensi pengembangannya di Indonesia.



Gambar 3. Sumber daya dan cadangan Batubara Indonesia status 2020 (PSDMBP, 2020)

METODOLOGI

Kegiatan evaluasi potensi peningkatan nilai tambah batubara peringkat rendah Indonesia untuk pembuatan biokokas dilakukan secara bertahap mulai tahun 2021 dan direncanakan diselesaikan di tahun 2025. Kegiatan evaluasi akan meliputi kegiatan karakterisasi batubara dan biomassa yang dibutuhkan dalam pembuatan biokokas, uji laboratorium untuk menentukan teknologi pembuatan biokokas yang tepat, kajian kelayakan pengembangan, serta deliniasi wilayah prospek berdasarkan karakteristik batubara dan biomassa Indonesia yang dibutuhkan dalam pengembangan biokokas.

Untuk menghasilkan rekomendasi secara terpadu dari sisi hulu (kesiapan sumber daya batubara) dan di sisi hilir (kesiapan teknologi pembuatan biokokas),

kegiatan evaluasi dilakukan bekerja sama dengan Pusat Studi Energi Non Konvensional Universitas Gajah Mada.

Pada tahap awal, evaluasi potensi pengembangan batubara peringkat rendah menjadi biokokas dilakukan melalui studi literatur.

BIOKOKAS

Biokokas pada dasarnya merupakan produk karbon yang berasal dari material biomassa, yang terbarukan, murah, bebas sulfur, dan ketersediaannya melimpah (Huang dkk, 2016). Biokokas digunakan sebagai pengganti sebagian dari batubara kokas dalam gasifikasi temperatur tinggi dan tungku *direct melting*, tungku cupola dan sebagai bahan bakar padat.

Saat ini sebagian besar penggunaan biokokas dalam industri

pemurnian besi dan baja adalah untuk menggantikan sebagian batubara kokas yang digunakan oleh industri tersebut. Penggunaan biomassa dapat menurunkan emisi CO₂ hasil pembakaran batubara pada proses pembuatan kokas (Seo, 2020). Biokokas memiliki keunggulan dalam menurunkan temperatur gasifikasi pada *blast furnace* sehingga meminimalisir konsumsi karbon (Seo, 2020). Substitusi sebanyak 20% batubara kokas oleh biomassa dalam pemurnian besi dengan metoda *blast furnace* dapat menurunkan emisi CO₂ sebanyak 300 kg/tHM. Jumlah tersebut setara dengan sekitar 15% pengurangan total CO₂ yang dihasilkan dari proses pemurnian (Mousa dkk., 2016).

Biokokas dalam kegiatan Peningkatan Nilai Tambah Batubara merupakan campuran antara batubara dengan biomassa. Batubara kalori rendah diproses menggunakan proses karbonisasi sehingga memiliki karakteristik mendekati batubara kokas, kemudian dicampur dengan biomassa yang dapat berasal dari berbagai jenis kayu, limbah kelapa sawit, cangkang kelapa, tebu, atau biomassa lain yang ketersediaannya melimpah (Mansor dkk, 2018).

Kokas dapat diproduksi dari batubara non kokas yang dikarbonisasi (Mackay dkk, 2017). Batubara yang telah dikarbonisasi tersebut apabila dicampur dengan biomassa akan menghasilkan batubara dengan karakteristik seperti kokas dan disebut dengan biokokas

(Mursito dkk, 2020). Semua jenis batubara dan bahkan gambut dapat dikarbonisasi, sehingga membuka peluang pengembangan biokokas dari batubara non kokas yaitu batubara kalori rendah. Hal tersebut sejalan dengan usaha peningkatan nilai tambah yang tengah didorong oleh pemerintah.

Salah satu metoda pembentukan biokokas adalah metoda pirolisis. Pirolisis merupakan proses yang mengubah biomassa menjadi *biofuel* dengan menghancurkan material organik menjadi substansi yang lebih ringan pada kondisi nonoksidasi (Yustanti dkk, 2021). Pirolisis dengan proses lambat disebut karbonisasi yang menghasilkan produk berupa (1) biokokas, terutama disusun oleh karbon; (2) tar, yang mengandung air dan material organik teroksidasi; dan (3) gas yang terdiri dari oksida karbon, hidrokarbon ringan, dan hidrogen (Yustanti dkk, 2021).

Lebih lanjut penelitian mencatat prosentase terbaik campuran biomassa ke dalam batubara dalam produksi kokas adalah sekitar 6%. Campuran sebanyak 6% biomassa menghasilkan kualitas kokas yang memenuhi persyaratan untuk digunakan dalam *blast furnace*. Apabila dikaitkan dengan pengurangan bahan baku batubara kokas dan emisi CO₂, campuran 6% biomassa berhasil mengurangi penggunaan batubara kokas sebesar kurang lebih 22 kg per ton logam yang dimurnikan dan pengurangan emisi CO₂ sebesar 72,6 kg per ton logam yang

dimurnikan (Campos and Assis., 2021; Suopajarvi., 2017).

Das dkk (2000) telah menemukan formula campuran batubara dengan biomassa yang menghasilkan batubara kokas dengan klasifikasi *hard coking coal Grade-3*. Batubara yang digunakan adalah batubara kalori rendah yang memiliki kandungan abu tinggi (32%) dan kandungan hidrogen rendah (3%). Sedangkan biomassa yang digunakan berupa cangkang kelapa, limbah kelapa, ampas tebu, pasta tebu, dan bubuk gergaji. Riset tersebut menemukan bahwa molase atau pasta tebu merupakan biomassa yang paling bagus untuk dicampur dengan batubara karena menghasilkan nilai CSN yang tinggi (CSN 2-8). Formula campuran berupa 55% batubara kalori rendah, 15% batubara kokas, dan 30% pasta tebu menghasilkan kokas dengan kualitas *hard coking coal grade 3*.

PEMBAHASAN

Sumber daya batubara kalori rendah Indonesia sebanyak 50,2 Milyar ton atau sekitar 35% dari total sumber daya batubara nasional, sedangkan cadangannya berjumlah 13,67 Milyar ton atau sekitar 36% dari total cadangan batubara nasional (**Gambar 3**). Batubara kalori rendah tidak memiliki sifat *coking* dan jika dijual sebagai batubara termal cenderung memiliki nilai jual yang juga rendah.

Pengembangan biokokas menjadi salah satu alternatif peningkatan nilai tambah batubara yang layak untuk ditindaklanjuti. Program tersebut secara umum menjawab tiga permasalahan yang dihadapi oleh batubara Indonesia saat ini, yaitu optimalisasi pemanfaatan sumber daya batubara peringkat rendah, pemenuhan kebutuhan batubara untuk industri pemurnian logam, dan juga penurunan emisi CO₂.

Ketersediaan bahan baku dinilai tidak akan menjadi kendala karena Indonesia memiliki sumber daya batubara peringkat rendah dan sumber daya biomassa dalam jumlah yang signifikan. Walaupun demikian, sangat penting untuk menciptakan pasar kompetitif yang mampu menjamin keberlangsungan program pengembangan biokokas sehingga optimalisasi pemanfaatan batubara dan biomassa berjalan dengan baik. Lebih lanjut, berbagai kebijakan sektor terkait juga perlu diintegrasikan terutama sektor energi, lingkungan, pertanian, dan kehutanan, sehingga terjadi insentif yang merangsang pertumbuhan dari semua sektor yang diintegrasikan.

Disamping pasar dan kebijakan, hal lain yang sangat penting untuk juga diperhatikan adalah upaya dalam menemukan teknologi konversi batubara peringkat rendah dan biomassa menjadi biokokas yang efektif dan efisien. Saat ini tercatat penggunaan biokokas dari batubara peringkat rendah dan biomassa

masih terkendala pada lemahnya kemampuan kedua material tersebut untuk menghasilkan kokas berkualitas baik yang mampu mendukung proses dalam *blast furnace*. Oleh karena itu, tantangan terbesar yang dihadapi dalam pemanfaatan batubara peringkat rendah dan biomassa untuk pembuatan biokokas adalah dalam menemukan formula pencampuran dan proses *coking* yang mampu menghasilkan biokokas dengan kemampuan mekanis dan reaktifitas yang dapat mendukung proses dalam *blast furnace* seperti halnya batubara kokas alami. Hingga saat ini diketahui bahwa penggunaan biokokas dalam industri metalurgi, tidak dapat menggantikan peranan batubara kokas alami secara total. Walaupun demikian, penggunaan biokokas telah terbukti membawa dampak positif untuk mengurangi penggunaan batubara kokas, mengurangi biaya produksi dan juga mengurangi emisi CO₂.

Untuk menjawab tantangan diatas, diperlukan dukungan terhadap kegiatan riset dan evaluasi potensi biokokas dari batubara peringkat rendah oleh semua sektor terkait. Disamping itu, kolaborasi riset dan evaluasi dari berbagai disiplin ilmu dan antar lembaga juga sangat penting untuk dilakukan. Adanya kolaborasi, memungkinkan kegiatan peningkatan nilai tambah batubara peringkat rendah untuk pengembangan biokokas dapat berjalan efektif, efisien dan terintegrasi dari hulu ke hilir. Program riset dan evaluasi yang

terintegrasi diyakini mampu menghasilkan rekomendasi yang lebih berkualitas, mengurangi duplikasi kegiatan serta dapat menghemat anggaran kegiatan.

KESIMPULAN

Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa biokokas dapat dibuat dengan cara mencampurkan batubara peringkat rendah dengan biomassa sehingga dihasilkan biokokas dengan karakteristik mendekati batubara kokas alam. Penggunaan biokokas menghasilkan emisi CO₂ yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan batubara kokas sehingga biokokas dinilai lebih ramah lingkungan.

Di Indonesia, penggunaan berbagai tipe batubara dan biomassa dalam riset biokokas masih terbatas. Disamping itu, riset yang ada saat ini masih bersifat parsial dan belum dilakukan secara terpadu dari hulu ke hilir. Dibutuhkan program riset yang memadukan kebutuhan di hulu dan hilir sehingga menghasilkan rekomendasi penggunaan biokokas dari batubara peringkat rendah yang paling layak untuk dikembangkan di Indonesia.

Badan Geologi melalui PSDMBP berinisiasi untuk melakukan kegiatan evaluasi peningkatan nilai tambah batubara untuk menjadi biokokas secara terpadu dari hulu ke hilir, dengan fokus pada optimalisasi pemanfaatan berbagai jenis batubara peringkat rendah yang ada di Indonesia. Untuk kepentingan tersebut,

saat ini PSDMB melakukan kerjasama pengembangan biokokas dari batubara peringkat rendah dengan Universitas Gajah Mada. Dalam jangka panjang, kegiatan evaluasi diharapkan dapat memberikan informasi karakteristik batubara dan biomassa yang tepat untuk pengembangan biokokas di Indonesia berikut teknologi pembuatan biokokas,

delineasi wilayah prospek serta kajian kelayakan keekonomiannya.

Di masa yang akan datang, kegiatan evaluasi peningkatan nilai tambah batubara peringkat rendah untuk pengembangan biokokas diharapkan dapat dilakukan secara kolaborasi dengan lebih banyak lembaga riset.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2020. *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral/KESDM.
- Anonim. 2020. Neraca Sumber Daya dan Cadangan Batubara Indonesia 2020, hal 80 – 94. Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi (PSDMBP).
- Campos, A. M., & Assis, P. S. 2021. *Analysis of the Influence of Biomass Addition in Coal Mixture for Metallurgical Coke Production*. Global Journal of Research In Engineering.
- Das, S., Sharma, S., dan Choudhury, R. 2002. *Non-coking coal to coke: use of biomass based blending material*. Journal of Energy 27 hal 405-414.
- Global Efficiency Intelligence (GEI). 2020. *Global Steel Industry's GHG emissions*.
- Holappa L. 2020. *A General Visions for Reduction of Energy Consumption and CO2 Emmisions for the Steel Industry*. Metals 2020, 10, 1117.
- Huang X., Kocaefer D., Kocaefer Y., dan Bhattacharyay D. 2016. *Interaction of Biocoke with different coal tar pitches*. www.elsevier.com/locate/fuel. hal 179 – 192.
- Kokonya, S., Castro-Díaz, M., Barriocanal, C., & Snape, C. E. 2013. *An investigation into the effect of fast heating on fluidity development and coke quality for blends of coal and biomass*. Biomass and bioenergy, 56, hal 295-306.
- Mackay, M.L., Leeder, R.L., Giroux, L., Dexter, H., Holuszko, M., Halko, J., Howey, C., Thomas, D. 2017. *Minerals and Mining, Geoscience BC Summary of Activities*.
- Mansor A.M., Theo W.L., Lim J.S., Ani F.N., Hashim H., dan Ho W.S. 2018. *Potential Commercialisation of Biocoke Production in Malaysia – a Best Evidence Review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 90 hal 636 – 649.
- Mousa, E., Wang, C., Riesbeck, J., Larsson, M. 2016. *Biomass Applications in Iron and Steel Industry: an Overview of Challenges and Opportunities*. Elsevier p 1247 – 1266.

- Mursito, A.T., Muharman, A., dan Yustanti, E. 2020. *Producing Bio-Coke by Redwood Charcoal Blending for Blast Furnace Application*. AIP Conference Proceedings 2232.
- Osborne, D. 1988. *Coal preparation technology*. United States.
- Seo, M. W., Jeong, H. M., Lee, W. J., Yoon, S. J., Ra, H. W., Kim, Y. K., & Jeong, S. M. 2020. *Carbonization characteristics of biomass/coking coal blends for the application of bio-coke*. Chemical Engineering Journal, 394, 124943.
- Suopajarvi, H., Kemppainen, A., Haapakangas, J., & Fabritius, T. 2017. *Extensive review of the opportunities to use biomass-based fuels in iron and steelmaking processes*. Journal of Cleaner Production, 148, hal 709-734.
- Ward, C.R. (Ed.), 1984. *Coal and Coal Technology*. Blackwell, Melbourne. 339 pp.
- Yustanti, E., Wardhono, E.Y., Mursito, A.T., Alhamidi, A. 2021. *Types and Composition of Biomass in Biocoke Synthetis with the Coal Blending Method*.

PENYIAPAN DATA DAN INFORMASI SUMBER DAYA GEOLOGI UNTUK REKOMENDASI WILAYAH PERTAMBANGAN BATUBARA

**Robet L. Tobing, M. Arief Pinandita, Muhammad A. Ibrahim,
Penny Oktaviani, dan Agus Miswanto**

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Kegiatan penyiapan data dan informasi sumber daya geologi untuk rekomendasi Wilayah Pertambangan (WP) batubara dilakukan untuk mendelineasi wilayah prospek batubara, sehingga didapatkan usulan wilayah-wilayah prospek batubara di Indonesia berdasarkan pengolahan data sekunder menggunakan kriteria-kriteria umum dalam penentuan wilayah keprospekan batubara. Usulan wilayah prospek batubara ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi teknis dalam usulan penyiapan WP batubara.

Wilayah yang dievaluasi dan dapat diusulkan untuk penyiapan WP berasal dari wilayah hasil penyelidikan PSDMBP, wilayah hasil penciutan atau terminasi wilayah konsesi perusahaan tambang batubara, dan wilayah yang diusulkan oleh Pemerintah Daerah.

Berdasarkan hasil evaluasi teknis penyiapan data dan informasi WP Batubara, didapatkan sepuluh blok prospek batubara, terdiri dari delapan blok direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan (WUP), satu blok direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan Khusus (WUPK), dan satu blok direkomendasikan sebagai Wilayah Pencadangan Negara (WPN).

Kata kunci: Batubara, Wilayah Pertambangan, WP, WUP, WUPK, WPN, Prospek

PENDAHULUAN

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 7 Tahun 2020 tentang Tata Cara Pemberian Wilayah, Perizinan, dan Pelaporan pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara, menyebutkan bahwa mekanisme kerja penyiapan WP dan/atau Wilayah Pertambangan Khusus (WPK) dilakukan melalui evaluasi teknis dan/atau

ekonomi yang dalam pelaksanaan evaluasi teknis dan/atau ekonomi tersebut dapat dibentuk tim penyiapan WP dan/atau WPK. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) sebagai salah satu anggota Tim Penyiapan Wilayah Pertambangan mewakili Badan Geologi, pada tahun anggaran 2021 melaksanakan kegiatan Penyiapan Data dan Informasi Sumber

Daya Geologi untuk Pengusulan Wilayah Keprospekan Batubara untuk mendukung pelaksanaan penyiapan dan penetapan WP dan/atau WPK sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Kegiatan ini dilaksanakan untuk dapat mendelineasi wilayah prospek batubara sehingga didapatkan usulan wilayah-wilayah prospek batubara di Indonesia berdasarkan pengolahan data sekunder dengan menggunakan kriteria-kriteria umum dalam penentuan wilayah keprospekan batubara. Usulan wilayah prospek batubara ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi teknis dalam usulan penyiapan WP batubara.

Maksud dari pelaksanaan kegiatan yaitu menginventarisasi data, mengevaluasi dan merekomendasikan usulan wilayah prospek batubara di Indonesia. Tujuannya yaitu tersedianya usulan wilayah-wilayah prospek batubara berdasarkan pengolahan data sekunder.

METODOLOGI

Evaluasi yang dilakukan oleh PSDMBP menitikberatkan pada aspek geosains dari setiap kandidat WP/WPK batubara. Parameter yang dianalisis antara lain formasi pembawa batubara, data potensi batubara (singkapan ataupun hasil pengeboran), data sumber daya dan cadangan batubara, serta data lainnya seperti data penyelidikan terdahulu. Informasi tata guna lahan dan Rencana

Tata Ruang Wilayah (RTRW) juga turut dievaluasi.

Dalam Peraturan Menteri ESDM No. 7 Tahun 2020 Pasal 5 ayat (2) dan Pasal 6 mengenai Penyiapan WIUP dan WIUPK, wilayah kandidat yang dievaluasi untuk penyiapan WIUP berdasarkan data dan informasi yang berasal dari:

- Hasil kegiatan penyelidikan dan penelitian pertambangan yang dilakukan oleh Menteri dan/atau Gubernur sesuai dengan kewenangannya;
- Hasil evaluasi terhadap WIUP yang dikembalikan atau dicituk oleh pemegang IUP; dan/atau
- Hasil evaluasi terhadap WIUP yang IUP-nya berakhir atau dicabut.

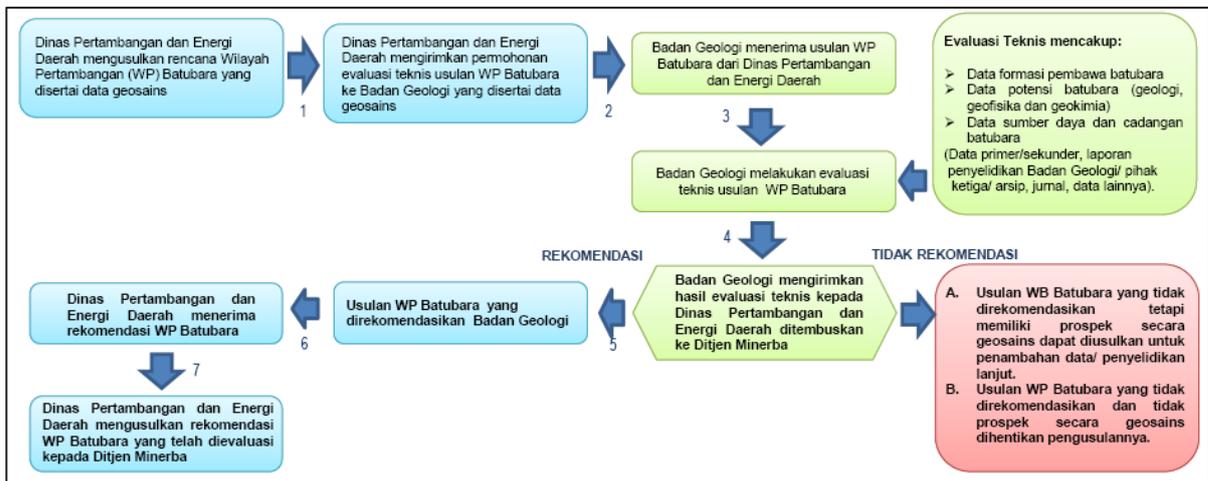
Sementara wilayah kandidat yang dievaluasi untuk penyiapan WIUPK berdasarkan data dan informasi yang berasal dari:

- WPN yang sudah berubah statusnya menjadi WUPK;
- Hasil evaluasi terhadap WIUP yang IUP-nya telah berakhir;
- Hasil evaluasi terhadap WIUPK yang IUPK-nya telah berakhir;
- Hasil evaluasi terhadap wilayah PKP2B yang perjanjiannya telah berakhir atau diterminasi; dan/atau
- Hasil evaluasi terhadap WIUP, WIUPK, wilayah PKP2B yang dikembalikan atau dicituk oleh

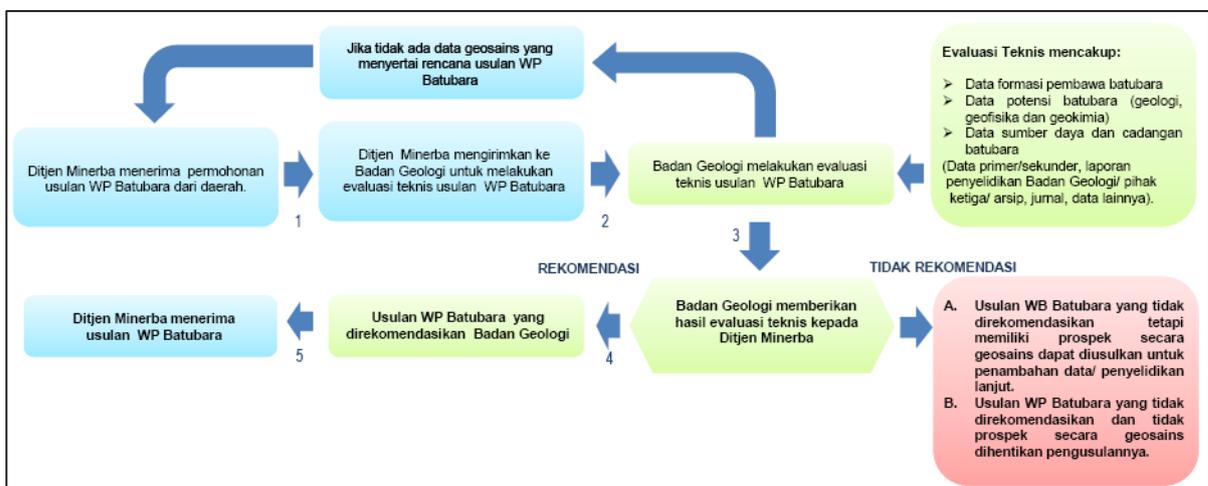
pemegang IUP, pemegang IUPK, atau pemegang PKP2B.

Terdapat dua skema proses usulan rekomendasi WP batubara yang berlaku baik untuk mineral ataupun batubara. Pada skema pertama (Gambar 1) usulan wilayah kandidat WP batubara berasal dari Pemerintah Daerah (PSDMBP, 2021). Skema kedua (Gambar 2) kandidat WP batubara berasal dari Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara (Ditjen Minerba) yang kemudian secara teknis dievaluasi

oleh PSDMBP (PSDMBP, 2021). Usulan WPK batubara dapat berasal dari wilayah penciutan atau wilayah yang diterminasi. Ada kalanya informasi kandidat WP batubara tidak dilengkapi dengan informasi geosains yang menyeluruh. Pada kasus seperti ini, PSDMBP dapat mengembalikan dokumen tanpa melakukan evaluasi teknis sehingga tidak akan menghasilkan kesimpulan rekomendasi.



Gambar 1. Proses rekomendasi WP Batubara dari evaluasi permintaan Pemerintah Daerah (PSDMBP, 2021)



Gambar 2. Proses rekomendasi WP Batubara dari Ditjen Minerba (PSDMBP, 2021)

INVENTARISASI WILAYAH POTENSI

Petunjuk teknis dalam melakukan deliniasi usulan wilayah keprospekan batubara didasarkan pada Undang-Undang No. 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara; Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 7 Tahun 2020 tentang Tata Cara Pemberian Wilayah, Perizinan, dan Pelaporan pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara. Kriteria umum yang dirangkum dari peraturan/perundang-undangan di atas digunakan untuk menentukan rekomendasi usulan WP/WPK batubara sebagai berikut:

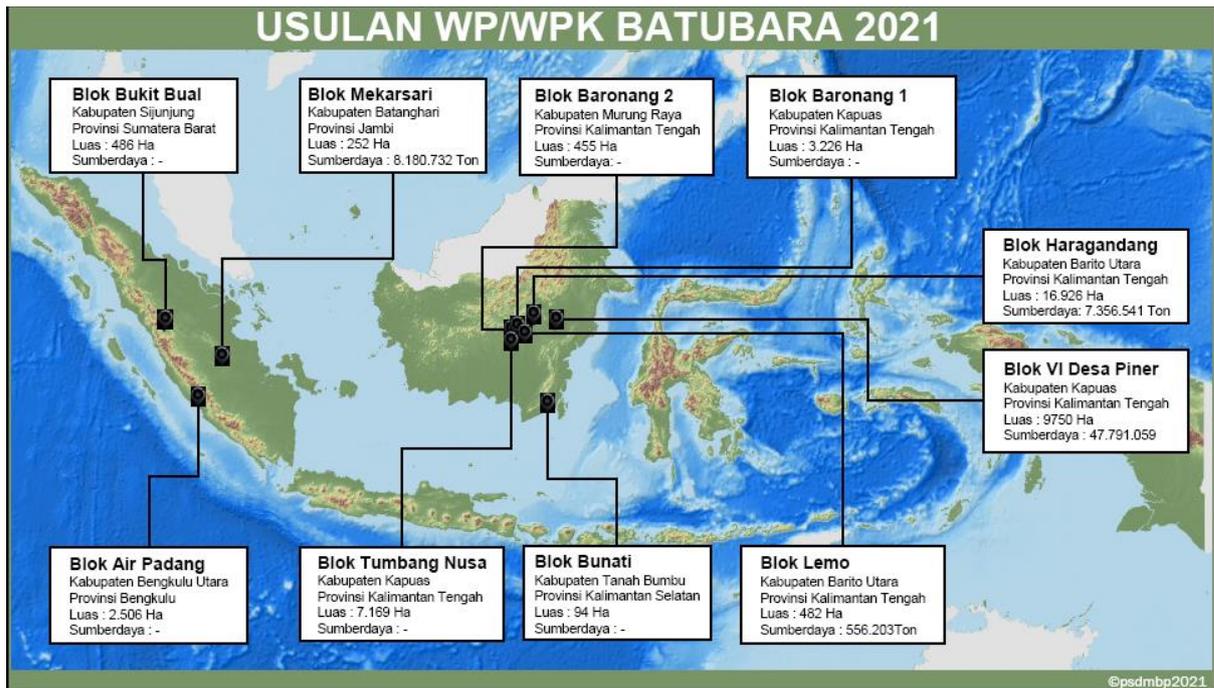
1. Memiliki formasi batuan pembawa batubara, berdasarkan peta geologi.
2. Memiliki singkapan batubara.

3. Memiliki potensi sumber daya batubara.
4. Tidak tumpang tindih dengan Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR) dan/atau Wilayah Pencadangan Negara (WPN).
5. Merupakan wilayah yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pertambangan secara berkelanjutan.
6. Merupakan kawasan peruntukan pertambangan sesuai dengan rencana tata ruang.

Wilayah rekomendasi telah diinventarisir berjumlah sepuluh wilayah (Tabel 1), yang dipilih dari berbagai sumber, yaitu hasil penelitian PSDMBP, permohonan bantuan evaluasi dari Ditjen Minerba dan usulan pemerintah daerah (Gambar 3).

Tabel 1. Usulan Kandidat WP Batubara Tahun 2021

No	Usulan WIUP Batubara	Luas (Ha)
1	Blok Air Padang, Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu (Pemda)	2.506
2	Blok Tumbang Nusa, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah (Pemda)	7.169
3	Blok Baronang 1, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah (Pemda)	3.226
4	Blok Baronang 2, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah (Pemda)	455
5	Blok Bunati, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan (WPK - PT. Arutmin Indonesia)	94
6	Blok Bukit Bual, Kabupaten Sijunjung, Provinsi Sumatera Barat (PT. Cahaya Safari Murni)	92,4
7	Blok Haragandang, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah (PSDMBP)	16.926
8	Blok Mekarsari, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi (PSDMBP)	252
9	Blok VI Desa Piner, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah (Pemda)	9.750
10	Blok Lemo, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah (WPN-PSDMBP)	482



Gambar 3. Peta Usulan Kandidat WP/WPK Batubara Tahun 2021 (PSDMBP, 2021).

Blok Air Padang

Wilayah rekomendasi berasal dari usulan Pemerintah Daerah Provinsi Bengkulu. Blok ini berada di Desa Air Padang, Air Bagus dan Air Tupok, Kecamatan Air Padang, Kabupaten Bengkulu Utara. Batubara ditemukan pada Formasi Lemau (Tml) berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir. Ketebalan batubara bervariasi antara 0,5 – 1,3 meter (Dinas ESDM Provinsi Bengkulu, 2020). Berdasarkan laporan dari Pemerintah Daerah Provinsi Bengkulu, kegiatan eksplorasi dalam tahap eksplorasi umum. Batubara pada wilayah rekomendasi memiliki nilai kalori sebesar 6.211 kal/gr (adb). Wilayah Blok Air Padang direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan (WUP).

Blok Tumbang Nusa

Wilayah rekomendasi ini berasal dari usulan Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Tengah, berada di Desa Tumbang Nusa, Kecamatan Pasak Telawang, Kabupaten Kapuas. Batubara ditemukan pada Formasi Tanjung (Tet) berumur Eosen. Ketebalan batubara bervariasi antara 0,2 – 1 meter (Distamben Kabupaten Kapuas, 2014). Batubara pada wilayah rekomendasi memiliki nilai kalori sebesar 5.643 kal/gr (adb). Wilayah Blok Tumbang Nusa direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan (WUP).

Blok Baronang 1

Wilayah rekomendasi berasal dari usulan Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Tengah. Blok ini berada di

Desa Baronang, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas. Batubara ditemukan pada Formasi Warukin (Tmw) berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir. Ketebalan batubara bervariasi antara 0,4 – 2,5 meter (Distamben Kabupaten Kapuas, 2014). Batubara pada wilayah rekomendasi memiliki nilai kalori sebesar 5.526 kal/gr (adb). Wilayah Blok Baronang 1 direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan (WUP).

Blok Baronang 2

Wilayah rekomendasi berasal dari usulan Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Tengah. Blok ini berada di Desa Baronang, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas. Batubara ditemukan pada Formasi Puruk Cahu (Tomc) berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal. Ketebalan batubara bervariasi antara 0,6 – 21 meter (Distamben Kabupaten Kapuas, 2014). Batubara pada wilayah rekomendasi memiliki nilai kalori sebesar 7.231 kal/gr (adb). Wilayah Blok Baronang 2 direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan (WUP).

Blok Bunati

Wilayah rekomendasi berasal dari usulan wilayah penciptaan konsesi PT. Arutmin Indonesia (Ditjen Minerba, 2020). Blok Bunati terletak di Kecamatan Angsana, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. Batubara ditemukan pada Formasi Warukin (Tmw)

berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir. Ketebalan batubara bervariasi antara 0,5 - 7 meter (Sumarsono dkk, 2020). Batubara pada wilayah rekomendasi memiliki nilai kalori sebesar 3.542 kal/gr (adb). Wilayah Blok Bunati memiliki nilai sumber daya yang relatif besar yaitu sebesar 7,489 juta ton, walau demikian Blok Bunati memiliki luas wilayah terhitung kecil, hanya sebesar 63,63 Hektar. Wilayah Blok Baronang 1 direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan Khusus (WUPK).

Blok Bukit Bual

Wilayah rekomendasi berasal dari usulan Pemerintah Daerah Provinsi Sumatera Barat. Blok ini berada di Nagari Bukik Bual, Kecamatan Koto VII, Kabupaten Sijunjung. Batubara ditemukan pada Anggota Bawah formasi Ombilin berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal. Ketebalan batubara bervariasi antara 0,4 – 6 meter (PT. Cahaya Safari Murni, 2017). Batubara pada Formasi Ombilin pada umumnya merupakan batubara kalori tinggi >6.000 kal/gr. Wilayah Blok Bukik Bual direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan (WUP).

Blok Haragandang

Wilayah rekomendasi berasal dari usulan Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Tengah dan telah dilakukan penyelidikan batubara oleh PSDMBP. Wilayah rekomendasi berada di Desa

Haragandang, Kecamatan Lahei, Kabupaten Barito Utara. Batubara ditemukan pada Formasi Warukin (Tmw) berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir. Ketebalan batubara bervariasi antara 0,5 – 2,5 meter (Dwitama dkk, 2021). Batubara pada wilayah rekomendasi memiliki nilai kalori sebesar 5.531 – 6.116 kal/gr (adb). Wilayah Blok Haragandang direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan (WUP).

Blok Mekarsari

Wilayah rekomendasi berasal dari hasil penyelidikan batubara oleh PSDMBP. Blok ini berada di Desa Jangga, Kecamatan Kecamatan Batin XXIV, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. Batubara ditemukan pada Formasi Muaraenim (Tmpm) berumur Miosen Akhir – Pliosen. Ketebalan batubara bervariasi antara 0,4 – 4,85 meter (Wibisono dkk, 2021). Batubara pada wilayah rekomendasi memiliki nilai kalori sebesar 1.689 - 6.196 kal/gr (adb). Wilayah Blok Mekarsari direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan (WUP).

Blok VI Piner

Wilayah rekomendasi berasal dari usulan Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Tengah. Blok ini berada di Desa Piner, Kecamatan Mantangai, Kabupaten Kapuas. Batubara ditemukan pada Formasi Warukin (Tmw) berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir. Ketebalan

batubara bervariasi antara 0,5 – 1,7 meter (Distamben Kabupaten Kapuas, 2014). Wilayah Blok VI Piner direkomendasikan sebagai Wilayah Usaha Pertambangan (WUP).

Blok Lemo

Wilayah rekomendasi berasal dari hasil penyelidikan batubara oleh PSDMBP. Blok ini berada di Desa Lemo, Kecamatan Teweh Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. Batubara ditemukan pada Formasi Montalat (Tomm) berumur Oligosen Akhir sampai Miosen Awal. Ketebalan batubara bervariasi antara 0,4 – >1,5 meter (Dwitama dkk, 2021). Batubara pada wilayah rekomendasi memiliki nilai kalori sebesar 4.640 – 8.245 kal/gr (adb). Sebagian besar wilayah Blok Lemo merupakan wilayah konservasi, oleh karena itu wilayah Blok Lemo direkomendasikan sebagai Wilayah Pencadangan Negara (WPN).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi, terdapat sepuluh blok prospek batubara yang dapat direkomendasikan menjadi kandidat WP/WPK/WPN batubara pada tahun 2021 oleh PSDMBP, terdiri dari delapan blok prospek yang direkomendasikan sebagai WUP, satu blok prospek direkomendasikan sebagai WUPK, dan satu blok direkomendasikan sebagai WPN.

Saran untuk kegiatan evaluasi penyiapan data dan informasi sumber daya geologi untuk penyiapan WP batubara pada tahun depan yaitu perlu pembuatan parameter evaluasi yang menetapkan kriteria minimum suatu wilayah dapat direkomendasikan menjadi WP batubara berikut syarat minimal kelengkapan data yang dibutuhkan untuk

usulan tersebut. Parameter evaluasi dapat disepakati bersama oleh Pemerintah Daerah, Ditjen Minerba dan Badan Geologi. Untuk wilayah dengan data yang belum terverifikasi atau belum memiliki data sumber daya, diperlukan *due diligent* atau verifikasi lapangan di wilayah yang diusulkan untuk menambah tingkat keyakinan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2010 tentang Wilayah Pertambangan.
- Anonim. 2014. Laporan Penjajakan Potensi Bahan Galian Batubara, Daerah Desa Tumbang Nusa dan sekitarnya, Kecamatan Pasak Telawang Kabupaten Kapuas, Propinsi Kalimantan Tengah. Dinas Pertambangan Dan Energi Kabupaten Kapuas Propinsi Kalimantan Tengah.
- Anonim. 2014. Laporan Penjajakan Potensi Bahan Galian Batubara, Daerah Desa Baronang dan sekitarnya, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Propinsi Kalimantan Tengah. Dinas Pertambangan Dan Energi Kabupaten Kapuas Propinsi Kalimantan Tengah.
- Anonim. 2014. Laporan Penjajakan Potensi Bahan Galian Batubara, Daerah Desa Piner dan sekitarnya, Kecamatan Mantangai, Kabupaten Kapuas, Propinsi Kalimantan Tengah. Dinas Pertambangan Dan Energi Kabupaten Kapuas Propinsi Kalimantan Tengah.
- Anonim. 2016. Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral No. 13 tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Anonim. 2017. Laporan Survei Tinjau potensi bahan galian batubara, PT Cahaya Safari Murni.
- Anonim. 2018. Peraturan Pemerintah No. 8 Tahun 2018 tentang Perubahan Kelima Atas Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara.
- Anonim. 2020. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 7 Tahun 2020 tentang Tata Cara Pemberian Wilayah, Perizinan, dan Pelaporan pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara.

- Anonim. 2020. Laporan Akhir Eksplorasi Prospeksi Bahan Galian Batubara Kecamatan Air Padang Kabupaten Bengkulu Utara Provinsi Bengkulu. Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral Provinsi Bengkulu.
- Anonim. 2020. Presentasi Cross Check Evaluasi Luas Wilayah PT Arutmin Indonesia. Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Anonim. 2020. Undang-Undang No. 3 Tahun 2020 tentang tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
- Anonim. 2021. Laporan Penyiapan Data dan Informasi Sumber Daya Geologi untuk Pengusulan Wilayah Pertambangan Batubara. Tim Penyiapan Data dan Informasi, 2021. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Dwitama, E.P., Rahmat, S.B., Hidayat, R., Rustandi, U., dan Hanafiah, Y., 2021. Survei Tinjau Batubara Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Sumarsono, I., dan Putera, M.G., 2020, Laporan Eksplorasi PT Arutmin Indonesia Januari-Desember 2019. Departemen Engineering PT Arutmin Indonesia.
- Wibisono, S.A., Dwitama, E.P., Erviana, F., dan Rukhimat, S., 2021. Eksplorasi Umum Batubara di Daerah Mekarsari, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi. Bandung.

PENYIAPAN DATA DAN INFORMASI SUMBER DAYA GEOLOGI UNTUK REKOMENDASI WILAYAH KERJA GAS METANA BATUBARA

**Robet L. Tobing, Muhammad Arief Pinandita, Muhammad A. Ibrahim,
dan Rahmat Hidayat**

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Gas Metana Batubara (GMB) merupakan salah satu sumber daya alam strategis yang berpotensi sebagai alternatif pemasok kebutuhan energi nasional. Dalam rangka diversifikasi energi, GMB perlu dikembangkan secara optimal. Dalam rangka mempersiapkan rekomendasi Wilayah Kerja Gas Metana Batubara (WK GMB), Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) melaksanakan kegiatan Penyiapan Data dan Informasi Sumber Daya Geologi untuk Pengusulan WK GMB.

Wilayah yang dievaluasi dan dapat diusulkan menjadi WK GMB dapat berasal dari hasil penyelidikan PSDMBP ataupun usulan wilayah dari Direktorat Jenderal Minyak dan Gas (Ditjen Migas). Beberapa kriteria yang digunakan dalam evaluasi teknis yaitu keberadaan formasi pembawa batubara, jurus dan kemiringan lapisan batubara, kedalaman lapisan batubara, ketebalan batubara, peringkat batubara, dan kandungan gas minimal 10 scf/ton.

Berdasarkan hasil evaluasi, wilayah yang diusulkan menjadi WK GMB pada tahun 2021 adalah Blok Meranti di Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Wilayah usulan, dilengkapi dengan data batubara permukaan yang diperoleh dari singkapan (*outcrop*) dan paritaan (*trenching*), data analisis kualitas batubara yang meliputi analisis proksimat, ultimat dan petrografi organik, data geofisika berupa survei seismik, dan data analisis *adsorption isotherm*. Total sumber daya batubara sebesar 48.240.000 ton dengan *Gas-in-place* sebesar 1.582.272.000 scf.

Kata kunci: Batubara, Gas Metana Batubara, GMB, WK GMB, Prospek, Potensi

PENDAHULUAN

Gas Metana Batubara (GMB) merupakan salah satu sumber daya alam strategis yang berpotensi sebagai alternatif pemasok kebutuhan energi

nasional. Dalam rangka diversifikasi energi, GMB perlu dikembangkan secara optimal.

Dalam rangka mempersiapkan rekomendasi Wilayah Kerja Gas Metana

Batubara (WK GMB), Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi melaksanakan kegiatan Penyiapan Data dan Informasi Sumber Daya Geologi untuk Pengusulan WK GMB.

Maksud dari kegiatan ini yaitu melakukan evaluasi teknis wilayah potensi GMB di Indonesia dengan tujuan untuk pengusulan WK GMB. Wilayah yang dievaluasi berasal dari hasil penyelidikan PSDMBP, usulan wilayah dari Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi (Ditjen Migas), dan/atau WK GMB yang berstatus terminasi.

METODOLOGI

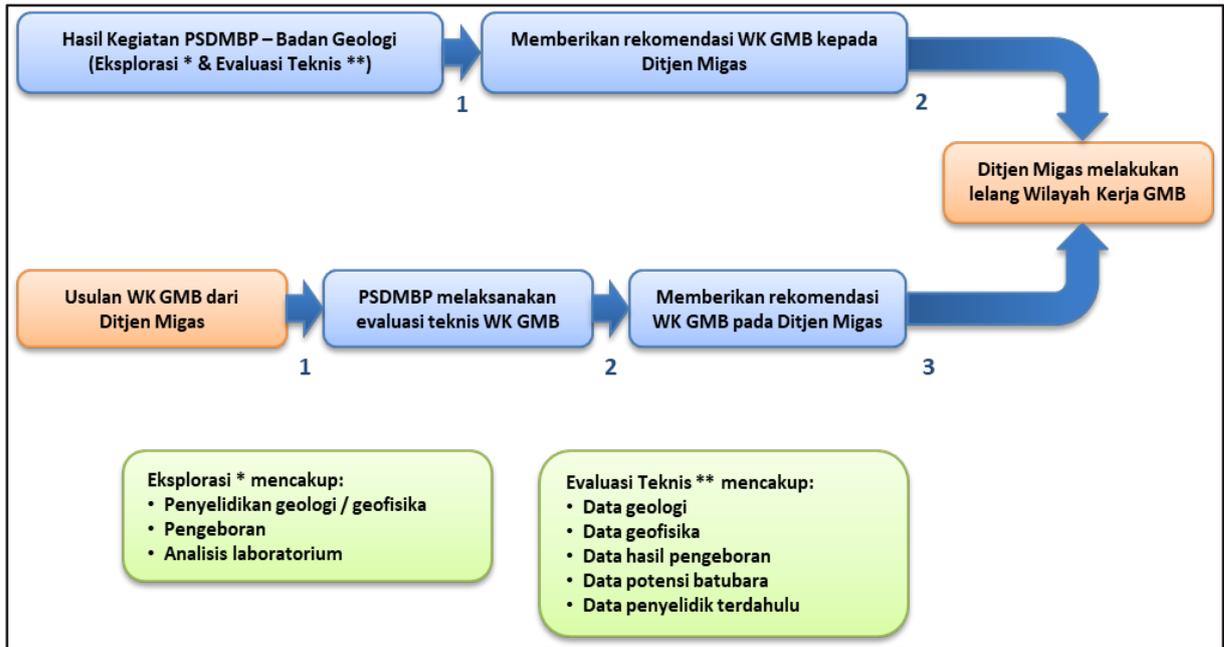
Kegiatan diawali dengan persiapan dan dilanjutkan dengan inventarisasi data sekunder. Data sekunder yang digunakan berupa laporan kegiatan penyelidikan GMB dari hasil penyelidikan pemerintah maupun hasil eksplorasi badan usaha. Data tersebut kemudian dipilah berdasarkan kategori datanya dan kemudian diolah dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Evaluasi teknis kemudian dilakukan terhadap data yang sudah dipilah dengan berpedoman pada Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2004 tentang Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi serta Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 36 Tahun 2008 tentang Pengusahaan Gas Metana Batubara. Usulan WK GMB ditentukan berdasarkan

hasil evaluasi dan diskusi oleh tim PSDMBP. Hasil wilayah prospek tersebut kemudian dituangkan dalam bentuk laporan kegiatan.

Wilayah kandidat yang dapat diusulkan menjadi WK GMB dapat berasal dari hasil penyelidikan PSDMBP ataupun usulan wilayah dari Ditjen Migas (Gambar 1). Pada skema pertama, PSDMBP melakukan evaluasi teknis terhadap hasil penyelidikan/eksplorasi PSDMBP sebelumnya. Apabila hasil evaluasi menunjukkan daerah tersebut layak direkomendasikan untuk menjadi WK GMB, maka data hasil evaluasi dikirimkan ke Ditjen Migas untuk kemudian ditindaklanjuti dengan proses lelang. Untuk skema kedua, Ditjen Migas memiliki kandidat WK GMB yang kemudian secara teknis dievaluasi oleh PSDMBP. Hasil evaluasi teknis ini selanjutnya diserahkan kembali ke Ditjen Migas, apabila direkomendasikan untuk menjadi WK GMB maka akan ditindaklanjuti dengan proses lelang.

INVENTARISIR WILAYAH POTENSI

Parameter pemilihan wilayah yang dapat diusulkan sebagai WK GMB belum memiliki acuan yang baku, sehingga secara umum, evaluasi teknis dilakukan pada cekungan-cekungan sedimen yang sudah terbukti memiliki endapan batubara dengan sumber daya dan cadangan yang signifikan.



Gambar 1. Proses rekomendasi Wilayah Kerja Gas Metana Batubara.

Setelah mendapatkan wilayah yang memiliki indikasi potensi GMB, evaluasi teknis dilanjutkan dengan menggugurkan beberapa kriteria sebagai pertimbangan besaran potensi yang terdapat pada wilayah usulan. Beberapa kriteria yang digunakan dalam rangka persiapan data untuk usulan WK GMB yaitu:

1. Memiliki formasi pembawa batubara yang berpotensi untuk GMB.
2. Jurus dan kemiringan batubara serta struktur geologi mendukung GMB.
3. Kedalaman lapisan batubara lebih dari 300 meter.
4. Ketebalan lapisan batubara minimal 1 meter.
5. Peringkat batubara minimal sub-bituminus.
6. Kandungan gas minimal 10 scf/ton.

Wilayah yang diusulkan menjadi WK GMB pada tahun 2021 yaitu Blok Meranti di Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau (Gambar 2). Pemilihan daerah ini berdasarkan hasil evaluasi geologi, geofisika, reservoir dan hidrogeologi daerah Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Sumber data berasal dari Laporan Eksplorasi Batubara dan GMB dengan Metode Terpadu Geologi dan Geofisika di Daerah Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau oleh Tim Eksplorasi PSDMBP Tahun 2021.



Gambar 2. Peta Usulan Kandidat WK GMB Tahun 2021

HASIL EVALUASI

Lokasi usulan WK GMB Blok Bukit Meranti berada di daerah Bukit Meranti, Kelesa, Ringin dan Pejangki, Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau. Wilayah usulan WK GMB berada di Cekungan Sumatra Tengah dimana cekungan tersebut diketahui merupakan cekungan sedimen tersier penghasil hidrokarbon terbesar di Indonesia, serta terdapat konsesi pertambangan batubara dengan produksi yang cukup besar.

Pada wilayah usulan (Gambar 3) terdapat dua formasi pembawa batubara yang berumur Eosen Awal hingga Miosen Akhir. Kedua formasi tersebut yaitu Formasi Lakat dan Formasi Muaraenim.

Wilayah usulan dilengkapi dengan data geologi berupa data batubara permukaan dari hasil pengamatan

singkapan (*outcrop*) dan paritan (*trenching*). Selain itu, dilengkapi juga dengan data geofisika berupa data seismik dari tiga lintasan seismik, dengan lintasan 1 memiliki panjang 3,9 kilometer, lintasan 2 memiliki panjang 2,1 kilometer, dan lintasan 3 memiliki panjang 2,3 kilometer.

Wilayah usulan juga dilengkapi dengan data kualitas. Hasil analisis laboratorium yang dilakukan pada 14 sampel batubara daerah usulan menunjukkan nilai kalori 2.079 – 7.273 kal/gr (adb), dimana nilai tersebut mengindikasikan batubara pada wilayah usulan merupakan batubara kalori rendah sampai sangat tinggi. Untuk kandungan air total (TM) bervariasi mulai 13,35 - 56,01%, kandungan zat terbang 25,07 - 45,03%, kandungan karbon tertambat 13,12 -

51,75%, kandungan sulfur 0,20 - 1,65%, dan berat jenis 1,32 - 1,96, serta HGI 44 - 68. Berdasarkan hasil analisis ultimat dalam basis daf sampel batubara menunjukkan kandungan didominasi oleh karbon berkisar 57,36 - 79,43%, diikuti oleh hidrogen 4,87 - 6,78%, nitrogen 0,69 - 1,60%, oksigen 12,44 - 29,64%, dan sulfur 0,28 - 1,78%.

Berdasarkan hasil analisis petrografi, nilai rata-rata reflektansi vitrinit sampel batubara pada wilayah usulan berkisar antara 0,30 - 0,55%. Reflektansi terbesar dimiliki oleh sampel batubara dari Formasi Lakat yaitu 0,41 - 0,55% dan termasuk peringkat batubara subbituminus C hingga A menurut More (2012). Kemudian pada sampel batubara Formasi Muaraenim nilai reflektansi vitrinitnya berkisar 0,30 - 0,32% dan termasuk peringkat batubara lignit.

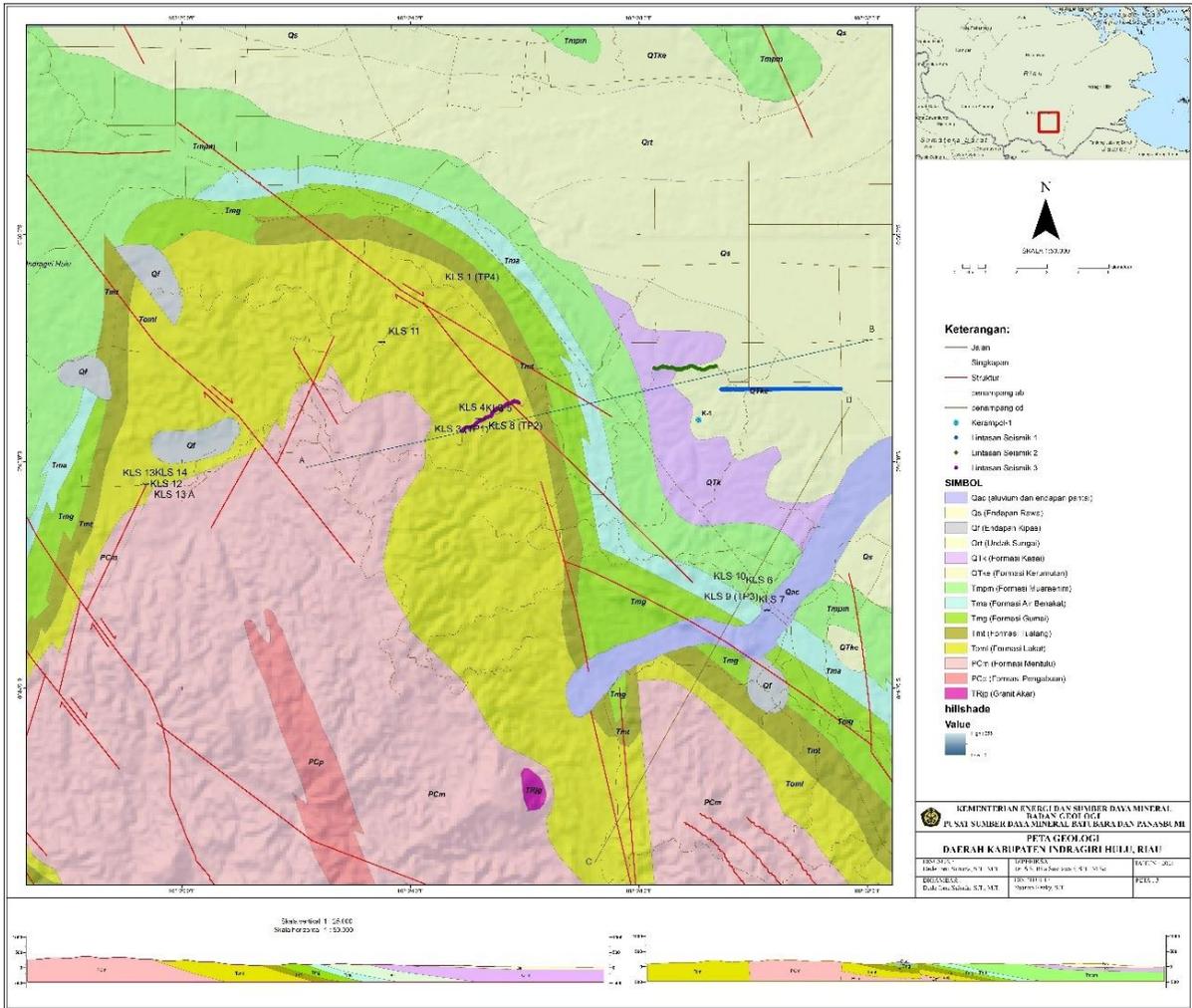
Analisis *adsorption isotherm* dilakukan pada beberapa sampel batubara pada wilayah usulan, dimana hasilnya menunjukkan bahwa Formasi Lakat mempunyai kapasitas serap lebih besar dibandingkan dengan sampel yang berasal dari Formasi Muaraenim.

Kapasitas serap dari sampel Formasi Lakat (KLS1, KLS4 dan KLS8) pada tekanan 581 s.d 589 psia atau kedalaman sekitar 600 meter bervariasi mulai dari 145 hingga 164 scf/ton (adb), sedangkan pada Formasi Muaraenim (KLS9) pada tekanan 584 psia atau

kedalaman 600 meter kapasitas serapnya sebesar 46 scf/ton (adb) dan 94 scf/ton (daf).

Penilaian Potensi GMB di daerah usulan dilihat berdasarkan beberapa aspek, diantaranya berdasarkan peringkat batubara, daerah usulan dibagi menjadi dua, yaitu batubara peringkat rendah pada Formasi Muaraenim, dan batubara peringkat tinggi pada Formasi Lakat. Berdasarkan kemenerusan dan kedalaman batubara dari hasil interpretasi seismik, batubara Formasi Lakat yang berada di lintasan 3 mempunyai pola undulasi atau antiklinorium dan kemungkinan tidak menerus, serta kedalaman lapisan batubara kurang dari 100 meter. Batubara Formasi Muaraenim di lintasan 1 dan 2 mempunyai pola menerus dan dapat diamati sampai kedalaman 700 meter.

Potensi sumber daya GMB pada wilayah usulan dilengkapi dengan perhitungan *Gas-in-place* (GIP) dimana GIP merupakan volume gas yang terdapat di dalam suatu reservoir batuan, baik itu batubara, serpih dan batuan lain. Perhitungan GIP pada wilayah usulan menggunakan nilai dari sumber daya dan nilai kandungan gas in-situ yang didapat dari analisis *adsorption isotherm*. Total sumber daya batubara pada wilayah usulan sebesar 48.240.000 ton dengan *Gas-in-place* sebesar 1.582.272.000 scf.



Gambar 3. Peta Geologi Usulan Kandidat WK GMB Tahun 2021

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi teknis dan evaluasi data sekunder, penyiapan data dan informasi WK GMB diusulkan 1 (satu) blok prospek GMB yang direkomendasikan menjadi kandidat WK GMB yaitu Blok Riau di Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Wilayah usulan telah dilengkapi dengan data batubara permukaan yang diperoleh dari sinkapan dan paritaan, data analisis kualitas batubara yang meliputi analisis proksimat, ultimat dan petrografi organik, data geofisika berupa survei seismik, serta

data analisis *adsorption isotherm*. Total sumber daya batubara sebesar 48.240.000 ton dengan *Gas-in-place* sebesar 1.582.272.000 scf.

Saran untuk kegiatan evaluasi di masa yang akan datang yaitu perlunya pembuatan parameter evaluasi yang menetapkan kriteria minimum suatu wilayah yang direkomendasikan menjadi WK GMB berikut kelengkapan data yang dibutuhkan. Parameter evaluasi dapat disepakati bersama oleh Badan Geologi dan Ditjen Migas.

DAFTAR PUSTAKA

Undang - Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi.

Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2009 tentang perubahan kedua atas Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2004 tentang Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 36 Tahun 2008 tentang Pengusahaan Gas Metana Batubara.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 36 Tahun 2008 tentang Pengusahaan Gas Metana Batubara.

Peraturan Menteri ESDM no. 35 Tahun 2008 tentang Tata Cara Penetapan dan Penawaran Wilayah Kerja Minyak dan Gas Bumi.

Suhada, D.I., Pinandita, M.A., Ramdhani, M.R., Siregar, H.E.A., F., Sina, I., dan Rustandi, U. 2021. Laporan Eksplorasi Batubara dan GMB dengan Metode terpadu Geologi dan Geofisika di Daerah Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi. Bandung.

KARAKTERISASI POTENSI BATUBARA METALURGI DI INDONESIA

Eska P. Dwitama, Feddi Erviana, M. Abdurachman Ibrahim, S.S. Rita Susilawati

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Batubara secara penggunaan dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu batubara termal dan batubara metalurgi. Batubara termal (*thermal/steaming coal*) umumnya digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik sedangkan batubara kokas/metalurgi (*coking coal* atau *metallurgical coal*) umumnya digunakan sebagai salah satu bahan utama dalam industri metalurgi khususnya pembuatan besi baja. Kegiatan karakterisasi ini bertujuan untuk mengetahui potensi dan karakteristik batubara metalurgi Indonesia. Evaluasi dilakukan terhadap data karakteristik batubara Indonesia yang terdapat pada database neraca sumber daya dan cadangan batubara Indonesia status Juli 2021 dan data kualitas batubara hasil kegiatan uji petik serta data dari badan usaha yang terbaru. Hasil evaluasi menunjukkan keterdapatannya potensi batubara metalurgi yang sudah terkonfirmasi berada di 23 lokasi, tersebar di tujuh area yang sebagian besar berada pada formasi pembawa batubara berumur Neogen. Batubara metalurgi yang sudah terkonfirmasi berjenis *Hard Coking Coal*, *Semi Hard Coking Coal*, *Semi Soft Coking Coal* dan *PCI Coal Low Volatile*.

Kata kunci: Potensi, batubara metalurgi, *hard coking*, *semi soft coking*, *PCI coal*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki potensi batubara yang cukup besar. Berdasarkan kegunaannya, batubara dikelompokkan menjadi batubara termal dan batubara metalurgi. Batubara termal digunakan pada pembangkit tenaga listrik, sedangkan batubara metalurgi digunakan untuk mendukung industri metalurgi khususnya industri besi baja, sehingga keduanya memiliki karakterisasi dan pangsa pasar yang berbeda. Saat ini, potensi batubara metalurgi Indonesia

belum tergali maksimal baik dari sisi sumber daya dan cadangannya maupun pengusahaannya. Pendataan terhadap potensi batubara metalurgi juga dibutuhkan untuk mendukung industri metalurgi di Indonesia. Industri produksi besi baja dan *smelter* di Indonesia membutuhkan batubara metalurgi sebagai bahan utama dalam proses produksinya.

Kegiatan karakterisasi Potensi Batubara Metalurgi Indonesia merupakan kegiatan penyiapan data dan informasi terkait potensi batubara metalurgi di

Indonesia. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk melakukan karakterisasi batubara metalurgi Indonesia dengan pengujian serta untuk melengkapi data geosain dan pendukung lainnya dalam rangka mendeliniasi wilayah-wilayah prospek batubara metalurgi di Indonesia.

LANDASAN TEORI

Batubara Metalurgi

Secara umum, batubara metalurgi dibedakan menjadi dua jenis yaitu batubara kokas (*coking coal*) dan batubara PCI (*pulverized coal injection*). Batubara kokas adalah batubara yang ketika dipanaskan pada temperatur yang cukup tinggi melewati tahap plastis sementara, kemudian batubara tersebut melunak, mengembang, dan resolidifikasi menjadi suatu unit kokas (Zimmerman, 1979); sedangkan Batubara PCI adalah batubara yang digunakan dalam teknologi *pulverized coal injection* pada *blast furnace* dalam proses pembuatan besi baja. *Coking coal* atau batubara kokas yang merupakan bagian dari batubara metalurgi adalah material penting dalam proses pembuatan baja, khususnya dalam pembuatan kokas. Kokas merupakan padatan hasil karbonisasi batubara pada suhu tinggi 900°C s.d. 1200°C dan digunakan pada industri metalurgi (besi/baja) serta pengecoran. Kokas dalam *blast furnace* memiliki fungsi sebagai bahan bakar langsung, bahan pereduksi, sumber

karbon, dan bahan penyangga yang permeabel.

Batubara PCI / *PCI coal* digunakan untuk dapat menggantikan kokas sebagai sumber panas dan pada tingkat injeksi yang tinggi dapat bertindak sebagai reduktan dalam metode atau teknologi *Pulverised Coal Injection* (PCI). Penggunaan PCI memiliki sejumlah keunggulan, termasuk memperpanjang umur baterai *oven* kokas yang sudah ada, mengurangi biaya pembuatan besi secara keseluruhan, dan mengurangi gas rumah kaca serta emisi lain yang terkait dengan pembuatan kokas. PCI adalah salah satu teknologi paling efektif untuk mengurangi konsumsi kokas *blast furnace*. *PCI coal* terkadang tidak dianggap sebagai batubara metalurgi dikarenakan istilah batubara metalurgi biasa disamakan dengan istilah *coking coal* (batubara kokas). Akan tetapi, dalam kaitannya dengan penggunaan di industri metalurgi, terutama dalam pembuatan baja, *PCI coal* memiliki peranan penting. Selain itu, dalam indeks perdagangan batubara, jenis *PCI coal* termasuk ke dalam kelompok batubara metalurgi.

Klasifikasi batubara metalurgi di dunia perdagangan dibagi menjadi beberapa jenis. Platts, sebuah perusahaan penyedia informasi dan harga energi (termasuk batubara) dan metal mengategorikan batubara metalurgi menjadi beberapa jenis diantaranya: *Premium Hard Coking Coal*, *Hard Coking*

Coal, Semi Soft Coking Coal dan Low Volatile PCI (Platts, 2021). Ada juga yang memasukan jenis *Semi Hard Coking Coal* dalam jenis *coking coal* dan *High Volatile PCI* dalam jenis *PCI Coal* (AME, dalam SMG Consultant, 2011). Untuk jenis *High Volatile PCI* dalam beberapa literatur (Carpenter, 2010) dapat digunakan dalam *blast furnace*, akan tetapi dalam indeks harga pasar biasanya dimasukan kedalam jenis *thermal coal*.

Parameter Untuk Evaluasi Batubara Metalurgi

Parameter analisis umum yang biasa digunakan dalam evaluasi batubara *thermal* juga digunakan dalam evaluasi batubara metalurgi. Parameter tersebut antara lain, *Total Moisture* (TM), analisis proksimat (berupa *volatile matter* (VM), kandungan abu (*ash*), dan total sulfur (TS)), analisis ultimat (berupa kandungan C, H, N O, dan S), analisis kandungan major elemen dalam abu batubara (analisis abu batubara) terutama untuk mengetahui nilai kandungan Posfornya, dan *Hardgrove Grindability Index* (HGI). Parameter atau analisis lain yang dilakukan antara lain berupa analisis petrografi organik, analisis reologi (*Rheological Analyses*) dan analisis *Coke Strength after Reaction* (CSR) / *Coke Reactivity Index* (CRI) (Rance, 1975; Zimmerman, 1979; Lu, et al., 2013; Trippi, et al, 2020). Analisis petrografi organik digunakan untuk menentukan komposisi *maceral* (*vitrinite*, *liptinite*, dan *inertinite*),

yang bisa digunakan untuk menentukan *Composition Balance Index* (CBI) untuk selanjutnya digunakan dalam menghitung *stability factor* atau *strength index* (SI) dari *coking coal*. Analisis reologi yang dilakukan antara lain: *Free Swelling Index* (FSI)/*Crucible Swelling Number* (CSN), *Dilatation test*, *Gray King coke type* (GKCT), *Fluidity*, *Sapoznikov*, *G-Index*, dan *Roga Index*. Kriteria masing-masing parameter tersebut tertera pada Tabel 1.

Potensi Batubara Kalori Tinggi Dan Sangat Tinggi Di Indonesia

Merujuk pada data neraca sumber daya batubara (Anonim, 2021), pembagian kelompok kualitas batubara di Indonesia didasarkan pada nilai kalorinya menjadi batubara kalori rendah, kalori sedang, kalori tinggi dan kalori sangat tinggi. Batubara yang berpotensi sebagai batubara metalurgi berada pada peringkat *bituminous*, diperkirakan setara dengan kelas batubara kalori tinggi dan sangat tinggi. Mengacu pada data neraca sumber daya batubara status Juli 2021 (Anonim, 2021) serta peta geologi regional Indonesia, batubara kalori tinggi dan sangat tinggi berada pada beberapa formasi pembawa batubara di berbagai pulau di Indonesia, antara lain: Formasi Sawahlunto/Formasi Ombilin, Formasi Sihapas, Formasi Lakat, Anggota Bawah Formasi Telisa, Formasi Lemau, Formasi Muaraenim, dan Formasi Talangakar di Pulau Sumatera. Kemudian di Pulau

Kalimantan terdapat pada Formasi Kantu, Formasi Ketungau, Formasi Tanjung, Formasi Montalat, Formasi Batu Ayau, Formasi Batupasir Haloq (sebagian menggolongkannya Formaso Batu Ayau), Formasi Pamaluan, Formasi Pulaubalang,

Formasi Balikpapan, Formasi Naintopo, dan Formasi Meliat. Sedangkan yang lainnya adalah Formasi Bayah di Pulau Jawa, Formasi Toraja di Pulau Sulawesi, dan Formasi Steenkool di Pulau Papua.

Tabel 1. Kriteria parameter untuk evaluasi batubara metalurgi

No.	PARAMETER	Nilai yang diinginkan	Nilai yang dapat diterima	Keterangan
1	Total Moisture (ar) %	5-10	Max 12 (Max. 15)	Untuk memudahkan penanganan dan penggilingan
2	Ash (air dried) %	Low	Max. 6-8 (Max. 10-12)	Kandungan abu harus rendah untuk mengurangi slag pada blast furnace
3	Volatile Matter (dmmf) %	Various	16-21 21-26 26-31	Low volatile coals Medium volatile coals High volatile coals
4	Total Sulphur (air dried) %	Low	Max 0.6-0.8 (Max. 1.0)	Dapat menyebabkan steel menjadi getas/rapuh
5	Phosphorus (air dried) %	Low	Max. 0.1	Dapat menyebabkan steel menjadi getas/rapuh
6	Free Swelling Index	7-9	Min. 3,5	
7	Roga Index	60-90	Min. 50	
8	Gray King Coke type	G6-G14	Min. G	
9	Dilatometry Max. dilatation (Audibert-Arnu)	25-70	Min. 20	Low volatile coals
		80-140	Min. 60	Medium volatile coals
		150-350	Min. 100	High volatile coals
10	Plastometry Fluidity Range	Above 80	Min. 70	Low volatile coals
		Above 100	Min. 80	Medium volatile coals
		Above 130	Min. 100	High volatile coals
11	CSR/CRI		>65/<25	Hard coking coal low-med volatile
			<65/>25	Semi Hard coking coal
			-/-	Semi soft coal
12	HGI		80 s.d. 110	Low volatile coals
			60 s.d. 90;	Medium volatile coals
			40 s.d. 60	High volatile coals

METODOLOGI

Metode yang dilakukan berupa evaluasi data sekunder, baik hasil penyelidikan pemerintah maupun Badan Usaha. Data tersebut dipilah dan ditelaah berdasarkan parameter awal yang disepakati yaitu Nilai Kalori (*Calorific Value / CV*) minimal 6100 cal/gr adb, *Total Moisture* (TM) maksimal 12% ar, Total Sulfur (TS) maksimal 1% adb, dan *Abu/ash* maksimal 12% adb. Hasil penelaahan awal ini digunakan untuk menentukan prioritas lokasi pengambilan sampel dan verifikasi. Selanjutnya dilakukan *Due Diligent* untuk memverifikasi data sumberdaya dan cadangan batubara metalurgi serta pengambilan sampel untuk analisis di laboratorium. Seluruh data kemudian diolah dan dikelompokkan dalam klasifikasi batubara metalurgi menurut Platts (2021). Indeks Platts ini merupakan salah satu indeks perdagangan yang paling banyak digunakan oleh *stakeholders* batubara metalurgi, termasuk produsen dan penggunaannya.

HASIL KEGIATAN

Berdasarkan hasil kegiatan yang sama pada tahun 2018 hingga tahun 2020 (Anonim, 2018a, 2019, 2020) terdapat 25 lokasi yang terkonfirmasi sebagai batubara metalurgi, termasuk di dalamnya *PCI coal high volatile*. Pada tahun 2021 ini, mengacu pada Platts (2021), batubara yang terkonfirmasi sebagai *PCI coal high volatile*

tidak dimasukkan dalam jenis batubara metalurgi. Oleh karena itu hingga tahun 2020 hanya terdapat 15 lokasi potensi yang terkonfirmasi memiliki potensi batubara metalurgi. Berdasarkan Anonim (2021), dari total 337 lokasi batubara kalori tinggi dan sangat tinggi di Indonesia terdapat 132 lokasi yang diindikasikan merupakan batubara metalurgi (Gambar 1). Indikasi ini berdasarkan parameter yang dibuat dan dikurangi dengan lokasi-lokasi yang sudah dievaluasi hingga tahun 2020 namun terkonfirmasi bukan merupakan batubara metalurgi. Jumlah tersebut jika dibandingkan dengan tahun 2020 mengalami peningkatan, hal tersebut dikarenakan adanya penambahan data kualitas oleh Badan Usaha sehingga yang awalnya tidak terindikasi menjadi terindikasi sebagai batubara metalurgi.

Pada tahun 2021 ini, kegiatan evaluasi dan verifikasi berupa uji petik pengambilan sampel dan analisis laboratorium dilaksanakan bekerjasama dengan Direktorat Jendral Mineral dan Batubara (Ditjen Minerba). Pengambilan sampel batubara dilakukan pada 25 lokasi indikasi di Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan. Selain melakukan pengambilan sampel batubara pada lokasi indikasi, tim juga mengambil sampel batubara metalurgi yang dipakai oleh *user*, yaitu pabrik pembuatan kokas sebagai patokan kualitas batubara yang digunakan industri dalam negeri saat ini. Sampel-sampel dari kunjungan ke *user*

seluruhnya berjumlah tujuh dengan rincian enam sampel batubara *coking coal* dari berbagai sumber dan satu sampel kokas hasil produksi mereka. Tim juga menerima satu sampel batubara hasil dari pengiriman Badan Usaha. Dikarenakan adanya pandemi COVID-19, kegiatan pengambilan sampel baru dapat dilakukan pada bulan Juni. Ini mengakibatkan kegiatan analisis laboratorium menjadi mundur pengerjaannya sehingga waktu penyelesaiannya pun mengalami keterlambatan. Hingga tulisan ini dibuat, analisis yang sudah selesai baru pada lima lokasi uji petik (Kalimantan Tengah dua lokasi dan Kalimantan Timur tiga lokasi), satu lokasi pengiriman Badan Usaha

(Kalimantan Tengah), satu lokasi kunjungan ke *user* dan satu lokasi hasil kegiatan survei tinjau Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) di Kalimantan Timur. Analisis yang sudah selesai berupa analisis kimia (Proksimat, ultimat, CV, HGI, TS dan SG) dan analisis reologi (FSI, GKCT dan *dilatation*) seperti yang terlihat pada Tabel 2 serta analisis petrografi organik (Tabel 3). Meskipun hasil analisis belum selesai seluruhnya, terdapat empat lokasi uji petik yang berhasil dievaluasi berdasarkan data kualitas yang dikumpulkan saat kegiatan uji petik tersebut, yang tertera dalam laporan eksplorasi, laporan RKAB, dan *Certificate of Analyses*.

Tabel 2. Hasil analisis kimia dan reologi

No	KEGIATAN	TM % ar	Proksimat				CV cal/gr; adb	TS % adb	FSI	GKCT	DILATATION	HGI
			M % adb	VM % adb	Ash % adb	FC % adb						
1		3,20	1,20	43,62	2,95	52,24	7918	0,31	2,5	C	-	30
2		4,46	1,37	41,36	3,19	54,09	7870	0,36	3	D	-	37
3	Uji Petik Kalteng 1A	3,33	1,47	41,74	11,52	45,28	7036	0,39	1	-	-	42
4		3,13	1,40	42,75	10,03	45,84	7300	0,37	1	-	-	43
5		7,18	2,15	38,50	7,78	51,59	7327	0,33	1,5	-	-	52
6		7,08	1,59	35,68	17,75	44,99	6428	0,28	1	-	-	64
7	Uji Petik Kalteng 1B	13,87	3,76	39,38	7,13	49,74	6922	0,74	1,5	-	-	71
8		13,76	3,90	38,02	11,38	46,70	6569	0,73	1,5	-	-	72
9	Uji Petik Kaltim 1A	8,83	4,23	42,74	3,06	49,98	7075	3,08	1	-	-	29
10		8,06	4,21	43,23	4,14	48,43	7048	3,97	1	-	-	57

No	KEGIATAN	TM % ar	Proksimat				CV cal/gr; adb	TS % adb	FSI	GKCT	DILATATION	HGI
			M % adb	VM % adb	Ash % adb	FC % adb						
11		9,78	4,69	41,96	1,55	51,80	7231	0,71	1	-	-	44
12		9,52	4,44	42,60	1,46	51,52	7227	0,71	1	-	-	48
13		17,31	7,13	41,83	3,88	47,17	6316	1,77	0	-	-	49
14	Uji Petik	10,16	7,55	42,27	3,66	46,53	6296	1,82	0	-	-	38
15	Kaltim 1B	14,85	6,86	41,35	2,65	49,15	6453	2,54	0	-	-	47
16		25,04	5,97	41,58	3,42	49,04	6510	2,32	1	-	-	57
17		20,46	6,57	39,86	4,79	48,79	6196	1,18	0	-	-	77
18		17,73	6,54	41,22	2,21	50,04	6421	1,12	0	-	-	-
19	Uji Petik	6,07	4,04	52,50	4,45	39,02	7456	2,47	1	-	-	48
20	Kaltim 1C	7,32	4,56	48,50	2,73	44,21	7363	2,58	1	-	-	-
21		10,40	5,54	43,34	2,50	48,63	7046	0,22	0	-	-	47
22		9,82	5,45	45,00	1,82	47,74	7193	0,21	1	-	-	38
23	Pengiri- man Badan Usaha	4,33	0,84	18,83	6,71	73,62	8071	0,39	9	G	40	99
24		12,00	1,46	31,89	8,70	57,96	7634	0,43	7	G1	105	74
25		9,80	1,16	26,23	4,27	68,35	8228	0,56	8	G2	33	98
26		9,83	1,49	21,73	8,71	68,08	7743	0,57	8	G	41	98
27	Kunjung-an ke User	10,21	1,30	20,64	8,87	69,21	7796	0,63	7	G	31	99
28		10,79	1,60	22,19	7,04	69,18	7861	0,46	5	G	-22	96
29		10,22	1,28	23,12	7,23	68,38	7956	0,59	8	G	71	74
30		0,70	0,66	6,57	10,51	82,27	7329	0,53	1	-	-	68
31	Kegiatan	3,91	1,25	25,89	14,14	58,72	7309	2,49	8,5	G2	94	81
32	PSDMBP Kaltim	4,07	1,04	27,15	8,48	63,33	7948	3,78	8	G2	216	66
33		3,7	0,91	28,41	5,24	65,44	8159	0,92	9	G2	81	87

Tabel 3. Hasil analisis petrografi material organik

No	KEGIATAN	Mean Reflektan Vitrinit (% Rv random)	Komp. Maseral (%)			Material Mineral (%)			
			V	I	L	Clay	OB	Py	
1	Uji Petik Kalteng 1A	0,53	71,4	16	6,8	3	-	2,8	
2		0,58	84,4	5,2	7	2,4	-	1	
3		0,58	69,2	10,6	13	7	-	0,2	
4		0,65	70,2	8,6	13,2	7,6	-	0,4	
5		0,54	72,6	7,2	5,4	14	-	0,8	
6		0,6	76,6	6,6	5,8	10,4	-	0,6	
7	Uji Petik Kalteng 1B	0,52	71,2	7	7,4	12,6	-	1,8	
8		0,51	65,6	7	7	20,2	-	0,2	
9	Uji Petik Kaltim 1A	0,5	58,4	23,8	9,2	1,2	-	7,4	
10		0,49	61,8	12,4	12	2	-	11,8	
11		0,58	68,2	11,8	16	2,2	-	1,8	
12		0,51	67,2	12,6	17,2	1,6	-	1,4	
13	Uji Petik Kaltim 1B	0,47	71,4	9,8	13	3	-	2,8	
14		0,45	61,6	21,8	12,4	1,8	-	2,4	
15		0,43	64,4	14,8	10,6	4,2	-	6	
16		0,43	63,8	17,8	8,2	1,8	-	8,4	
17	Uji Petik Kaltim 1C	0,51	75,8	13	5,4	5,4	-	0,4	
18		0,52	80,2	8	9,4	1,8	-	0,6	
19		0,43	67,6	9,2	13,8	3	-	6,4	
20		0,4	61,8	18,6	10,6	2	-	7	
21		0,47	72,4	13,2	11,2	2,6	-	0,6	
22		0,47	78,4	8,4	9,8	2,4	-	1	
23	Pengiriman Badan Usaha	1,29	82,4	1,2	-	14	-	2,4	
24	Kunjungan ke User	0,9	81,6	4,6	2,6	9,4	-	1,8	
25		1,07	93	1,2	-	5,2	-	0,6	
26		1,07	67,2	15	-	16,6	0,2	1	
27		1,18	72,6	19,2	1,4	6,6	-	0,2	
28		1,14	64,4	26	0,4	9	-	0,2	
29		1,15	67,2	24,2	0,8	7,4	-	0,4	
30		Kegiatan PSDMBP Kaltim	1,08	79,6	5,6	-	11,2	-	3,6
31			1,07	85	0,4	-	5,8	-	8,8
32		1,03	91,6	2,4	0,8	4,8	-	0,4	

Evaluasi juga dilakukan di tiga lokasi indikasi lainnya berdasarkan data kualitas yang tersedia. Sampai dengan tulisan ini dibuat, total terdapat tujuh lokasi indikasi yang berhasil di evaluasi, empat diantaranya berada di Kalimantan Tengah dan tiga lainnya di Kalimantan Timur. Ringkasan data kualitas batubara pada lokasi tersebut tertera pada Tabel 4.

PEMBAHASAN

Hasil analisis pada Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan bahwa ada lokasi yang memiliki potensi sebagai batubara metalurgi dan ada juga yang tidak. Untuk lokasi Uji petik Kalteng 1A, Kalteng 1B, Kaltim 1A, Kaltim 1B dan Kaltim 1C berdasarkan nilai FSI-nya (<2) tidak dapat digolongkan batubara kokas/*coking coal*.

Tabel 4. Ringkasan data kualitas lokasi yang dievaluasi berdasarkan data Badan Usaha

No	1	2	3	4	5	6	7	
Lokasi	Kalteng A	Kalteng B	Kalteng C	Kalteng D	Kaltim A	Kaltim B	Kaltim C	
TM (%ar)	2,60 -24,90	4,00 -8,70	3,34 -7,10	6,10 - 7,40	7,23	1,50 - 26,60	2,7 - 9,6	
Proksimat	M (%adb)	1,20 - 16,30	0,60 - 4,30	0,60 - 2,82	1,70 - 3,60	3,69	0,70 - 15,50	0,9 - 1,9
	VM (%adb)	28,20 - 30,00	21,00 - 24,40	12,40 - 15,63	10,10 - 12,70	32,23	19,10 - 44,30	23,20 - 36,60
	Ash (%adb)	1,40 - 4,40	12,10 - 26,70	2,80 - 42,29	3,70 - 13,70	5,96	1,10 - 49,80	2,80 - 38,50
	FC (%adb)	51,10 - 67,40	48,00 - 62,90	45,09 - 81,10	73,20 - 83,40	58,12	25,40 - 67,80	36,40 - 61,70
CV (cal/gr; %adb)	5200 - 8300	5300 - 7000	4664 - 8319	7093 - 7981	6869	3291 - 8374	4856 - 8321	
SG	1,33	1,30	1,33 - 1,66	1,33 - 1,46				
TS (% adb)	0,52 - 1,30	0,54 - 3,45	0,53 - 4,52	0,66 - 2,26	0,6	0,20 - 7,86	0,35 - 1,27	
FSI	0 - 9	0,50 - 8,50	0 - 2	-	8,5	1,0 - 9,0	3,5 - 8,5	
HGI	100 - 140	75 - 85	101 -109	67 - 95	-	54 - 75	-	

Melihat parameter kunci lain yaitu VM ($>35,68$), batubara pada lokasi-lokasi tersebut juga tidak dapat digolongkan sebagai *low volatile PCI*, sehingga batubara-batubara tersebut digolongkan sebagai batubara termal.

Sample hasil pengiriman Badan Usaha dan hasil kegiatan PSDMBP terkonfirmasi merupakan batubara kokas/coking coal dengan jenis *low-medium volatile hard coking coal*. Namun, perlu dilakukan tes parameter lainnya seperti fluidity dan CSR/CRI untuk lebih *valid* jenisnya.

Selanjutnya, hasil evaluasi data Badan Usaha menunjukkan bahwa terdapat dua lokasi yang hanya dapat digolongkan sebagai *low volatile PCI* yaitu lokasi Kalteng C dan Kalteng D, hal ini dikarenakan tidak memiliki nilai FSI yang cukup. Sedangkan batubara pada lima lokasi lainnya yaitu Kalteng A, Kalteng B, Kalitim A, Kaltim B dan Kalitim C, digolongkan sebagai *hard coking coal*, *semi hard coking coal* dan *semi soft coking coal*. Akan tetapi melihat beberapa parameter memiliki rentang nilai yang cukup besar dan nilai tersebut tidak memenuhi syarat sebagai batubara metalurgi, maka diperkirakan pada wilayah tersebut tidak seluruhnya dapat digolongkan sebagai batubara metalurgi.

Batubara pada lokasi-lokasi yang telah dibahas di atas, beberapa juga

memiliki nilai TS yang cukup tinggi (>1), yang dalam penggunaannya, baik di pembangkit maupun industri metalurgi, memerlukan penanganan khusus (biasanya dilakukan pencampuran atau desulfurisasi). Seluruh nilai TS pada batubara hasil kunjungan ke *user* pabrik pembuatan kokas menunjukkan nilai yang rendah (<1). Hal ini membuktikan bahwa parameter TS cukup penting untuk menghindari pembengkakan biaya atau tidak sesuainya produk kokas yang diinginkan / gagalnya proses produksi pemurniannya. Batubara yang digunakan di pabrik kokas biasanya memang terdiri dari beberapa jenis *coking coal*, masing-masing pabrik memiliki formulasi *blending* yang berbeda (Anonim, 2018b). Di pabrik kokas yang dikunjungi menggunakan enam jenis/sumber *coking coal*, dua diantaranya berasal dari Indonesia sedangkan lainnya dari Australia. Berdasarkan keterangan dari pihak *user* dan juga hasil analisis di atas, batubara yang digunakan adalah jenis *low-medium volatile hard coking coal*, *semi hard coking coal* dan *soft coking coal*. Nilai-nilai parameter hasil analisis dari batubara yang digunakan dapat dijadikan gambaran batubara yang dibutuhkan dalam industri besi baja di Indonesia. Salah satu perbedaan yang terlihat antara *coking coal* Indonesia dan Australia adalah dari kandungan inertinitnya pada analisis petrografi. Kandungan inertinite batubara

Australia relatif lebih tinggi dibandingkan batubara Indonesia.

Berdasarkan hasil evaluasi dan verifikasi, di atas hingga tahun 2021 atau tulisan ini dibuat, terdapat 23 lokasi potensi batubara yang terkonfirmasi merupakan batubara metalurgi. Terdapat 16 lokasi yang sedang tahap proses evaluasi yang memiliki kemungkinan untuk menjadi batubara metalurgi. Sebaran lokasi potensi batubara metalurgi dan lokasi yang sedang/telah dievaluasi dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan lokasi penyebarannya saat ini, lokasi potensi batubara metalurgi dapat dibagi menjadi tujuh area yaitu: 1. Sawahlunto; 2. Bengkulu Utara; 3. Murung Raya; 4. Muarateweh; 5. Barito Selatan; 6. Kotabangun; dan 7. Paser. Sebagian besar keterdapatannya batubara metalurgi berada pada formasi pembawa batubara berumur Neogen, hanya sebagian kecil berada pada formasi berumur Paleogen. Jumlah sumber daya batubara metalurgi adalah 2,51 milyar ton sedangkan cadangannya sebesar 0,51 milyar ton.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2021. Executive summary Pemutakhiran Data Dan Neraca Sumber Daya Batubara status Juli 2021. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Anonim, 2020a. Karakterisasi Potensi Batubara Metalurgi di Indonesia. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Anonim, 2020b. Pemutakhiran Data Dan Neraca Sumber Daya Batubara, Gambut, Dan Gas Metana Batubara. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.

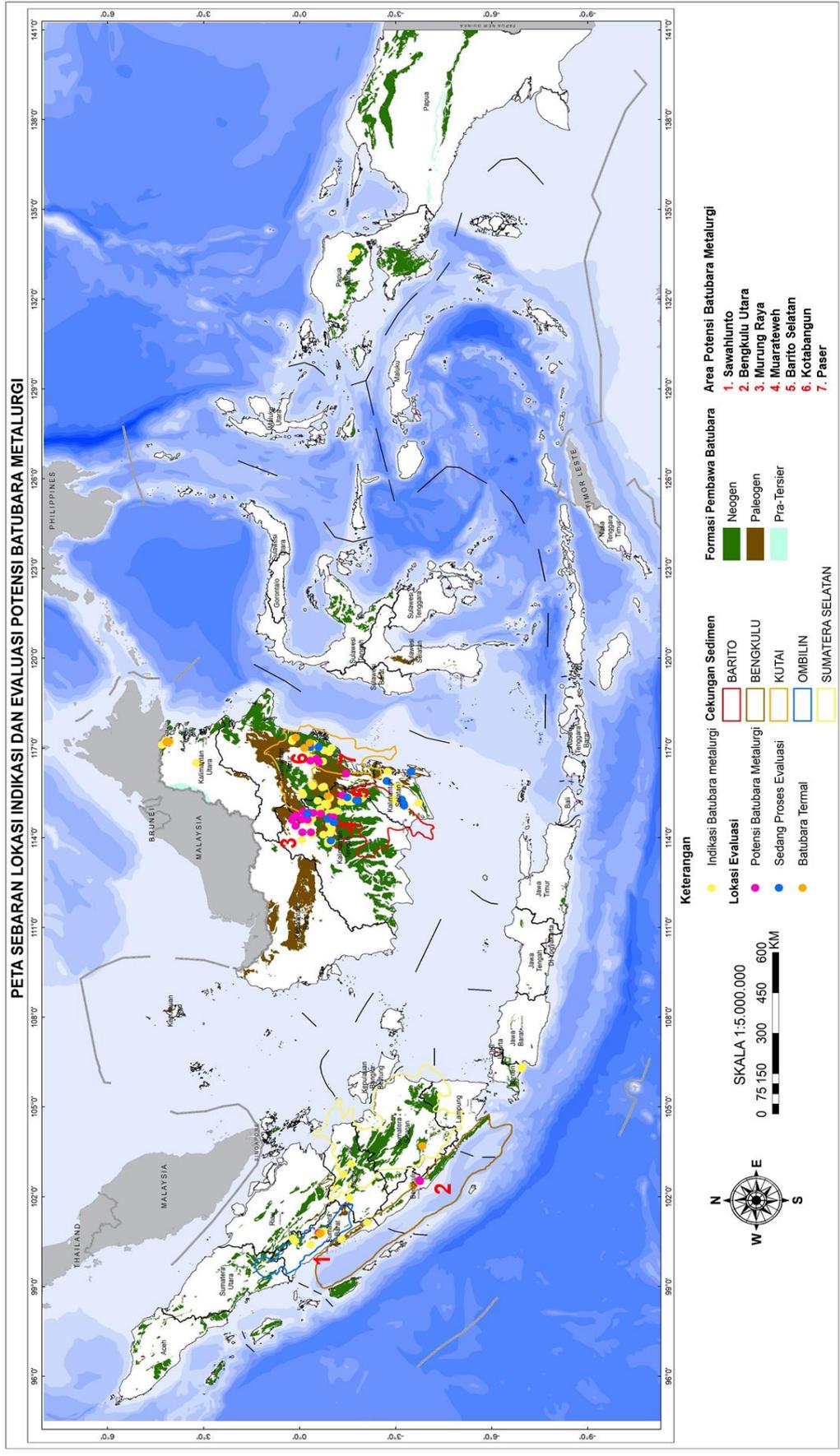
KESIMPULAN

Indonesia terkonfirmasi memiliki potensi batubara metalurgi dengan jenis *Hard Coking Coal*, *Semi Hard Coking Coal*, *Semi Soft Coking Coal* dan *PCI Coal Low Volatile*. Terdapat 23 lokasi batubara metalurgi terkonfirmasi yang tersebar di tujuh area dan sebagian besar berada pada formasi pembawa batubara berumur neogen. Jumlah sumber daya batubara metalurgi Indonesia adalah 2,51 milyar ton dan cadangannya 0,51 milyar ton. Jumlah tersebut masih dapat bertambah seiring bertambahnya lokasi indikasi yang terkonfirmasi.

SARAN

Masih diperlukan Evaluasi, Verifikasi dan Eksplorasi pada lokasi-lokasi yang diindikasikan merupakan batubara metalurgi. Kolaborasi antara Pemerintah, Produsen dan Pengguna Batubara Metalurgi diperlukan untuk mempercepat pendataan potensi dan kebutuhan batubara metalurgi di Indonesia.

- Anonim, 2019. Karakterisasi Potensi Batubara Metalurgi di Indonesia. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Anonim, 2018a. Karakterisasi Potensi Kokas Batubara Kalori Tinggi Indonesia. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Anonim, 2018b. Penggunaan Batubara Metalurgi Di Industri Baja Indonesia. PT. Krakatau Steel (Persero)
- Anonim, 2010. Indonesian Coking Coals, PT SMG Consultans.
- Carpenter, Anna M., 2010. Injection of coal and waste plastics in blast furnaces. IEA clean coal centre.
- Lu, L., Devasahayam, S., Sahajwalla, V., 2013. Evaluation of coal for metallurgical applications. <https://doi.org/10.1533/9781782421177.3.352>
- Platts, 2021. Specifications Guide Global Metallurgical Coal. https://www.spglobal.com/platts/plattscontent/_assets/_files/en/our-methodology/methodology-specifications/global_metcoal.pdf
- Rance, H.C., 1975. Coal Quality Parameters and their Influence in Coal Utilisation, Technical Reports on Coal.
- Trippi, Michael H., Ruppert, Leslie F., Eble, Cortland F., and Hower, James C., 2020. Coking Coal of the United States—Modern and Historical Coking Coal Mining Locations and Chemical, Rheological, Petrographic, and Other Data from Modern Samples. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia
- Zimmerman, R.E., 1979. Evaluating and Testing the Coking Properties of Coal. Miller Freeman Publications, Inc, San Francisco.



Gambar 1. Peta sebaran lokasi indikasi dan evaluasi potensi batubara metalurgi Indonesia

EVALUASI POTENSI BATUBARA BAWAH PERMUKAAN PADA CEKUNGAN BARITO UNTUK PEMANFAATAN *UNDERGROUND COAL GASIFICATION* (UCG)

M. Rizki Ramdhani, Raden Maria Ulfa, Eska Putra Dwitama, dan Fatimah

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Evaluasi potensi batubara untuk pemanfaatan Gasifikasi Bawah Permukaan (*Underground Coal Gasification / UCG*) dilakukan terhadap 6 daerah di Cekungan Barito, yaitu Ampah, Tamiang Layang, Balangan, Upau, Jangkang dan Paser. Terdapat 11 kriteria yang menjadi parameter evaluasi diantaranya adalah peringkat batubara, ketebalan lapisan batubara, posisi kedalaman lapisan batubara, rasio kedalaman dan ketebalan lapisan batubara, kemiringan, batuan pengapit, ketebalan batuan pengapit, dan kondisi hidrogeologi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa hanya ada satu lapisan yang memenuhi kriteria untuk pengembangan UCG yaitu lapisan JK-10 di Daerah Jangkang.

Kata kunci: batubara bawah permukaan, gasifikasi batubara, UCG, Cekungan Barito

PENDAHULUAN

Potensi batubara bawah permukaan Indonesia yang terdata sampai saat ini adalah sebesar 43,02 miliar ton (Anonim, 2020). Batubara bawah permukaan adalah batubara yang berada pada kedalaman lebih dari 100 m. Potensi batubara bawah permukaan ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan antara lain tambang dalam batubara (*coal underground mining*), gasifikasi batubara bawah permukaan (*Underground Coal Gasification / UCG*) dan Gas Metana Batubara (GMB) atau *Coalbed Methane* (CBM).

Burton, et al (2006) menyatakan bahwa UCG merupakan suatu proses

mengkonversi batubara menjadi gas dengan menyuntikkan udara atau oksigen melalui sumur injeksi untuk membakar lapisan batubara bawah permukaan secara *in-situ*. Gas yang dihasilkan dari pembakaran ini dialirkan melalui sumur produksi untuk kemudian diolah menjadi bahan bakar dan bahan untuk industri kimia lainnya. Terdapat beberapa kriteria atau parameter yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan batubara untuk UCG, diantaranya ketebalan, kedalaman, dan peringkat batubara, hidrogeologi, struktur geologi, sumberdaya batubara serta karakter lapisan pengapitnya (Dwitama, 2021).

Evaluasi dilakukan terhadap batubara bawah permukaan Cekungan Barito. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi potensi lapisan-lapisan batubara bawah permukaan yang dapat dimanfaatkan melalui proses UCG. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat memberikan informasi peluang pemanfaatan batubara di Cekungan Barito.

METODOLOGI

Evaluasi dilakukan terhadap data sekunder hasil penyelidikan tim dari Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) dengan mengacu pada parameter yang dinyatakan oleh Dwitama (2021). Data yang dievaluasi adalah data batubara daerah Jangkang (Anonim, 2010), Balangan (Anonim, 2012), Paser (Anonim, 2014), Tamiang Layang (Anonim, 2015a), Upau (Anonim, 2015b), dan Ampah (Purnomo dan Dwitama, 2016). Evaluasi diawali dengan menyusun semua parameter (kriteria) yang telah ditentukan dalam suatu tabel. Setiap lokasi dianalisis potensinya berdasarkan parameter yang telah ditentukan dalam tabel. Jika terdapat multi-lapisan pada suatu daerah yang dievaluasi, maka hanya dipilih satu lapisan saja yang paling baik untuk UCG.

GEOLOGI REGIONAL

Secara regional daerah yang dievaluasi termasuk dalam Cekungan Barito dan Sub Cekungan Pasir serta masuk dalam peta geologi regional Lembar

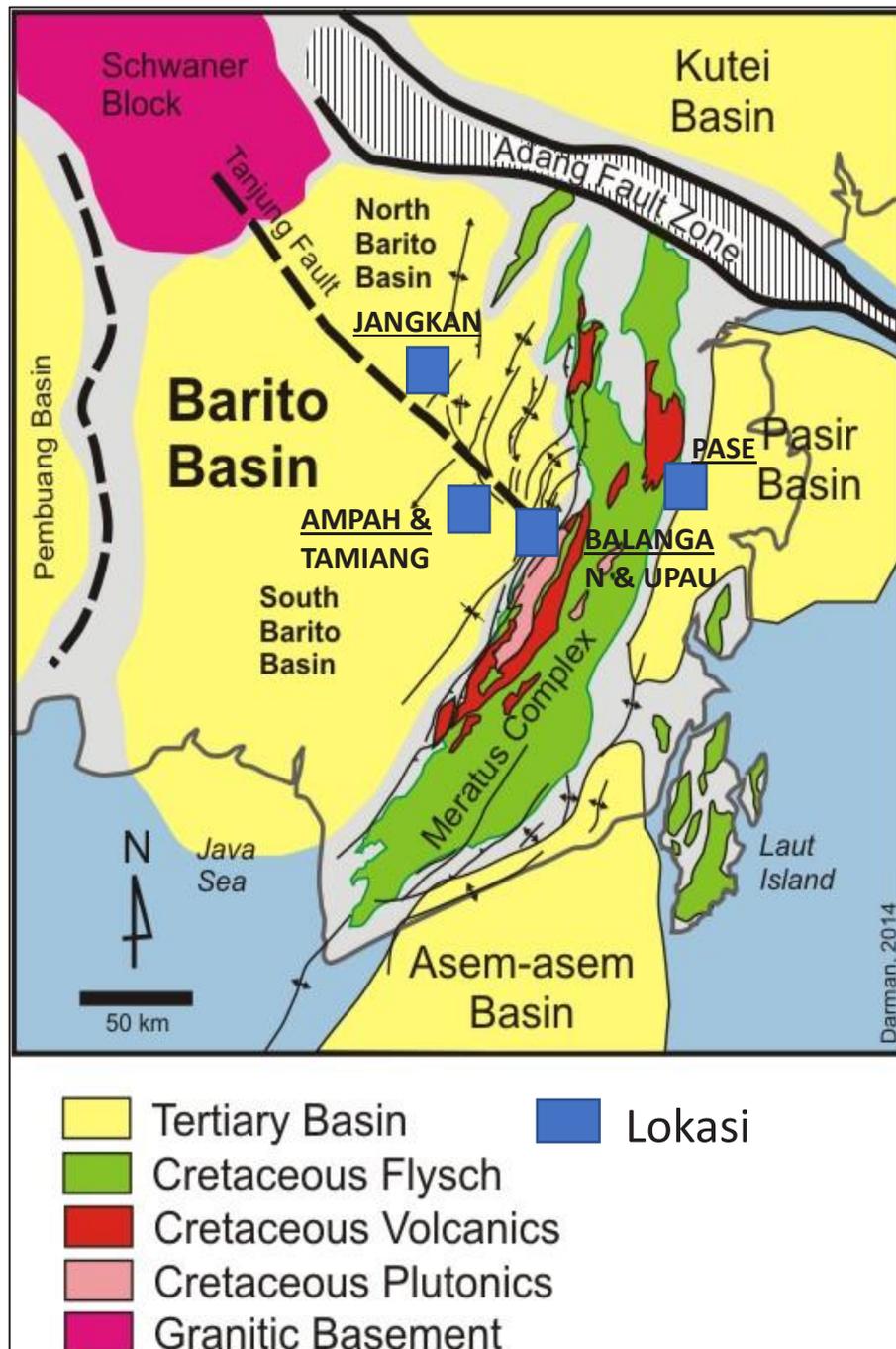
Amuntai (Heryanto dan Sanyoto, 1994), Buntok (Soetrisno, dkk., 1994) dan Balikpapan (Hidayat dan Umar, 1994). Gambar 1 memperlihatkan lokasi daerah batubara yang dievaluasi. Cekungan Barito dipisahkan dari Sub Cekungan Asem-Asem dan Sub Cekungan Pasir di bagian timur oleh pengangkatan Tinggian Meratus (Anonim, 2006). Di sebelah utara dipisahkan dari Cekungan Kutai oleh struktur Patahan Adang (*Adang Fault*) atau *Barito Cross High*.

Merujuk pada Heryanto dan Sanyoto (1994), Soetrisno, dkk. (1994) serta Hidayat dan Umar (1994), satuan batuan tertua pengisi Cekungan Barito terdiri atas batuan ultramafik, serpentinit, batuan bancuh, sekis garnet amfibol, dan batupasir terkarsikan. Stratigrafi Tersier dimulai dengan diendapkannya Formasi Tanjung berumur Eosen. Secara selaras di atas Formasi Tanjung diendapkan Formasi Berai dan Formasi Montalat yang terendapkan secara menjemari, berumur Oligosen hingga Miosen. Di atas kedua formasi tersebut diendapkan Formasi Warukin berumur Miosen. Formasi Dahor berumur Pliosen hingga Plistosen diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Warukin. Satuan batuan termuda berupa endapan alluvial (Gambar 2). Formasi Warukin dan Tanjung merupakan formasi pembawa batubara utama pada cekungan ini. Meskipun demikian formasi batuan lainnya juga diketahui mengandung batubara seperti Formasi Montalat dan

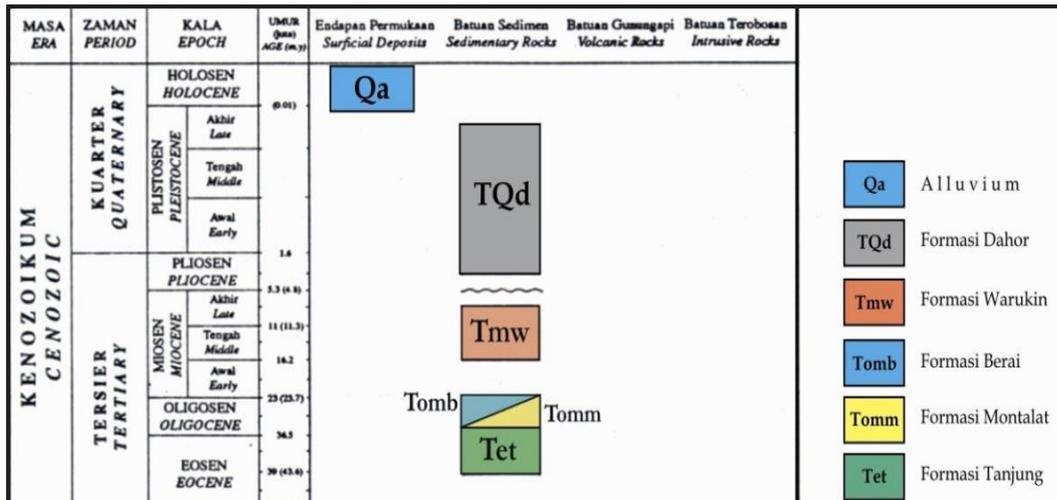
Dahor, akan tetapi tidak sebanyak dan setebal batubara yang terdapat di dalam Formasi Warukin dan Tanjung.

Struktur geologi umumnya berupa perlipatan dengan arah sumbu lipatan

relatif utara timurlaut – selatan baratdaya. Terdapat juga sesar naik dan sesar normal dengan arah relatif baratlaut – tenggara.



Gambar 1. Lokasi evaluasi potensi UCG pada Cekungan Barito (Modifikasi dari Anonim, 2006)



Gambar 2. Kolom stratigrafi cekungan Barito
(Modifikasi dari: Tim Inventarisasi Batubara, 2002)

HASIL KEGIATAN

Evaluasi dilakukan dengan menganalisis data batubara Jangkang, Ampah, Upau, Balangan, Tamiang Layang dan Paser berdasarkan parameter pemilihan lokasi untuk pengembangan UCG yang dinyatakan oleh Dwitama (2017). Berikut penjelasan setiap parameter yang digunakan pada evaluasi ini.

Peringkat Batubara

Peringkat batubara yang baik untuk UCG adalah batubara peringkat rendah, yaitu *lignit-subbituminus*. Namun batubara peringkat tinggi seperti *bituminous* pun dapat dimanfaatkan untuk UCG asalkan tidak memiliki sifat *coking/caking*.

Ketebalan Batubara

Ketebalan minimum batubara untuk pengembangan UCG memiliki variasi dan juga kontradiksi. Pada evaluasi ini

digunakan batas minimum dua meter sebagai *cut-off* ketebalan.

Posisi Kedalaman Batubara

Burton, *et al.* (2006) merekomendasikan bahwa untuk mengurangi risiko terjadinya amblesan, kedalaman lapisan batubara yang baik adalah lebih dalam dari 200 meter.

Rasio Kedalaman dan Ketebalan Batubara

Minimum rasio kedalaman dan ketebalan batubara ini mirip dengan *stripping ratio* pada penambangan, hanya yang membedakan adalah pada UCG tidak membuang lapisan di atasnya. Rasio ini berguna untuk menghindari terjadinya *subsidence* atau amblesan.

Kemiringan Lapisan Batubara

Bielowicz dan Kasinski (2014) dan *Sury, et al.* (2004) mengatakan kemiringan

lapisan batubara yang baik untuk UCG adalah lapisan yang landai (kurang dari 20°).

Batuan Pengapit (roof and floor)

Batuan pengapit berupa batuan di atas lapisan batubara (*roof*) dan batuan di bawah lapisan batubara (*floor*). Jenis batuan pengapit lapisan batubara yang direkomendasikan untuk UCG adalah batuan yang memiliki permeabilitas yang rendah atau lebih disarankan yang *impermeabel*.

Ketebalan Batuan Pengapit

Ketebalan Batuan Pengapit lapisan batubara yang direkomendasikan untuk UCG adalah dua kali tebal batubaranya untuk batuan *roof* dan satu kali tebal batubaranya untuk batuan *floor*.

Kondisi Hidrogeologi (Posisi Batubara Terhadap Akuifer)

Jarak posisi batubara target dengan lapisan akuifer aktif direkomendasikan berjarak vertikal ≥ 30 meter atau 25 kali tebal batubaranya (tergantung tebal *roof* yang *impermeabel*).

Struktur Geologi

Kondisi struktur geologi sederhana, tidak ada rekahan atau sesar yang mempengaruhi batubara secara langsung, walaupun ada besar pergeseran sesarnya tidak lebih dari setengah tebal batubaranya. Disarankan juga batubaranya

berada pada kondisi struktur berupa lipatan sinklin.

Sumberdaya Batubara

Jumlah minimal sumber daya batubara disesuaikan dengan pemanfaatan gas untuk industri ataupun kapasitas *power plant* serta lamanya waktu pengoperasian. Jumlah yang umum direkomendasikan adalah lebih dari 2,5 juta ton pada area 1 km² ((Bielowicz dan Kasinski, 2015)

Jarak dari Bukaan Tambang

Jika lokasi yang dievaluasi berada dekat area penambangan ataupun area bekas tambang terdapat jarak minimum yang direkomendasikan untuk menghindari keluarnya gas ke areal tersebut. Jarak yang direkomendasikan yaitu 300 meter mengikuti arah kemiringan lapisan.

PEMBAHASAN

Hasil evaluasi setiap wilayah batubara diuraikan berikut ini.

Jangkang

Jangkang berada di wilayah Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. Informasi batubara diperoleh dari sumur pengeboran JK-01 dengan total kedalaman 328,05 meter, yang menembus 12 lapisan batubara Formasi Montalat dengan ketebalan antara 0,3 sampai 2,47 meter (Lapisan JK1 hingga JK12).

Evaluasi dilakukan pada Lapisan JK5, JK6, JK7, JK8, JK9, JK10, dan JK11. Lapisan JK10 yang berada pada kedalaman 200,55 meter menunjukkan paling memenuhi atau mendekati parameter untuk pengembangan UCG. Sedangkan lapisan lainnya tidak memenuhi beberapa parameter diantaranya ketebalan batubara yang

kurang dari 1 meter, jenis *roof* yang tidak *impermeable*, rasio tebal *roof* kurang dari dua kali tebal batubara, kondisi hidrogeologi yang kurang dari nilai 20 atau jarak batubara terhadap akuifer. Sumberdaya batubara untuk UCG dari Seam JK10 ini sebesar 3,354 juta ton. Hanya saja tebal *roof* atau batuan pengapit dari seam JK10 ini kurang dari 10 meter.

Tabel 1. Hasil evaluasi Jangkang

No.	Kriteria	Seam JK5	Seam JK6	Seam JK7	Seam JK8	Seam JK9	Seam JK10	Seam JK11	Kondisi Minimum
1	Peringkat Batubara dan parameternya								Lignit - Bituminus non coking
	Nilai Kalori	5704	5330	5627	4744	5521	5448	5124	<6100 cal/gr (kalori rendah – sedang)
2	Ketebalan Batubara	2,05	0,95	0,85	0,68	1	2,58	0,5	≥2 meter, untuk lignit (kalori <4611 cal/gr) ≥3.5 meter
3	Posisi Kedalaman	123,05	150,35	186,1	189,8	192,9	200,55	222	>120 meter
4	Ratio Kedalaman dan Ketebalan Batubara								
	kedalaman 120 - 200 meter	60,02	158,26	218,94	279,12	192,90	77,73	444,00	22
	kedalaman 200 - 300 meter	60,02	158,26	218,94	279,12	192,90	77,73	444,00	18
	kedalaman 300 - 400 meter	60,02	158,26	218,94	279,12	192,90	77,73	444,00	15
	kedalaman >400 meter	60,02	158,26	218,94	279,12	192,90	77,73	444,00	15
5	Kemiringan lapisan	10	10	10	10	10	10	10	baiknya < 20°, batasnya <65°

No.	Kriteria	Seam JK5	Seam JK6	Seam JK7	Seam JK8	Seam JK9	Seam JK10	Seam JK11	Kondisi Minimum
Batuan Pengapit (roof dan floor)									
6	a. Jenis roof	1	1	1	2	1	1	1	Impermeabel (keterangan 1 = batulempung atau batulanau; 2 = selain no 1)
	b. Tebal roof	19,5	0,45	19,92	2,72	2,25	6,65	18,87	Ratio roof : Batubara, minimal 2 : 1
	c. Ratio roof dengan Batubara	9,51	0,47	23,44	4,00	2,25	2,58	37,74	
	d. Jenis floor	1	1	1	1	1	1	1	Impermeabel (keterangan 1 = batulempung atau batulanau; 2 = selain no 1)
	e. Tebal floor	3,2	3,45	2,72	1,35	6,65	18,87	7,83	Ratio floor : Batubara, minimal 1 : 1
	f. Ratio floor dengan Batubara	1,56	3,63	3,20	1,99	6,65	7,31	15,66	
7	Kondisi Hidrogeologi (Jarak batubara terhadap akuifer)	19,5	0,45	19,92	23,62	26,72	34,37	55,82	>30 meter / 25 kali tebal batubaranya (tergantung tebal roof yang impermeable)
8	Struktur Geologi	1	1	1	1	1	1	1	1 = Kondisi struktur sederhana, tidak ada rekahan atau sesar yang mempengaruhi
9	Sumberdaya Batubara	2,665	1,235	1,105	0,884	1,3	3,354	0,65	(tentatif) 2,5 juta ton pada area 1 Km ²

Upau

Batubara Upau berada di wilayah Kabupaten Balangan, Provinsi Kalimantan Selatan. Terdapat 2 sumur pengeboran di daerah ini yaitu AMB-01 dan TTA-01. Sumur AMB-01 berada di Desa Ambakiang, Kecamatan Awayan, dengan total kedalaman 349,70 meter. Sumur ini menembus 9 lapisan batubara Formasi Warukin dengan ketebalan bervariasi mulai dari 0,3 hingga 37,25 meter. Lapisan batubara diberi notasi Lapisan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9. Total ketebalan lapisan batubara sebesar 59,17 meter.

Sumur TTA-01 berada di wilayah Desa Bata, Kecamatan Juai, dengan total kedalaman 506,40 meter. Sumur ini menembus 7 lapisan batubara mulai dari kedalaman 133,46 hingga 471,75 meter dengan ketebalan bervariasi antara 1,30 dan 29,17 meter. Lapisan batubara diberi notasi Lapisan 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Total ketebalan lapisan batubara sebesar 73,86 meter.

Evaluasi dilakukan pada Lapisan 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 dari sumur AMB-01 serta Lapisan 1, 3, 4, 5, 6, dan 7 pada sumur TTA-01. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa batubara di daerah Upau ini tidak cocok untuk mengembangkan UCG dikarenakan selain karena kondisi struktur geologi daerah ini terbilang moderat, batuan pengapit lapisan batubara pada daerah ini pun sebagian besar adalah

batupasir yang *permeable* dengan jarak akuifer yang relatif dekat, sehingga dikhawatirkan akan terjadi pencemaran air.

Ampah

Informasi batubara diperoleh dari sumur JWT-01 dan JWT-02. Total kedalaman pengeboran JWT-01 dan JWT-02 mencapai 512,40 dan 515,50 m. Kedua titik pengeboran tersebut menembus 13 lapisan batubara. Lapisan batubara ini diberi notasi lapisan batubara A', B', C', D', E', F', A, B, C, D, E, F, dan G. Ketebalan lapisan batubara hasil pengeboran bervariasi antara 0,50 m hingga 15,35 m. Kemiringan lapisan hasil pengeboran antara 5° sampai 21°. Peringkat (*rank*) batubara di daerah penyelidikan berdasarkan nilai *fuel ratio* dan nilai vitrinit reflektannya menunjukkan batubara lignit.

Evaluasi dilakukan terhadap 6 lapisan di sumur JWT-01 dan JWT-02, yaitu Lapisan C, D, E, F, dan G pada JWT-01; Lapisan F', A, B, C, D, E dan F pada JWT-02. Hasilnya menunjukkan bahwa batubara daerah Ampah tidak cocok untuk mengembangkan UCG dikarenakan walaupun kondisi struktur geologi daerah ini terbilang sederhana, namun batuan pengapit lapisan batubara pada daerah ini sebagian besar adalah batupasir yang *permeable* dengan jarak akuifer yang relatif dekat, sehingga dikhawatirkan akan terjadi pencemaran air.

Paser

Pengeboran batubara Paser berlokasi di Kecamatan Batusopang, Kabupaten Pasir, Provinsi Kalimantan Timur. Pengeboran dilakukan di 2 titik yaitu titik BSCBM-01 dengan total kedalaman 503 meter dan BSCBM-02 dengan total kedalaman 500 meter. BSCBM-01 menembus 12 lapisan batubara. Sedangkan BSCBM-02 menembus 24 lapisan batubara. Penamaan lapisan pada kedua sumur ini berbeda dikarenakan adanya perbedaan jumlah dan ketebalan lapisan, dimana jumlahnya dua kali lipat dengan ketebalan rata-rata hampir setengahnya. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya percabangan lapisan (*splitting*) atau mungkin juga perbedaan lingkungan pengendapan.

Kualitas batubara daerah ini berkisar dari 2.357 kal/gr sampai 7.441 kal/gr dengan rata-rata 5.661 kal/gr (adb), sedangkan kandungan abu berkisar antara 0,67% dan 39,2%. Analisis petrografi menunjukkan bahwa batubara di daerah ini termasuk ke dalam batubara berperingkat rendah sampai sedang dengan nilai reflektan vitrinit berkisar antara 0,36% dan 0,54% (*Random Rv*).

Pada sumur BSCM-01 tidak ada lapisan batubara yang memenuhi kriteria untuk pengembangan UCG. Beberapa parameter penting yang tidak memenuhi syarat adalah ketebalan lapisan serta kondisi *roof* dan *floor* yang tidak memenuhi batas minimum. Sama seperti BSCM-01,

tidak ada lapisan batubara yang memenuhi kriteria untuk pengembangan UCG pada sumur BSCM-02. Beberapa parameternya yang tidak memenuhi syarat adalah ketebalan lapisan, kondisi *roof* dan kemiringan lapisan (*dip*) yang lebih dari 20°.

Balangan

Pengeboran batubara dilakukan di Desa Paran, Kecamatan Paringin, Kabupaten Balangan, Provinsi Kalimantan Selatan. Sumur PRG CBM-01 memiliki total kedalaman 326,20 meter dan menembus 11 lapisan batubara dengan ketebalan berkisar antara 1,7 dan 18,7 meter. Lapisan tersebut adalah Lapisan A, B, C, D, E, F1, F2, G1, G2, H dan I.

Secara umum kualitas batubara pada tiap lapisan tidak terlalu jauh berbeda. Nilai *Fixed Carbon* berkisar antara 42,00% dan 48,69% (adb). Sementara *moisture* dari tiap lapisan juga memiliki nilai yang relatif sama, yaitu berkisar antara 6,61% dan 7,34% (adb). Nilai total sulfur berada pada kisaran 0,08% hingga 0,30%; sedangkan nilai kalori antara 5.907 dan 6.534 kal/gr (adb). Nilai ini termasuk ke dalam kategori batubara sub-bituminous B (*US System*). Kandungan organik (maseral) pada semua sampel rata-rata di atas 90%, sedangkan mineral yang dominan adalah mineral lempung (0,7%-14,8%). Nilai reflektan vitrinit yang ada relatif sama pada tiap sampel, yaitu berkisar antara 0,32% hingga 0,48%.

Tidak ada lapisan yang memenuhi kriteria untuk pengembangan UCG pada sumur PRG CBM-01. Hal ini disebabkan oleh kondisi *roof*, *floor* dan struktur yang tidak ideal.

Tamiang Layang

Lokasi titik pengeboran berada di daerah Tamiang Layang, Kecamatan Petangkep Tutui, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Sumur TL-1 mempunyai total kedalaman 508 meter dan menembus lima lapisan batubara Formasi Tanjung yaitu Lapisan A, B, C, D, dan E. Ketebalan batubara bervariasi antara 0,15 dan 2,72 meter. Kemiringan lapisan hasil pengeboran antara 15° dan 20°. Nilai kalori batubara antara 5.495 dan 7.709 kal/gram (adb) atau 7.450–8.441 kal/gram (daf). Nilai reflektansi vitrinit antara 0,49% dan 0,60%, menunjukkan peringkat batubara *high volatile bituminous C* hingga *high volatile bituminous B* berdasarkan klasifikasi ASTM. Total sumber daya batubara bawah permukaan sebesar 13.335.069,36 ton.

Berdasarkan evaluasi, tidak ada lapisan batubara yang memenuhi kriteria untuk pengembangan UCG. Kriteria yang tidak terpenuhi antara lain ketebalan yang kurang dari 1 meter, kondisi *roof* dan struktur geologi. merupakan parameter-parameter yang tidak memenuhi kriteria seam-seam tersebut untuk pengembangan UCG.

KESIMPULAN

Evaluasi pendahuluan potensi UCG yang dilakukan pada enam daerah di Cekungan Barito menunjukkan bahwa hanya satu daerah yang memiliki lapisan batubara dengan karakteristik yang cocok dan memenuhi kriteria parameter untuk persyaratan pengembangan UCG, yaitu Jangkang. Potensi batubara yang dapat dikembangkan menjadi UCG pada daerah ini memiliki total sumber daya sebesar 3,354 juta ton pada area 1 km² dengan kedalaman 200,55 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2020. *Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral Batubara dan Panas Bumi Status 2019*. Bandung: Pusat Sumber Daya Mineral batubara dan Panas Bumi.
- Anonim, 2015a, *Evaluasi Potensi CBM dan Batubara Bawah Permukaan dari Hasil Pengeboran di daerah Tamiang Layang, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

- Anonim, 2015b, *Evaluasi Potensi CBM dan Batubara Bawah Permukaan dari Hasil Pengeboran di daerah Upau, Kabupaten Tabalong dan Balangan, Provinsi Kalimantan Selatan*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Anonim, 2014. *Pemboran Dalam dan Pengukuran Gas dalam Lapisan Batubara Daerah Paser, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Anonim, 2010. *Pemboran Dalam dan Pengukuran Gas dalam Lapisan Batubara Daerah Jangkang, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Anonim, 2006. *Indonesia Basin Summaries*, PT Patra Nusa Data, Jakarta.
- Anonim, 2002, *Laporan Inventarisasi Batubara Daerah Tamiang Layang dan Sekitarnya, Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan dan Kabupaten Barito Selatan, Provinsi Kalimantan Tengah*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Bielowicz, B., Kasinski, J.R., 2014. The possibility of underground gasification of lignite from Polish deposits. *Int. J. Coal Geol.* 139, 191–205.
<https://doi.org/10.1016/j.coal.2014.10.010>
- Burton, E., Friedmann, J., Upadhye, R., 2006. Best Practices in Underground Coal Gasification. Contract No. W-7405-Eng-48, Lawrence Livermore Natl. Lab. Livermore, CA
- Dwitama, E. P., Ramdhani, M. R., Firmansyah, F. (2017). Evaluasi Potensi Batubara Untuk Underground Coal Gasification Pada Lubang Bor JWT-02, Daerah Ampah, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 12, 184–192.
- Dwitama, E. P., Ramdhani, M. R., Ulfa, R.M, (2021). Evaluasi Pendahuluan Potensi Underground Coal Gasification di Cekungan Sumatera Selatan: Studi Kasus Batubara Formasi Muara Enim. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 16, 83–97
- Heryanto, R. dan Sanyoto, P., 1994, *Peta Geologi Lembar Amuntai, Kalimantan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Hidayat, S., dan Umar, L. 1994. *Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung
- Purnomo, Wawang S. dan Dwitama, E. P, 2016. Pengeboran Dalam Untuk Evaluasi CBM Dan Batubara Bawah Permukaan Di Daerah Ampah Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Soetrisno, Supriatna, S., Rustandi, E., Sanyoto, P., Hasan, K., 1994, *Peta Geologi Lembar Buntok, Kalimantan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sury, M., White, M., Kirton, J., Carr, P., Woodbridge, R., 2004. Review of Environmental Issues of Underground Coal Gasification 144.

STUDI POTENSI BATUBARA PERBATASAN KABUPATEN NUNUKAN BAGIAN BARAT, PROVINSI KALIMANTAN UTARA

David P. Simatupang, Fatimah, M. Abdurachman Ibrahim, dan Penny Oktaviani

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Kerjasama penyelidikan potensi geologi di wilayah perbatasan antara Badan Geologi, Indonesia dengan Jabatan Mineral dan Geosains (JMG), Malaysia, telah dirintis sejak tahun 2010. Saat ini fokus penelitian bersama berada pada wilayah perbatasan Kalimantan Utara dengan Sarawak. Kegiatan Studi Potensi Batubara Perbatasan Kabupaten Nunukan Bagian Barat, Provinsi Kalimantan Utara ini merupakan salah satu cara untuk menyiapkan data dan informasi terkait potensi batubara perbatasan, yang nantinya diharapkan dapat memfasilitasi kerjasama dengan JMG Malaysia. Berdasarkan data sekunder yang berhasil dikumpulkan dan dikompilasi, secara umum, karakteristik batubara yang ditemukan di Indonesia maupun Malaysia memberikan nilai yang tidak jauh berbeda. Batubara mempunyai ketebalan antara 0,05-0,98 meter di wilayah Indonesia dan 0,04-0,51 meter di wilayah Malaysia. Kalori batubara wilayah Indonesia pada Blok Long Bayuh antara 7182-7885 kal/g dan Blok Pakuyur antara 6235-7225 kal/g, demikian juga dengan batubara yang dijumpai di wilayah Malaysia dengan kalori berkisar antara 6627-7861 kal/g, dengan kadar sulfur antara 0,2-0,5% untuk wilayah Malaysia yang mirip dengan di Indonesia dengan nilai antara 0,24-1,03%, serta kisaran 3,9-7,1% untuk *total moisture* di Malaysia yang mirip dengan 2,59-5,98% di Indonesia. Hal ini memberikan indikasi bahwa keduanya memiliki korelasi secara geologi.

Kata kunci: Batubara perbatasan, Formasi Long Bawan, Formasi Kelabit, Nunukan

PENDAHULUAN

Potensi batubara tersebar cukup luas di Kalimantan, termasuk di Kalimantan Utara yang berbatasan langsung dengan Negara Bagian Sarawak, Malaysia. Pada kondisi seperti ini, endapan batubara menjadi lebih bernilai strategis dan dapat memicu isu politik di perbatasan. Sehubungan dengan

hal ini, sejak tahun 2010 telah dirintis kerjasama penyelidikan potensi geologi di wilayah perbatasan antara Badan Geologi, Indonesia dengan Jabatan Mineral dan Geosains (JMG), Malaysia. Kerjasama ini mencakup penyelidikan bidang geologi, sumber daya mineral dan batubara, air tanah dan kebencanaan.

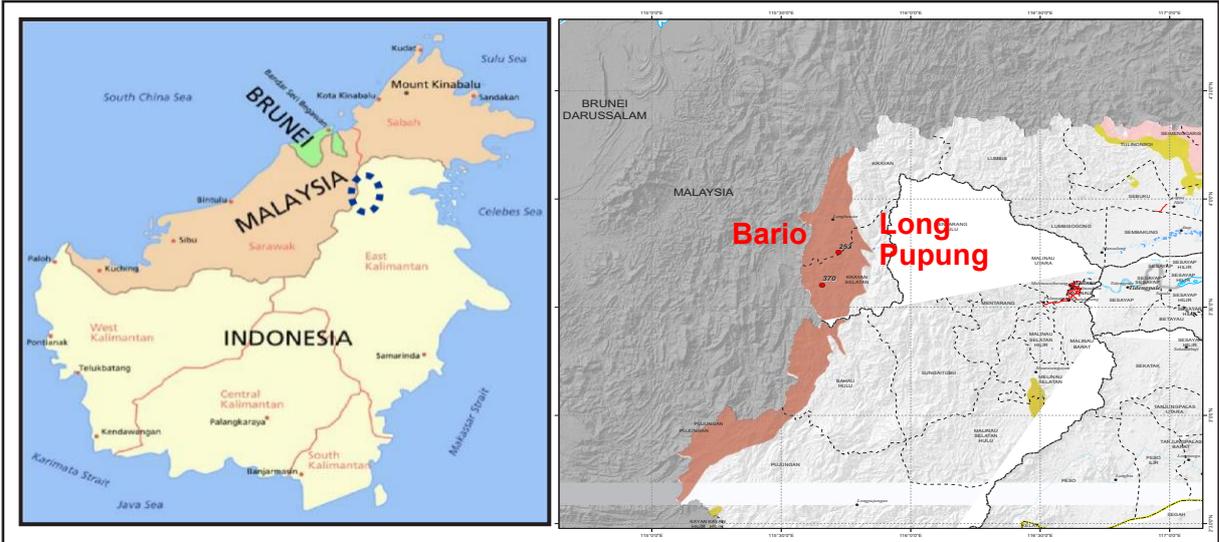
Pada pertemuan bilateral di Malaysia yang diselenggarakan pada Oktober 2019, disepakati bahwa kerjasama ini tetap akan dilanjutkan, dan lebih difokuskan di wilayah perbatasan Kalimantan Utara – Sarawak – Sabah. Wilayah ini disebut Blok Long Pupung – Bario, dimana Long Pupung berada di Provinsi Kalimantan Utara, sedangkan Bario berada di Negara Bagian Sarawak (Gambar 1). Pada tahun 2021, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) memandang perlu untuk melanjutkan kegiatan studi potensi batubara perbatasan Kabupaten Nunukan Bagian Barat, Provinsi Kalimantan Utara, untuk menyiapkan data dan informasi terkait potensi batubara perbatasan, yang nantinya diharapkan dapat memfasilitasi kerjasama dengan JMG Malaysia.

Kegiatan studi ini dimaksudkan untuk melakukan penyiapan data dan informasi terkait potensi batubara perbatasan Kabupaten Nunukan Bagian Barat, Provinsi Kalimantan Utara. Tujuan dari kegiatan ini yaitu untuk melakukan studi geologi batubara wilayah perbatasan dan *exchange knowledge* kegiatan eksplorasi batubara dengan Malaysia.

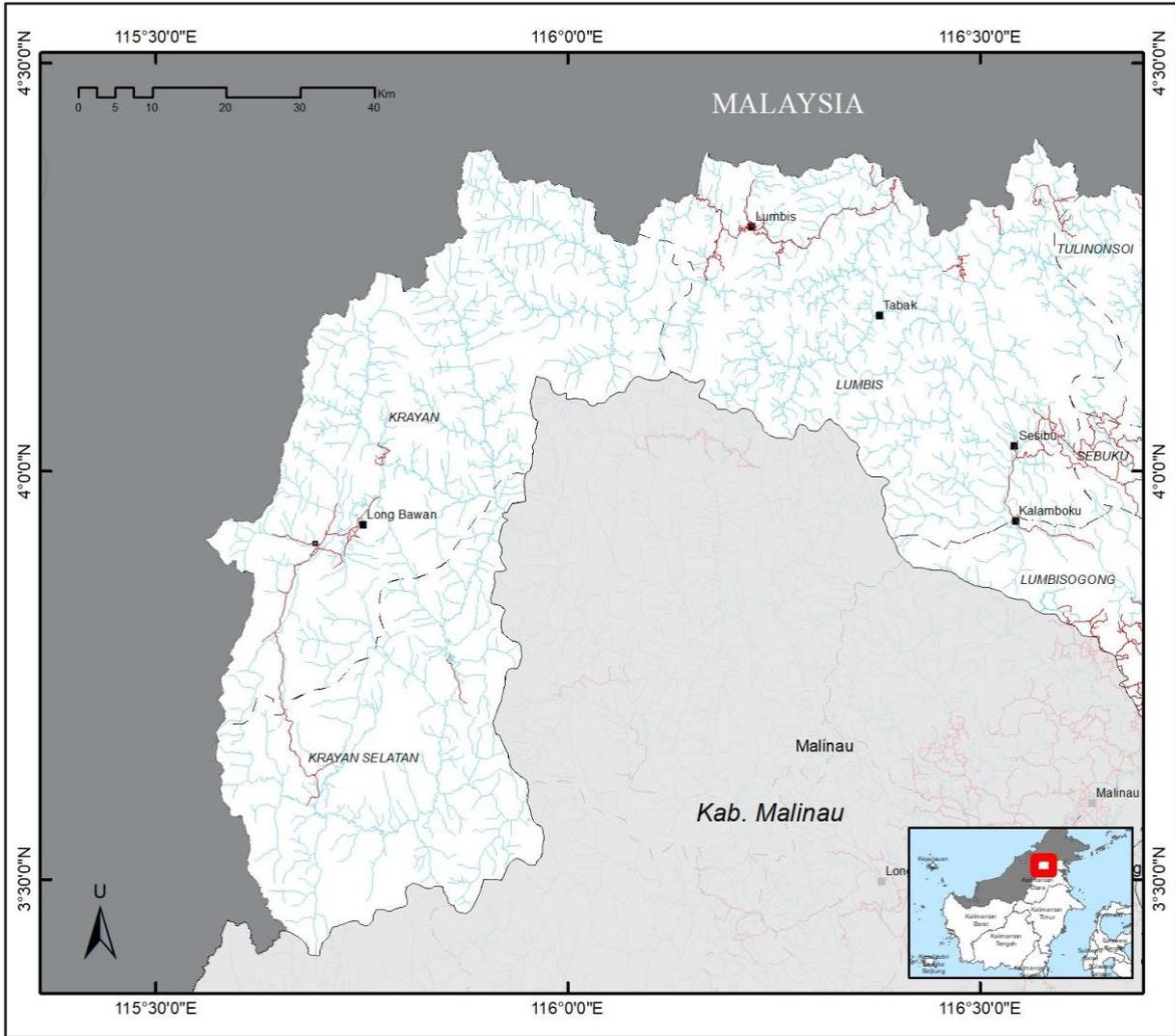
Kegiatan tahun 2021 ini memiliki fokus untuk melakukan studi batubara di

Kabupaten Nunukan Bagian Barat. yang terletak secara geografis berada antara 115°33' sampai dengan 118°3' Bujur Timur dan 3°15'00" sampai dengan 4°24'55" Lintang Utara (Gambar 2). Posisinya yang berada di daerah perbatasan Indonesia – Malaysia, menjadikan Kabupaten Nunukan sebagai daerah yang strategis dalam peta lalu lintas antar negara. Wilayah Kabupaten Nunukan di sebelah Utara berbatasan langsung dengan Negara Bagian Sabah, Malaysia dan di sebelah Barat berbatasan langsung dengan Negara Bagian Sarawak, Malaysia.

Topografi Kabupaten Nunukan cukup bervariasi, kawasan perbukitan terjal terdapat di sebelah utara bagian barat, perbukitan sedang di bagian tengah dan dataran bergelombang landai di bagian timur memanjang hingga ke pantai sebelah timur. Perbukitan terjal di sebelah utara merupakan jalur pegunungan dengan ketinggian 1.500 - 3.000 meter di atas permukaan laut. Kemiringan untuk daerah dataran tinggi berkisar antara 8 - 15%, sedangkan untuk daerah perbukitan memiliki kemiringan yang sangat terjal, yaitu di atas 15%.



Gambar 1. Fokus kerjasama Badan Geologi – JMG tahun 2021



Gambar 2. Peta daerah perbatasan Kabupaten Nunukan Bagian Barat

GEOLOGI REGIONAL

Secara regional daerah studi termasuk ke dalam kompleks akresi Rajang-Embaluh-Crocker seperti yang terlihat pada Gambar 3 (Darman and Sidi, 2000). Kelompok ini berumur Kapur Akhir sampai awal Eosen dan terdiri dari batuan turbidit, *melange* dan kompleks batuan beku gabro atau basal. Batuan sedimennya mengalami imbrikasi, deformasi dan

metamorfosa lemah selama Kapur dan subduksi Tersier membentuk sabuk lipatan dan anjakan *flysch*. Sabuk turbidit *flysch* ini merupakan kemenerusan ke arah timur dari Formasi Belaga Zona Sibu di Sarawak pada sepanjang batas timur mikro-benua Zona Miri (Hutchison, 1988). Di bagian selatan, sekuen ini dipetakan sebagai Formasi Lurah dan Formasi Mentarang berumur Kapur Akhir hingga Eosen (BRGM, 1982).

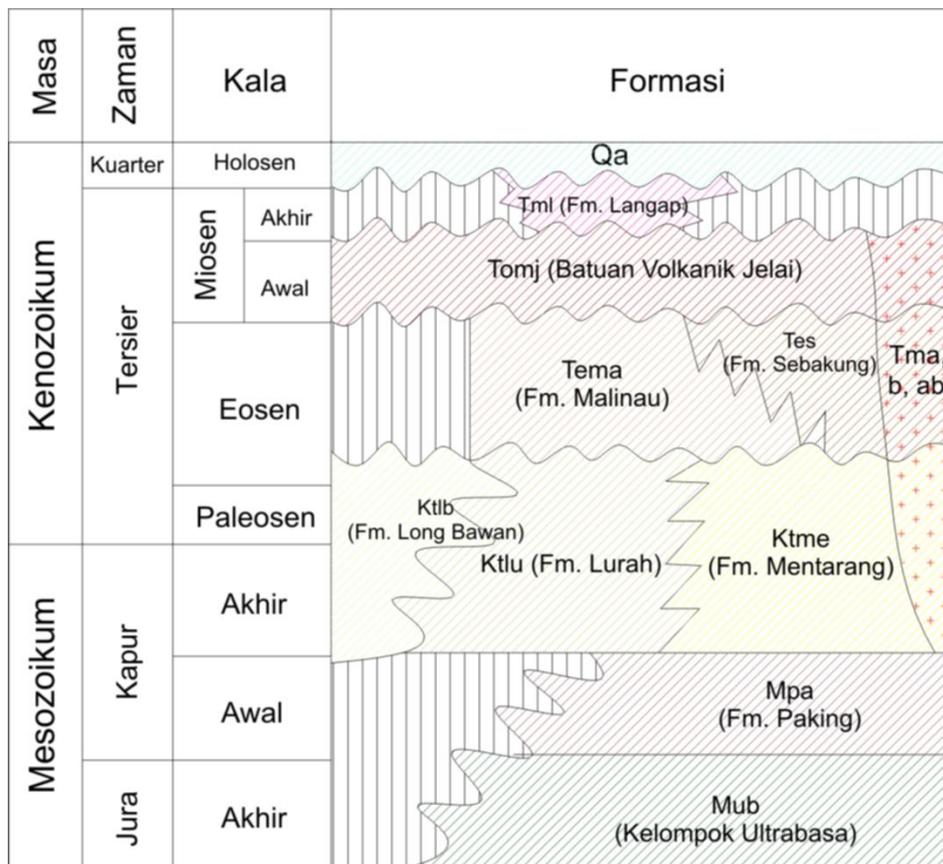


Gambar 3. Tatanan tektonik Kalimantan (Darman and Sidi, 2000)

Penamaan formasi pertama kali diperkenalkan pada tahun 1982 berdasarkan hasil kegiatan pemetaan geologi dan eksplorasi mineral yang dilakukan oleh DSDM-BRGM di Kalimantan Timur bagian utara. Hutchison (1988) melakukan kajian tektono-stratigrafi bagian timur Kalimantan dan korelasi stratigrafinya, termasuk wilayah Sarawak, Sabah dan Brunei. Pemetaan geologi regional telah dilakukan di wilayah ini yang menghasilkan Peta Geologi Lembar Malinau (Heryanto, dkk., 1995). Stratigrafi regional dapat dilihat pada Gambar 4.

kelompok batuan Tersier maupun pra-Tersier. Kegiatan tektonik pada Paleosen menghasilkan perlipatan yang sangat kuat pada sedimen Kelompok Embaluh. Perlipatan tersebut memperlihatkan arah sumbu dominan utara-selatan. Perlipatan tersebut diikuti oleh sesar naik yang searah dengan sumbu lipatan. Sesar-sesar tersebut diantaranya mensesarkan batuan alas terhadap batuan kelompok Embaluh. Perlipatan juga menghasilkan sesar-sesar normal dan sesar mendatar mengiri. Secara regional sesar dan kelurusan berarah baratlaut-timurlaut dan baratdaya-tenggara.

Struktur yang dijumpai berupa sesar, lipatan dan kelurusan yang terdapat dalam



Gambar 4. Stratigrafi regional daerah penyelidikan (disarikan dari BRGM, 1982; Hutchison, 1988 dan Heryanto, dkk., 1995 dalam Hidayat, dkk., 2012)

HASIL STUDI

Penyelidikan dan eksplorasi batubara pada daerah perbatasan Indonesia dan Malaysia tidak banyak dilakukan karena sulitnya aksesibilitas. Wilayah Indonesia sendiri memerlukan penerbangan perintis untuk dapat masuk hingga bagian barat dari Kabupaten Nunukan. Daerah Bario yang berada di perbatasan negara bagian Sarawak dan Sabah, juga memiliki keterbatasan aksesibilitas dengan waktu tempuh berjalan kaki selama 2 hari dari kota terdekat.

PSDMBP, hanya pernah melakukan penyelidikan batubara di daerah Long Bawan (Subarnas, 1997) dan Long Pupung (Hidayat, 2012). Berdasarkan kedua hasil penyelidikan tersebut, Formasi Long Bawan menjadi formasi pembawa batubara pada daerah studi. Hasil penyelidikan ini sudah tersimpan dalam *database* batubara PSDMBP dengan nomor ID 253 untuk Long Bawan dan 370 untuk Long Pupung (Gambar 5).

Batubara daerah Long Bawan ditemukan pada Sungai Remuko dan Kuyur dengan ketebalan antara 0,29-1,22 m. Batubara tersebut umumnya memiliki kualitas tinggi dan diklasifikasikan ke dalam peringkat *sub-bituminous C – high volatile bituminuos C*. Pada penyelidikan batubara daerah Long Pupung, batubara ditemukan sebagai sisipan pada perselingan batupasir-batulanau-batulempung dengan ketebalan bervariasi antara 5-98 cm. Kenampakan megaskopis batubara berwarna hitam, kilap

kaca, gores hitam, keras, pecahan menyerpih-konkoidal, lapisan cenderung masif dan bersih tanpa banyak unsur pengotor (*parting* sedimen lain, mineral atau resin) dan ketebalan lapisan relatif tipis (< 1m). Lapisan batubara ditemukan hingga 10 lapisan yang tersebar pada 4 blok yaitu dari utara ke selatan, Blok Tanjung Karya, Blok Long Uped, Blok Long Bayuh dan Blok Pakuyur. Batubara umumnya tersingkap pada tebing dan dasar sungai yang curam maupun kupasan jalan setapak, memiliki kemiringan agak landai-terjal antara 19°-70°.

Penyebaran batubara pada Formasi Long Bawan cukup luas dan tersebar di bagian barat daerah studi. Kadang batubara dialasi oleh batulempung karbonan dan sebagian memiliki kontak tegas dengan litologi pengapitnya. Pengamatan singkapan di lapangan menunjukkan endapan batubara memiliki variasi dalam hal jurus dan kemiringan. Variasi ini ditafsirkan karena pengaruh keberadaan struktur berupa lipatan dan sesar yang secara regional memiliki arah dominan barat-laut-tenggara.

Studi potensi batubara di wilayah Malaysia yang berbatasan dengan Kabupaten Nunukan Bagian Barat disarikan dari data JMG (Anonim, 2021). Kegiatan JMG dilakukan pada tahun 2015 di Daerah Bario (Kawasan Batu Patong dan Pa Dalih) dan dilanjutkan pada tahun 2021 di sebelah utaranya (Kawasan Pa Bangar dan Pa Mada). Kedua daerah yang diselidiki

berbatasan dengan daerah kegiatan penyelidikan PSDMBP.

Kegiatan *reconnaissance study of coal resources in the Bario area* di Kawasan Batu Patong dan Pa Dalih dilakukan pada bulan Maret hingga April 2015 yang meliputi luas 40 Km². Secara umum daerah studi berada pada Formasi Meligan dan Formasi Kelabit, dimana singkapan batubara dijumpai di Formasi Kelabit (berumur Oligosen Awal hingga Miosen Awal), dengan ketebalan batubara berkisar 0,04-0,51 m. Litologi utama Formasi Kelabit berupa serpih dan perselingan batulumpur dan batupasir yang diendapkan pada lingkungan delta hingga laut dangkal. Kemiringan lapisan berkisar kurang dari 20° ke arah baratlaut. Kualitas batubara menunjukkan nilai kalori 6627 – 7861 kal/g (*dry basis*). *Fixed Carbon* berkisar antara 41% dan 50%, kandungan zat terbang mulai dari 40% sampai 47%. Kandungan sulfur cukup rendah (0,2 – 0,5 %), sedangkan kandungan *total moisture* sebesar 3,9 – 7,1 %. Nilai *Free Swelling Index* menunjukkan angka 0,5 – 1,5. Berdasarkan hasil analisis, batubara di daerah penyelidikan JMG ini tergolong dalam peringkat *high volatile bituminous B* dan digolongkan sebagai batubara dengan kualitas yang baik.

Kegiatan *reconnaissance study of coal resources in the Bario area* di Kawasan Pa Bangar dan Pa Mada dilakukan pada bulan Agustus 2021 yang meliputi luas daerah penyelidikan 20 Km². Secara umum

daerah studi berada pada Formasi Kelabit, akan tetapi tidak ditemukan singkapan batubara di daerah penyelidikan.

PEMBAHASAN

Mengacu kepada BRGM (1982), Hutchison (1988) dan Heryanto, dkk. (1995), terdapat dua formasi di wilayah perbatasan Long Pupung - Bario yaitu Formasi Long Bawan dan Formasi Lurah (Gambar 6).

Hidayat (2012) menyatakan bahwa hubungan stratigrafi antara Formasi Long Bawan dan Formasi Lurah tidak diketahui. Formasi Long Bawan merupakan bagian dari Zona Miri yang dialasi oleh kerak benua dan diendapkan pada lingkungan fluvio-deltaik hingga lagun, sedangkan Formasi Lurah merupakan bagian dari sabuk *flysch* yang di endapkan pada lingkungan tepi benua dengan sedimen didominasi oleh endapan *flysch* yang dialasi oleh kerak samudera (BRGM 1982; Hutchison, 1988). Sementara pada bagian atas formasi ini ditandai oleh sekuen laut dangkal terdiri dari batugamping mikritik dan lapisan batubara.

Data studi perbatasan telah disatukan dalam peta (Gambar 7), akan tetapi dengan jarak antara data dari Badan Geologi dan JMG Malaysia yang sangat berjauhan, belum dapat dilakukan korelasi antara singkapan batubara lintas perbatasan. Korelasi geologi regional di wilayah ini juga belum pernah dilakukan, tidak seperti di wilayah perbatasan bagian timur, dimana Badan Geologi dan JMG

sudah melakukan korelasi formasi batuan di Pulau Sebatik. Apabila memungkinkan, dimasa yang akan datang dapat dilakukan kegiatan penyelidikan bersama antara kedua negara maupun masing-masing di daerah yang lebih dekat ke perbatasan.

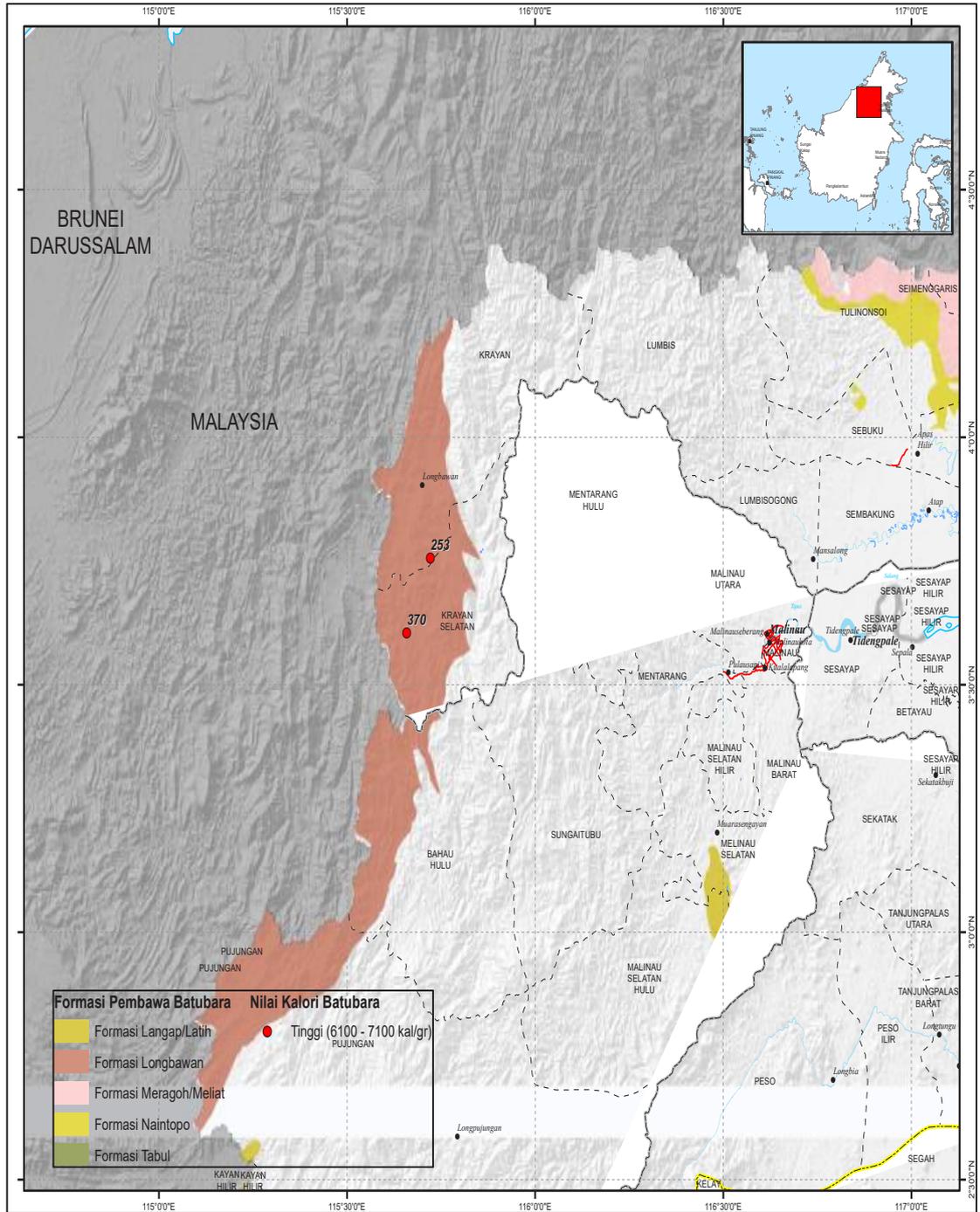
Evaluasi data menunjukkan bahwa setidaknya terdapat 2 jenis batubara di daerah Nunukan bagian barat, yaitu batubara kalori tinggi dan batubara kalori rendah. Keduanya diasumsikan merupakan batubara Formasi Long Bawan. Kisaran umur Formasi Long Bawan cukup luas, sehingga adanya perbedaan kualitas batubara ini diyakini cukup memungkinkan. Diperlukan studi atau penyelidikan lebih lanjut mengenai batubara Formasi Long Bawan ini sehingga dapat diketahui lebih rinci karakter batubaranya. Kualitas batubara Formasi Kelabit yang berada di wilayah Malaysia, memiliki kemiripan dengan batubara kalori tinggi Formasi Long Bawan.

Secara umum, karakteristik batubara yang ditemukan oleh tim dari Indonesia maupun Malaysia memberikan nilai yang tidak jauh berbeda. Batubara mempunyai ketebalan batubara yang tidak tebal, dengan kisaran antara 0,05-0,98 m di wilayah Indonesia dan 0,04-0,51 m di wilayah Malaysia, data kalori dari wilayah Indonesia di Blok Long Bayuh tergolong batubara kalori sangat tinggi (7182-7885 kal/g) dan batubara Blok Pakuyur tergolong batubara kalori tinggi-sangat tinggi (6235-

7225 kal/g), demikian juga dengan batubara yang dijumpai di wilayah Malaysia yang memiliki kalori tinggi berkisar antara 6627-7861 kal/g.

Kandungan sulfur dan *total moisture* batubara dari kedua hasil penyelidikan juga memberikan nilai yang relatif mirip. Hasil yang sangat rendah di wilayah Malaysia, dengan kisaran 0,2-0,5% untuk sulfur dan kisaran 3,9-7,1% untuk *total moisture*. Hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan kisaran kandungan sulfur batubara di wilayah perbatasan Indonesia yang berkisar antara 0,24-1,03 % dan *total moisture* antara 2,59-5,98%. Berdasarkan hasil ini dapat diduga ada korelasi antara batubara diperbatasan kedua negara.

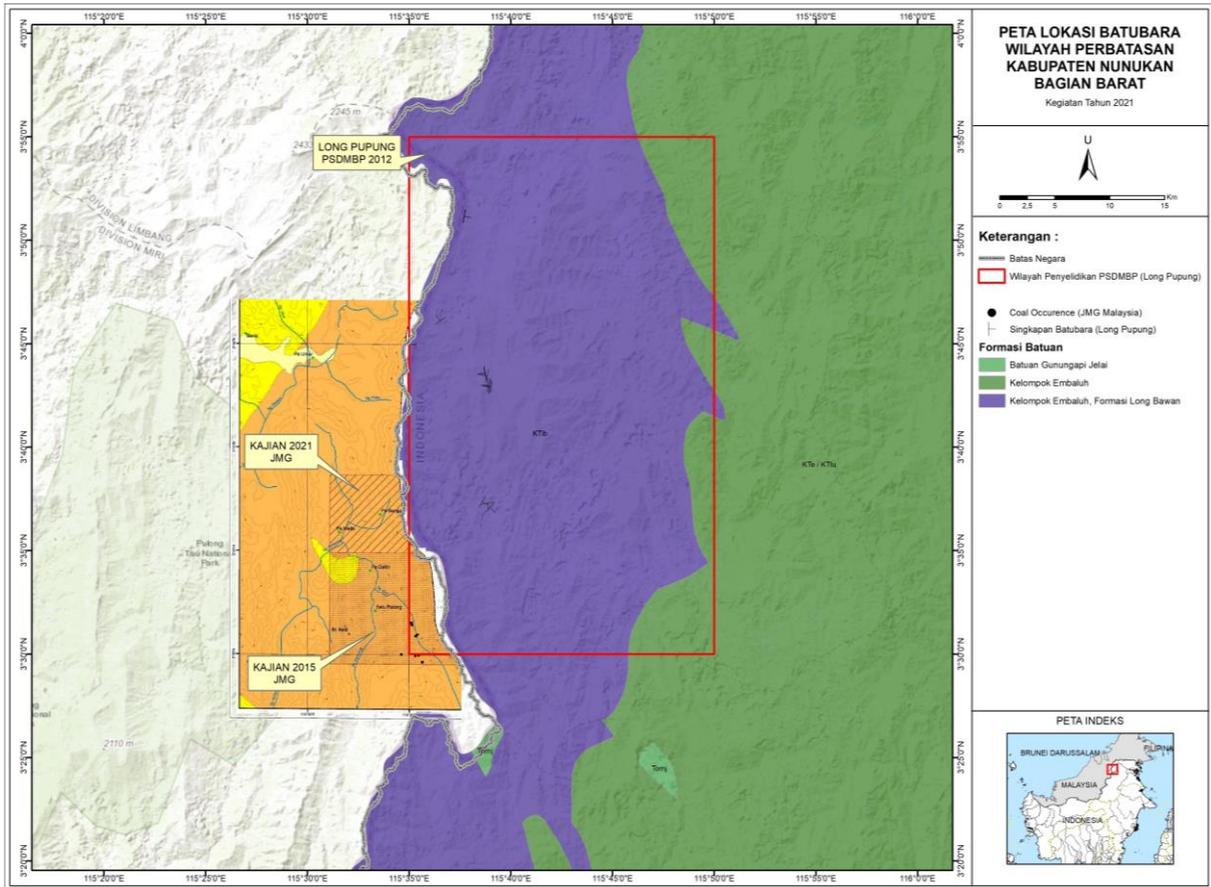
Studi potensi batubara perbatasan Indonesia dan Malaysia di Kabupaten Nunukan bagian barat menunjukkan bahwa keterbatasan infrastruktur menjadi kendala utama untuk melaksanakan kegiatan eksplorasi batubara di masing-masing wilayah perbatasan negara. Hal ini masih menjadi masalah untuk dapat melakukan penyelidikan batubara saat ini. Meskipun demikian, rencana pembukaan jalan Trans-Kalimantan yang akan menghubungkan Long Bawan dengan Malinau diharapkan akan membuka keterisoliran daerah ini dimasa depan, sehingga kegiatan eksplorasi untuk memberdayakan potensi wilayah, khususnya sumber energi dan pertambangan akan menjadi lebih mudah dan menarik.



Gambar 5. Lokasi penyelidikan batubara Long Bawan dan Long Pupung

Zaman	Kala	Formasi	Litologi	Lingkungan Pengendapan
Tersier	Eosen	Fm. Long Bawan (Ktlb)	Perselangan batupasir, batulanau dan batulempung (argilit), abu-abu-coklat kemerahan, berlapis baik, sisipan batubara dan batuan evaporit (KTib).	Fluvio-deltaik hingga lagun
	Paleosen			
Kapur	Akhir	? Fm. Lurah (Ktlu)	Batupasir grewake, berwarna kehijauan, berbutir halus-sedang, felsparan, pada bagian atas berkembang batugamping, argilit dan batubara (KTIu).	tepi benua - laut dangkal

Gambar 6. Stratigrafi daerah Long Pupung (Hidayat dkk., 2012)



Gambar 7. Peta lokasi batubara hasil kompilasi data Badan Geologi dan JMG Malaysia

KESIMPULAN DAN SARAN

Batubara di Kabupaten Nunukan Bagian Barat merupakan batubara Formasi Long Bawan dengan sebaran yang cukup luas, namun data singkapan batubara yang dapat dihimpun masih sedikit. Formasi Long Bawan diperkirakan setara dengan Formasi Kelabit di wilayah Malaysia, karena memiliki variasi ketebalan, kalori, kandungan sulfur maupun *total moisture* yang tidak jauh berbeda.

Diperkirakan ada korelasi antara batubara di sisi wilayah Indonesia dengan

yang ada di Malaysia tetapi masih belum dapat diambil kesimpulan yang pasti karena masih terbatasnya data. Perlu dilakukan penyelidikan lebih lanjut, terutama di wilayah penyelidikan Long Pupung bagian selatan, untuk menemukan batubara yang diduga berkorelasi dengan batubara yang ada di wilayah Malaysia.

Bila akan dilakukan penyelidikan lanjutan, kendala infrastruktur di kedua sisi perbatasan masih menjadi tantangan untuk kegiatan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2021. *Evaluation on Coal Resources in Bario, Miri, Sarawak, Malaysia*. Jabatan Mineral & Geosains. Kominukasi Personal.
- BRGM, 1982, *Geological Mapping and Mineral Exploration in Northeastern Kalimantan 1979-1982*, Final Report, 82 RDM 0007AO, Orleans-France
- Darman, H. and Hasan Sidi, F., 2000, *An Outline of the Geology of Indonesia*, published by IAGI-2000.
- Heryanto, R., Supriatna, S. dan Abidin, H. Z., 1995, *Peta Geologi Lembar Malinau, Kalimantan Skala 1:250.000*, Puslitbang Geologi, Bandung.
- Hidayat, R., Purnomo, W.S., Rochadi dan Joniswar, 2012. *Laporan Penyelidikan Pendahuluan Sumberdaya Batubara Long Pupung*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Hutchison, C. S., 1988, Stratigraphic-Tectonic Model for Eastern Borneo, *Bulletin of the Geological Society of Malaysia No. 22*, hal 135-151.
- Subarnas, A., 1997. *Laporan Eksplorasi Endapan Batubara di Daerah Long Bawan dan Sekitarnya, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Timur*, Direktorat Sumber Daya Mineral, Bandung.

STUDI AWAL POTENSI BATUBARA UNTUK Mendukung AGROINDUSTRI: POTENSI PUPUK ASAM HUMAT DARI BATUBARA

Muhammad Arief Pinandita¹, Fatimah¹, Yuni Kusumastuti²,
Himawan Tri Bayu Murti Petrus^{2,3}, dan Siti Sumilah Rita Susilawati¹

¹Kelompok Kerja Batubara,

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

²Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

³Pusat Kajian Sumber Daya Bumi Non Konvensional, Fakultas Teknik,
Universitas Gadjah Mada

SARI

Kajian pemanfaatan asam humat pada batubara merupakan respon terhadap program peningkatan nilai tambah batubara dan untuk memenuhi kondisi kebutuhan pupuk organik yang diperkirakan akan terus meningkat. Asam humat merupakan komponen tanah yang penting, dimana asam humat memiliki peran dalam reaksi kompleks dan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Batubara terbukti memiliki potensi sebagai bahan baku asam humat. Dalam proses pembentukannya, batubara diperkaya dengan berbagai polimer organik yang berasal dari karbohidrat, lignin dan material organik lainnya termasuk asam humat. Dengan metode ekstraksi, batubara mampu menghasilkan bahan humat berupa asam humat, asam fulfat dan asam himatomelanat. Bahan pelarut yang diketahui cocok untuk digunakan dalam ekstraksi asam humat dari batubara adalah 0,5 N Naoh.

Kata kunci: Asam Humat, Batubara, PNT, Agroindustri, Pupuk, Kalori Rendah

PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber daya geologi yang diandalkan untuk mendukung pembangunan nasional. Batubara dapat dimanfaatkan tidak hanya sebagai sumber energi tetapi juga dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai jenis industri, seperti diantaranya industri pertanian, kesehatan maupun pertahanan keamanan.

Sesuai dengan amanat UU no 3 tahun 2020, pemerintah saat ini mendukung kegiatan peningkatan nilai tambah batubara, dimana fokus pengembangan batubara lebih diperluas tidak lagi hanya sebagai sumber energi tapi juga untuk kepentingan ekonomis strategis lainnya. Menjawab tantangan tersebut, sesuai dengan tugas dan fungsinya dalam melakukan penyelidikan dan evaluasi

potensi batubara, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi (PSDMBP) - Badan Geologi, secara khusus juga melakukan kegiatan evaluasi potensi batubara untuk mendukung program peningkatan nilai tambah batubara yang salah satunya terfokus pada evaluasi potensi batubara untuk mendukung agroindustri.

Batubara Indonesia didominasi oleh batubara kalori rendah sampai sedang. Jika dijual sebagai *raw material*, batubara jenis ini memiliki nilai jual yang rendah sehingga kurang menarik ketika dipasarkan. Penelitian menunjukkan bahwa batubara kalori rendah berpotensi mengandung asam humat yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dalam industri pertanian (Demirba, 2002; Hai dan Mir, 1989; Nisar dan Mir, 1989; Rezki dkk, 2007; Sharif dkk, 2002). Sebagai negara agraris, kebutuhan pupuk di Indonesia cukup besar, yang sebagian masih diperoleh dari impor (BPS, 2020). Oleh karena itu produksi pupuk asam humat dari batubara kalori rendah Indonesia dapat menjadi alternatif penyediaan pupuk dalam negeri untuk mengurangi impor dan secara khusus dapat meningkatkan nilai tambah batubara kalori rendah Indonesia.

Di Indonesia, kajian potensi asam humat sebagai bahan baku pupuk dari batubara telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya Rezki dkk, (2007); Restida dkk (2014); dan Syafrullah, (2018). Hanya saja, kajian tersebut dilakukan tanpa

melihat karakteristik dari batubara yang digunakan. Oleh karena itu, salah satu fokus kegiatan evaluasi potensi peningkatan nilai tambah batubara Indonesia yang dilakukan oleh PSDMBP adalah kegiatan karakterisasi batubara untuk mendukung agroindustri. Kegiatan ini dilakukan bekerjasama dengan Universitas Gajah Mada (UGM) dengan tujuan untuk mendapatkan data karakteristik batubara Indonesia yang dapat digunakan sebagai bahan baku asam humat termasuk metoda ekstraksi asam humat dari batubara dan delineasi wilayah potensial untuk pengembangan lebih lanjut.

METODOLOGI

Kegiatan karakterisasi dilakukan bertahap selama tiga tahun. Kegiatan tahun 2021 adalah kegiatan studi awal yang terfokus pada studi literatur pemanfaatan batubara sebagai bahan baku pupuk asam humat dan pengumpulan data dasar karakteristik batubara. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang pengertian asam humat dan manfaatnya dalam agroindustri serta untuk mendapatkan informasi karakterisasi batubara yang dibutuhkan untuk evaluasi potensi asam humat dari batubara.

Pada tahap awal, sebanyak 11 contoh batubara kalori rendah dari berbagai daerah di Indonesia disiapkan untuk diuji karakteristik dan potensi asam humatnya. Kegiatan karakterisasi dan uji

ekstraksi akan dilakukan pada tahun 2022. Untuk mendukung uji ekstraksi, pada tahun ini juga dilakukan studi literatur dan evaluasi terhadap metoda ekstraksi asam humat dari batubara yang terbukti paling efektif.

PEMANFAATAN ASAM HUMAT PADA TUMBUHAN

Asam humat merupakan sumber daya alam yang menjanjikan untuk dimanfaatkan sebagai alternatif pupuk organik pengganti pupuk kimia untuk peningkatan produksi tanaman (Nisar dan Mir, 1989; Hai dan Mir, 1989; Sharif dkk, 2002). Asam humat dihasilkan dari pembusukan material organik dan dapat ditemukan di tanah, gambut dan batubara muda atau lignit (Sharif dkk, 2002). Karakteristik dari senyawa humat yang terbentuk akan dipengaruhi oleh karakteristik material asal senyawa humat tersebut. Senyawa ini memiliki kenampakan berupa cairan maupun padatan berwarna coklat kehitaman dan berfungsi untuk memacu pertumbuhan tanaman (Guo, dkk., 2019).

Secara tidak langsung, bahan humat dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan mengubah kondisi fisika dan biologi dalam tanah. Sedangkan secara langsung dapat merangsang pertumbuhan tanaman, pengambilan unsur hara dan terlibat dalam sejumlah proses fisiologi lainnya (Tan, 1995). Asam humat berperan sebagai penyubur tanaman karena asam

humat merupakan bahan makromolekul polielektrolit yang memiliki gugus fungsional seperti $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$ fenolat maupun $-\text{OH}$ alkoholat. Gugus tersebut memiliki peluang untuk berikatan dengan ion basa dari mineral pupuk, bahan organik, dan mineral alami, serta menambah unsur hara makro dan mikro (Guo dkk, 2019).

Batubara terbukti memiliki potensi sebagai bahan baku pupuk organik dalam bentuk asam humat (Nisar dan Mir, 1989; Hai dan Mir, 1989; Sharif dkk, 2002).. Pupuk organik dicirikan dengan kandungan C yang tinggi, umumnya pupuk organik diperoleh dari kompos baik dari sisa tanaman ataupun hewan. Batubara muda memiliki kandungan C 69 %, H 5,5 %, O 25 %, N 0,5 %, P_2O 0,04 % dan K_2O 0,36 %. Dalam proses pembentukannya, batubara diperkaya dengan berbagai polimer organik yang berasal dari karbohidrat, lignin dan material organik lainnya, termasuk asam humat (Stach dkk, 1975). Tergantung pada tipe tumbuhan pembentuknya, kandungan asam humat dalam tiap jenis batubara berbeda-beda (Sharif dkk, 2002). Bahan humat yang terdapat dalam batubara disebut sebagai bahan humat geologi (Tan, 2003). Untuk memanfaatkan asam humat, batubara terlebih dahulu harus diekstraksi atau diambil intisarinnya (Syafrullah, 2018).

Pengaruh asam humat dari bahan baku batubara terhadap pertumbuhan tanaman telah terbukti (Sharif dkk, 2002) . Penelitian menunjukkan bahwa pupuk

organik plus batubara (pupuk hasil ekstraksi asam humat dari batubara) dengan takaran 1250 kg/ha memberikan pengaruh pertumbuhan dan produksi yang terbaik pada tanaman jagung manis dibandingkan dengan takaran pupuk organik plus yang lainnya (Minwal dan Syafrullah, 2018). Penelitian lain menyebutkan bahwa pupuk organik plus dari batubara dengan takaran 750 kg/ha juga memberikan pertumbuhan dan produksi tanaman padi terbaik (Syafrullah, 2018).

KARAKTERISASI BATUBARA

Seperti telah diuraikan sebelumnya, asam humat ditemukan pada gambut dan batubara jenis lignit (Sharif dkk, 2002). Penelitian juga menunjukkan bahwa kandungan asam humat pada tiap jenis batubara akan terganggu dari tipe batubaranya (Sharif dkk, 2002). Oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui karakteristik batubara, diantaranya peringkat dan tipe batubara. Dengan membandingkan kandungan asam humat dari tiap jenis batubara, diharapkan

dapat diperoleh informasi kandungan asam humat yang paling potensial untuk dikembangkan dalam skala komersial, sehingga delineasi wilayah prospek dapat dilakukan.

Beberapa analisis yang dapat digunakan dalam proses karakterisasi batubara yang berpotensi sebagai bahan baku asam humat adalah sebagai berikut :

a) Analisis proksimat.

Analisis Proksimat digunakan untuk mengetahui kandungan karbon tertambat (*fixed carbon*), zat terbang (*volatile matter*), uap air (*moisture*) dan kandungan abu (*ash*) dari sampel batubara. Analisis proksimat dapat menunjukkan kualitas batubara secara umum (Gambar 1). Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa pada umumnya batubara kualitas rendah memiliki kandungan *fixed carbon* lebih rendah dari 69% dan *volatile matter* kurang dari 31%. Kedua parameter tersebut memiliki variasi yang tidak terlalu tajam diantara sesama batubara kualitas rendah.

Peat	Low-rank coal			Medium-rank coal					High-rank coal			Method for determining rank (dmmf) (U.S. ASTM)		
	Lignite		Sub-bituminous	Bituminous					Anthracitic					
	B	A		high volatile C	high volatile B	high volatile A	medium volatile	low volatile	Semi-anthracite	Anthracite	Meta-anthracite			
	5,000	6,300	8,300	9,500	10,500	11,500	13,000	14,000	Less distinct for changing rank			Calorific value (Btu/lb.)		
	Less distinct for changing rank							31	22	14	8	2	0	Volatile matter (%)
	Less distinct for changing rank							69	78	86	92	98	100	Fixed Carbon (%)

*dmmf: dried mineral matter free (basis)

Gambar 1. Klasifikasi batubara berdasarkan analisis proksimat

b) Analisis nilai Kalor

Nilai kalor dapat menunjukkan informasi mengenai jenis batubara yang digunakan. Nilai kalor akan berkorelasi dengan hasil proksimat dan ultimat (komposisi batubara). Nilai Kalor juga dapat digunakan untuk mengetahui peringkat atau rank batubaranya menggunakan klasifikasi modifikasi dari klasifikasi ASTM seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.

Approximate Rank	Vitrinite Reflectance (VRc%)	Heating Value BTU/lb. (dry, ash-free)	Volatile Matter (dry, ash-free) (%)
Peat	0.23		(70)
Lignite	B	8,300	(60)
	A		
Sub-bituminous	C	0.36	8,300
	B	0.41	9,500
	A	0.47	10,500
High Volatile Bituminous	C	0.49	11,500
	B	0.51	13,000
	A	0.69	14,000
		0.73	14,250
		(15,000)	
Medium Volatile Bituminous	1.11		30
Low Volatile Bituminous	1.60		20
Semi-Anthracite	2.04		10
Anthracite	2.40		
Meta-anthr Graphocite	5.0		0

Gambar 2. Klasifikasi batubara (modifikasi ASTM)

c) Analisis Petrografi Batubara

Analisis petrografi batubara dilakukan untuk mengetahui peringkat dan komposisi material organik yang terkandung dalam batubara. Analisis komposisi maseral dilakukan untuk mengetahui komposisi material organik penyusun batubara. Berdasarkan bentuk morfologi, ukuran, relief, struktur, komposisi kimia, warna pantul dan intensitas refleksinya, maseral diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu vitrinite, liptinite dan inertinite (Stach dkk., 1975). Sementara peringkat batubara ditentukan dengan menggunakan analisis reflektansi vitrinit (Rv). Nilai reflektansi vitrinit meningkat seiring dengan meningkatnya peringkat batubara (Stach dkk., 1975). Batubara dengan kualitas rendah akan memiliki nilai Rv yang juga relatif rendah.

Pada tahun 2021, sebanyak 11 sampel batubara dari hasil kegiatan eksplorasi batubara PSDMBP telah dikirimkan ke laboratorium Universitas Gadjah Mada untuk dianalisis karakteristik dan potensinya dalam memproduksi asam humat (Tabel 1). Sampel tersebut dipilih dari formasi pembawa batubara yang diketahui memiliki batubara berperingkat rendah.

Tabel 1. Sampel batubara PSDMBP untuk analisis karakteristik dan potensi produksi asam humat

No	Kode Sampel	Formasi	Lokasi
1	HRB -01	Warukin	Haragandang, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah
2	MKS-01	Maraenim	Mekarsari, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi
3	MKS-02	Maraenim	Mekarsari, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi
4	MKS-03	Maraenim	Mekarsari, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi
5	KKB-02	Dahor	Kuala Kuayan, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah
6	KKB-03	Dahor	Kuala Kuayan, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah
7	KKB-04	Dahor	Kuala Kuayan, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah
8	TLB-01	Kampung Baru	Bukit Soeharto, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur
9	TLB-04	Kampung Baru	Bukit Soeharto, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur
10	GIE V	Balikpapan	Sanga-Sanga, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur
11	SL-10	Balikpapan	Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur

PEMBAHASAN

Senyawa humat dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu asam humat, asam fulvat dan humin (Stevenson,1994). Perbedaan ketiga jenis senyawa tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa pada dasarnya ketiga senyawa humat memiliki perbedaan yang cukup signifikan dan mudah teramati secara visual. Informasi tersebut sangat diperlukan untuk melakukan pemisahan pada produksi senyawa humat yang spesifik.

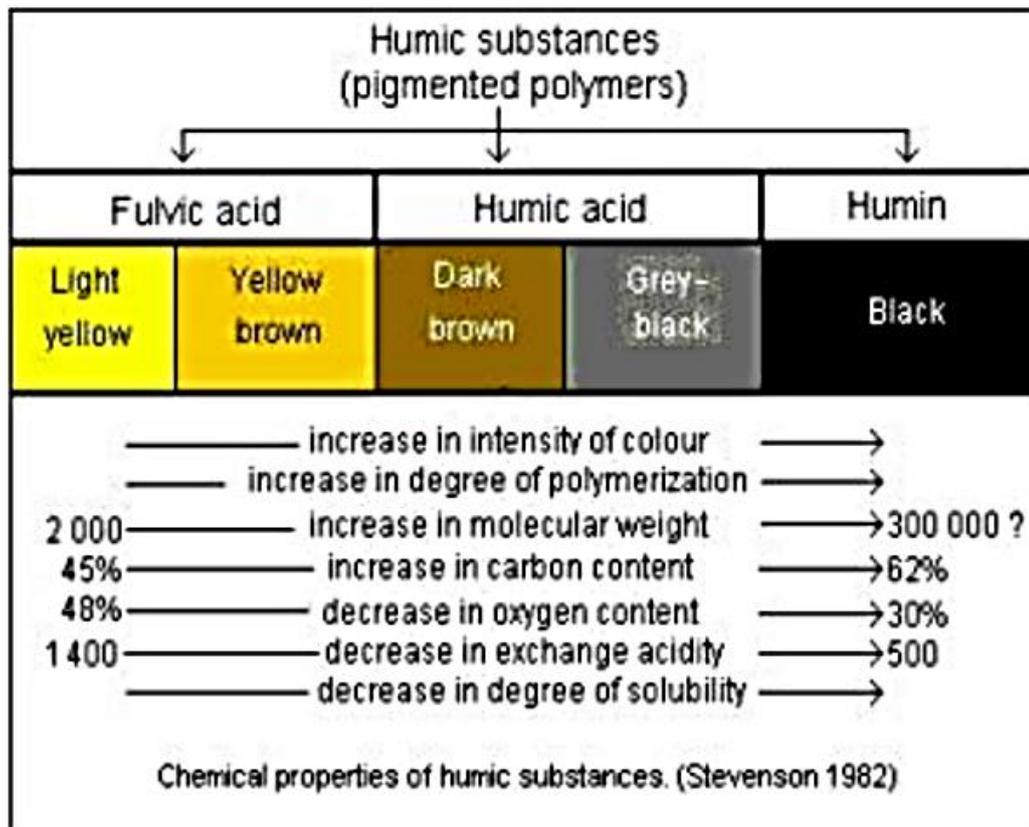
Proporsi asam humat, asam fulvat dan humin dalam senyawa humat akan berbeda dari suatu sumber dan sumber lainnya. Pada batubara, asam fulvat mengalami tekanan dan polimerisasi menjadi asam humat melalui reaksi diagenesis. Proses yang berhubungan dengan lingkungan seperti pencucian, dapat menyebabkan pengurangan asam humat pada batubara (Tan, 2003). Asam humat akan berubah menjadi humin melalui proses kondensasi seiring dengan perubahan dari gambut menjadi lignit dan

subbituminus (Stach, 1975; Tan, 2003). Jumlah fraksi humin akan semakin meningkat selama proses pembatubaraan berlanjut menjadi batubara bituminus dan kemudian menjadi antrasit. Perubahan batubara dari lignit menjadi subbituminus, menyebabkan bahan humat dari batubara menjadi sulit untuk dilarutkan. Berdasarkan hal tersebut, pada batubara, kandungan asam humat pada umumnya akan tinggi pada batubara kualitas rendah (Martin, 1975).

Kegiatan evaluasi potensi asam humat pada batubara Indonesia akan dilakukan dengan menggunakan berbagai

jenis batubara peringkat rendah. Pada tahap lanjutan, setelah batubara yang digunakan dikarakterisasi, delineasi wilayah prospek akan dilakukan dengan menghubungkan kandungan asam humat dan karakteristik batubaranya. Setelah hubungan tersebut diketahui, diharapkan parameter delineasi wilayah prospek juga dapat ditentukan.

Faktor lain yang akan mempengaruhi jumlah asam humat yang berhasil diekstraksi dari batubara adalah kondisi proses pengambilan (oksidasi dan ekstraksi) asam humat pada batubara (Sharif, 2002).



Gambar 3. Karakteristik Asam Humat, Asam Fulvat dan Humin

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produksi *yield* maupun tipe asam humat adalah bahan pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi. Berdasarkan hasil penelitian ekstraksi bahan humat dari batubara subbituminus dengan menggunakan 10 jenis pelarut (Rezki, Achmad dan Gusnidar, 2007), diketahui bahwa bahan pelarut yang bersifat alkali (NaOH dan Na₂CO₃) mempunyai kemampuan melarutkan yang lebih tinggi, bila dibandingkan dengan pelarut yang bersifat asam (HCl, Asam Format, Asam Oksalat, dan HF) atau pelarut yang bersifat netral (Ethanol). Pada penelitian tersebut, sampel batubara yang digunakan adalah batubara dari Kabupaten Pasaman, dan batubara dari Sawahlunto, Provinsi Sumatra Barat. Pelarut yang bersifat alkali tidak hanya dapat melarutkan asam humat tapi juga asam fulfat dan asam himatomelanat. Sedangkan pelarut yang bersifat asam hanya dapat melarutkan asam fulfat, dan pelarut yang bersifat netral seperti Ethanol hanya dapat melarutkan asam himatomelanat. Berdasarkan penelitian diatas, diketahui bahwa bahan pelarut yang paling cocok digunakan dalam ekstraksi bahan humat dari batubara Pasaman dan Sawahlunto adalah 0,5 N NaOH. Bahan tersebut mampu melarutkan asam humat dari batubara Pasaman hingga 31,5 % dan 15,4 % dari batubara Kota Sawahlunto.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kegiatan evaluasi potensi batubara untuk mendukung agroindustri yang dilakukan PSDMBP pada tahun 2021, dapat disimpulkan bahwa :

- a) Batubara yang memiliki potensi dalam produksi asam humat adalah batubara lignit hingga sub-bituminus. Batubara lignit merupakan batubara yang memiliki potensi paling besar, karena asam humat dari batubara peringkat lebih tinggi lebih sulit untuk diekstraksi.
- b) Batubara memiliki potensi dalam menghasilkan asam humat, dimana proses pelarutannya dapat dilakukan dengan beberapa jenis pelarut. Pelarut yang diketahui efektif adalah 0,5 N NaOH.
- c) Berdasarkan studi literatur, hingga saat ini, hubungan antara karakteristik batubara dengan jumlah asam humat (*yield*) maupun tipe asam humat yang dihasilkannya belum diketahui.
- d) Di Indonesia produksi asam humat dari batubara untuk digunakan dalam industri pertanian masih dalam skala lab dan belum dikomersialisasi.

Beberapa saran untuk menindaklanjuti kegiatan evaluasi di tahun berikutnya adalah :

- a) Untuk mendapatkan hasil kajian yang lebih terarah dan terintegrasi, kegiatan evaluasi diharapkan dapat melibatkan lembaga penelitian yang juga

melakukan kegiatan penelitian serupa. Kegiatan evaluasi juga sebaiknya melibatkan badan usaha yang bergerak di bidang agroindustri. Hal tersebut diperlukan untuk mengetahui informasi dari sisi hilir kebutuhan asam humat, sehingga kajian evaluasi yang berkaitan dengan hulu bisa terintegrasi dengan informasi pada sisi hilir.

- b) Kegiatan evaluasi potensi asam humat disarankan untuk dilakukan pada lebih banyak sampel batubara peringkat rendah yang mewakili berbagai wilayah potensial di Indonesia. Evaluasi potensi

sebaiknya juga dilakukan pada sampel gambut. Jumlah sampel, variasi jenis batubara yang dianalisis, serta parameter analisis yang semakin banyak (variasi pelarut dan metode yang digunakan) diharapkan dapat membantu untuk mengetahui korelasi antara karakteristik batubara dengan jenis produksi *yield* maupun tipe asam humat yang dihasilkan, sehingga parameter delineasi wilayah prospek dapat dirumuskan di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik., 2021. Data Ekspor Impor HS 2 Digit Oktober 2021. Diunduh dari <https://www.bps.go.id/exim/> tanggal 10 Desember 2021.
- Demirbas, A., 2002. *Humic Acid Derivatives (HAD) from Low Rank Turkish Brown Coals*, *Energy Sources*, 24:2, 127-133.
- Rezki, D., Achmad, F., dan Gusnidar., 2007. Ekstraksi Bahan Humat Dari Batubara (Subbituminus) Dengan Menggunakan 10 Jenis Pelarut. *J. Solum Vol 1v No.2 Juli 2007:73-80*.
- Restina, M., Sarno, S., Ginting, Y.C. 2014. Pengaruh Pemberian Asam Humat (Berasal dari batubara muda) dan pupuk N terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*lycopersicum esculentul Mill*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 2(3).
- Guo, X., Liu,H. dan Wu, S., 2019. "Humic Substance Developed During Organic Waste Composting : Formation Mechanism, Structural Properties, and Agronomic Functions", *Science of the Total Environment*", 662, 5051-510.
- Hai, S.M.; Mir, S. *The Lignitic Coal Derived HA and the Prospective Utilization in Pakistan Agriculture and Industry*. *Science and Technol Development*. 1998, 17 (3), 32–40
- Martin, F., 1975, "Humic Acids From Lignite. 1. Analytical Characteristics and Thermal Degradation", *Fuel*, 54.

- Minwal., Syafrullah., 2018. Aplikasi Pupuk Organik Plus Batubara Terhadap Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt*). Klorofil XIII-1 : 7-11, Juni, 2018.
- Sharif, M., Riaz A. Khattak and Sarir, M.S., (2002): *Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants*, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33:19-20, 3567-3580
- Nisar, A.; Mir, S. *Lignitic Coal Utilization in the Form of HA as Fertilizer and Soil Conditioner*. Science Technology Development. 1989, 8 (1), 23–26.
- Stach, E., Mackowsky, M-T.H., Teichmuller, M., Taylor, G.h., Chandra, D., and Teichmuller, R., 1975, "Stach's Textbook of Coal Petrology", Gebr u der Borntraeger, Berlin.
- Stevenson, F.J., 1994, *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction*, John Wiley and Sons.
- Syafrullah., 2018. Pemanfaatan Batubara dan Sumber Daya Lokal Pedesaan Sebagai Pupuk Batubara Plus dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Produksi Tanaman Padi System of Rice Intensification (SRI) di Lahan Pasangf Surut. Klorofil XIII-2 : 71-77, Desember, 2018.
- Tan, K.H. 1995. Dasar-dasar kimia tanah. Goenadi, D.H., penerjemah; Radjagukguk, B., penyunting. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. . 295 halaman
- Tan, K.H. 2003. *Humic matter in soil and environment. Principles and controversies*. University of Georgia. Athens, Georgia. USA. 386 p.

STUDI AWAL POTENSI GRAFENA PADA BATUBARA INDONESIA

Sigit A. Wibisono, Fatimah, Dede Ibnu Suhada, dan Rahmat Hidayat

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Program hilirisasi batubara difokuskan pada pemanfaatan batubara selain menjadi bahan bakar. Program ini merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan nilai tambah batubara. Salah satu alternatif peningkatan nilai tambah batubara adalah dengan memanfaatkan kandungan karbon dalam batubara. Karbon merupakan material dominan yang terkandung dalam batubara yang dapat diolah menjadi grafit sebagai bahan baku pembuatan oksida grafena (*graphene oxide-GO*) dan grafena (*graphene-G*). Studi potensi grafena pada batubara Indonesia bertujuan sebagai identifikasi awal terhadap material karbon yang terkandung dalam batubara yang berpotensi sebagai bahan baku oksida grafena (GO) dan grafena (G) berdasarkan data kandungan karbon tertambat (*fixed carbon-FC*) dari hasil analisis proksimat. Data kandungan FC beberapa data batubara Indonesia terpilih berkisar 0,40% s.d. 83,84% mengindikasikan potensi yang relatif baik sebagai bahan baku pembuatan grafena.

Kata kunci: hilirisasi batubara, karbon, grafena, oksida grafene

PENDAHULUAN

Program hilirisasi batubara merupakan isu yang sedang hangat diperbincangkan. Program ini difokuskan pada berbagai alternatif pemanfaatan batubara selain dibakar langsung sebagai sumber energi. Alternatif pemanfaatan batubara diantaranya adalah konversi batubara menjadi gas, bahan bakar cair dan *advanced material* (material maju). Kennedy *et al* (2019) menyatakan bahwa *Advanced Material* adalah material baru yang secara khusus direkayasa untuk memiliki sifat unik atau materi

konvensional yang dikembangkan sehingga kualitasnya relatif lebih meningkat. Salah satu kelompok dari material maju ini adalah *advanced carbon material* termasuk diantaranya *graphene*, *fullerenes*, *hierarchical carbon* dan *Carbon Nanno Tube* (Ikram, *et al*, 2021). Tulisan ini difokuskan pada potensi pemanfaatan batubara untuk pembuatan *graphene* (grafena). Studi ini bertujuan sebagai identifikasi awal terhadap material karbon yang terkandung pada batubara Indonesia yang berpotensi sebagai bahan baku

oksida grafena (graphene oxide / GO) dan grafena (G).

METODOLOGI

Metode yang dilakukan adalah tinjauan pustaka dan evaluasi data potensi batubara Indonesia (Anonim, 2020) dengan parameter yang diperoleh dari hasil tinjauan pustaka.

Evaluasi awal material karbon pada batubara menggunakan data kandungan karbon tertambat (*Fixed Carbon / FC*) dari hasil analisis proksimat. Selain itu, data analisis proksimat lainnya seperti nilai kalori (*calorific value / CV*), kandungan zat terbang (*Volatile Matter / VM*), dan indeks kemudahan batubara untuk digerus (*Hardgrove Grindability Index / HGI*) akan digunakan untuk mengidentifikasi peringkat batubara.

GRAFENA

Grafena merupakan lembar molekuler dari grafit yang memiliki manfaat di berbagai bidang ilmu material untuk pengembangan perangkat opto elektronik, sensor, nanokomposit, dan penyimpanan hidrogen (Sadasiwuni dkk., 2015 dalam Purwandari, 2020). Grafena adalah material semikonduktor yang memiliki celah pita nol dan mobilitas muatan sangat tinggi. Lebih lanjut, mobilitas elektron dalam grafena dapat mencapai nilai yang lebih tinggi dari yang ditemui pada transistor silikon (Purwandari, 2020).

Singh *et al*, (2011) menyatakan bahwa keberadaan grafena sudah dikenal cukup lama, namun sintesis material grafena belum pernah dilakukan dalam skala industri. Meskipun demikian, grafena berpotensi menggantikan silikon pada industri elektronik di masa yang akan datang. Penelitian pada batubara sebagai sumber karbon yang dipersiapkan untuk menghasilkan nanomaterial karbon baru masih dalam tahap awal.

Batubara merupakan material yang kaya akan karbon dan telah diterapkan pada pengembangan material karbon baru yang memiliki struktur nano dikarenakan harganya yang relatif murah beberapa tahun terakhir (Ye *et al*, 2013; Xu and Gao, 2015; Zhang *et al*, 2010; Powell and Beall, 2015;). Batubara memiliki struktur yang relatif kompleks, mengandung karbon kristalin berukuran angstrom (Å) atau nanometer (nm) dengan cacat (*defect*) yang dihubungkan oleh karbon amorf alifatik dan dapat menjadi sumber yang baik untuk menggantikan grafit sebagai bahan baku pembuatan grafena (*graphene*) (Purwandari, 2020).

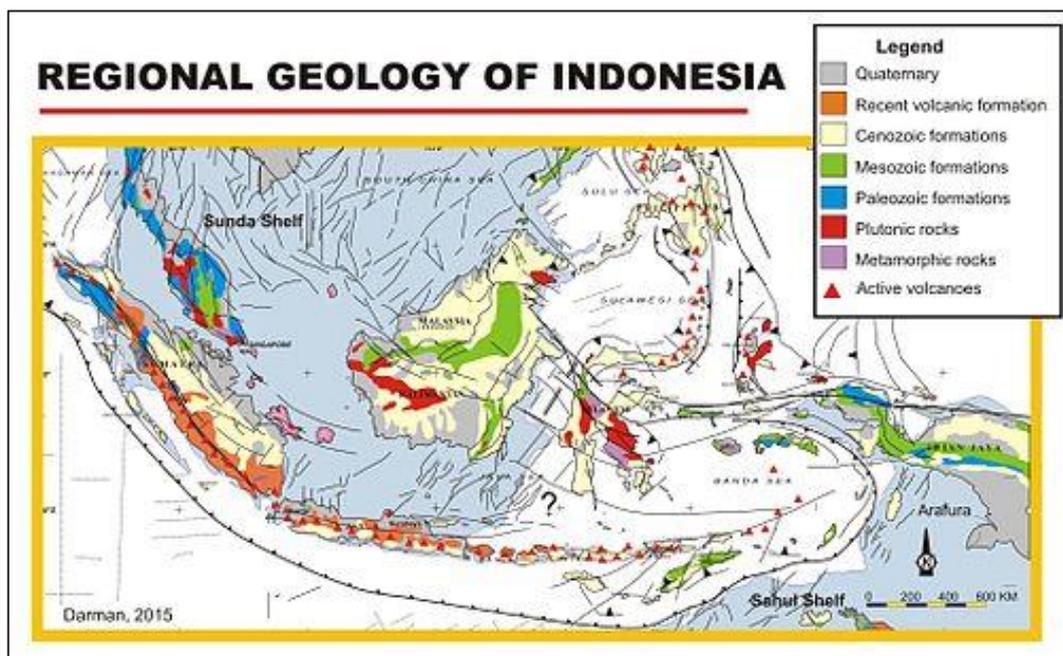
GEOLOGI

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada titik pertemuan pada beberapa lempeng tektonik. Secara umum, Indonesia terletak di antara 2 (dua) lempeng benua yaitu Lempeng Eurasia (Paparan Sunda) dan Lempeng Australia (Paparan Sahul) serta 2 (dua) lempeng

samudera yaitu Lempeng Laut Filipina dan Lempeng Pasifik. Subduksi Lempeng samudera Hindia di bawah Lempeng Benua Eurasia membentuk busur vulkanik di bagian barat Indonesia yang merupakan salah satu daerah paling aktif secara seismik di bumi ini dengan sejarah panjang letusan kuat dan gempa bumi. Rantai gunung berapi aktif membentuk Pulau Sumatra, Pulau Jawa, Pulau Bali, dan Kepulauan Nusa Tenggara, yang sebagian besar, terutama Jawa dan Bali, muncul sejak 2 juta tahun s.d. 3 juta tahun lalu. Pergerakan Lempeng Australia dan lempeng Pasifik mengontrol tektonik Indonesia bagian timur (van Bemmelen, 1949; Darman and Sidi, 2000; Charlton, 2004; dan Hasibuan, 2012) (Gambar 1).

Struktur-struktur utama di Indonesia terbentuk akibat proses tektonik. Sesar utama di bagian barat

Indonesia adalah Sesar Semangko atau Sesar Sumatra Raya berupa sesar *strike-slip* dekstral sepanjang Pulau Sumatra (± 1.900 km). Zona sesar ini terbentuk akibat adanya zona subduksi di Pulau Sumatra bagian barat. Sesar Palu-Koro merupakan struktur utama yang berada di Indonesia bagian tengah. Sesar terletak di Pulau Sulawesi dan meluas ke lepas pantai di bagian barat melewati Selat Makassar serta berakhir di Semenanjung Mangkalihat di Pulau Kalimantan. Sesar Sorong adalah sesar mendatar dekstral utama di Indonesia bagian timur. Sesar ini berorientasi timur s.d. barat dan tersebar di Pulau Papua bagian utara s.d. Pulau Sulawesi bagian timur sepanjang ± 2.000 km (van Bemmelen, 1949; Darman and Sidi, 2000; Charlton, 2004; dan Hasibuan, 2012) (Gambar 1).



Gambar 1. Geologi Regional Indonesia (Darman and Sidi, 2000)

Stratigrafi di Indonesia bagian barat umumnya didominasi oleh formasi-formasi berumur Kenozoikum, berkisar dari Paleogen hingga Kuartar. Batugamping berumur Devon ditemukan di Sungai Telen, Kalimantan Timur sebagai fragmen-fragmen dalam sedimen klastik Paleogen. Wilayah Indonesia bagian timur umumnya mempunyai stratigrafi yang lebih tua apabila dibandingkan dengan Indonesia bagian barat berkisar dari umur Permian hingga Tersier. Hal ini terlihat dari ditemukannya fosil *ichthyosaurus* pada Banjir lumpur panas di Pulau Kai yang mengindikasikan pengendapan umur Mesozoikum di bawah permukaan (Charlton, 2004), serta makrofosil di Pulau Misool (Hasibuan, 2012).

HASIL EVALUASI

Berdasarkan pemilahan data hasil analisis proksimat dan *physical properties* pada neraca sumber daya batubara Indonesia, terdapat 460 data batubara yang memiliki nilai kandungan FC dan CV, serta 433 data yang memiliki kadar VM dan 266 data yang memiliki nilai HGI. Sebagian besar data batubara tersebut tersebar di Pulau Sumatra dan Pulau Kalimantan serta sebagian kecil Pulau Papua. Sebaran data di Pulau Sumatra meliputi Provinsi Aceh, Provinsi Bengkulu, Provinsi Jambi, Provinsi Sumatra Barat, Provinsi Sumatra Selatan, Provinsi Riau, dan Provinsi Lampung. Sebaran data di

Pulau Kalimantan meliputi Provinsi Kalimantan Selatan, Provinsi Kalimantan Tengah, Provinsi Kalimantan Timur, dan Provinsi Kalimantan Utara.

Parameter yang digunakan untuk identifikasi awal material karbon yang berpotensi sebagai bahan baku oksida grafena (GO) dan grafena (G) adalah kandungan FC (Purwandari, 2018), sedangkan peringkat batubara diidentifikasi berdasarkan nilai CV, kadar VM, dan nilai HGI (Berkowitz, 1979; dan Diessel, 1992)

Kandungan FC berkisar antara 0,40% dan 83,84%, CV berkisar antara 1.368 kal/g dan 8.400 kal/g, VM berkisar antara 0,31 % dan 81,00%, serta HGI berkisar antara 1,31 dan 115,00 (Tabel 1 dan Gambar 2). Basis yang digunakan dalam analisis proksimat terhadap beberapa parameter di atas adalah basis udara kering (*air dried base / adb*).

PEMBAHASAN

Studi awal pada batubara yang terindikasi memiliki potensi grafena didahului dengan penentuan peringkat batubara (tingkat kematangan). Penentuan peringkat batubara diidentifikasi kombinasi parameter kadar FC dan kandungan VM yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu rasio perbandingan yang dinamakan *Fuel Ratio* (FR). Hubungan antara FC dan VM yang dikenal sebagai FR dapat memberikan gambaran peringkat batubara

Tabel 2. Klasifikasi peringkat batubara Indonesia terpilih menurut Diesel (1992)

Peringkat Batubara	FC / VM
Kokas	92
Antrasit	24
Semi antrasit	8,6
Semi-bituminus	4,3
Bituminus zat terbang rendah	2,8
Bituminus zat terbang medium	1,9
Bituminus zat terbang tinggi	1,3
Lignit	0,9

Parameter VM dan HGI dari hasil analisis proksimat dan *physical properties* dapat digunakan untuk mengidentifikasi peringkat batubara. HGI merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kemudahgerusan batubara oleh alat penggerus yang proses pembakaran batubaranya menggunakan partikel halus (*pulverized fuel*). Semakin tinggi nilai peringkat suatu batubara (kecuali antrasit) semakin tinggi juga nilai HGI-nya (Berkowitz, 1979 dalam Wibisono dkk., 2019). Hubungan nilai HGI juga dapat dipengaruhi faktor lainnya seperti kandungan abu batubara yang rendah dan nilai zat terbang (VM) (Rance, 1975 dalam Wibisono dkk., 2019). Berdasarkan data kombinasi parameter zat terbang (VM) dan HGI, data batubara Indonesia terpilih didominasi berada pada peringkat lignit s.d. bituminus (Gambar 3).

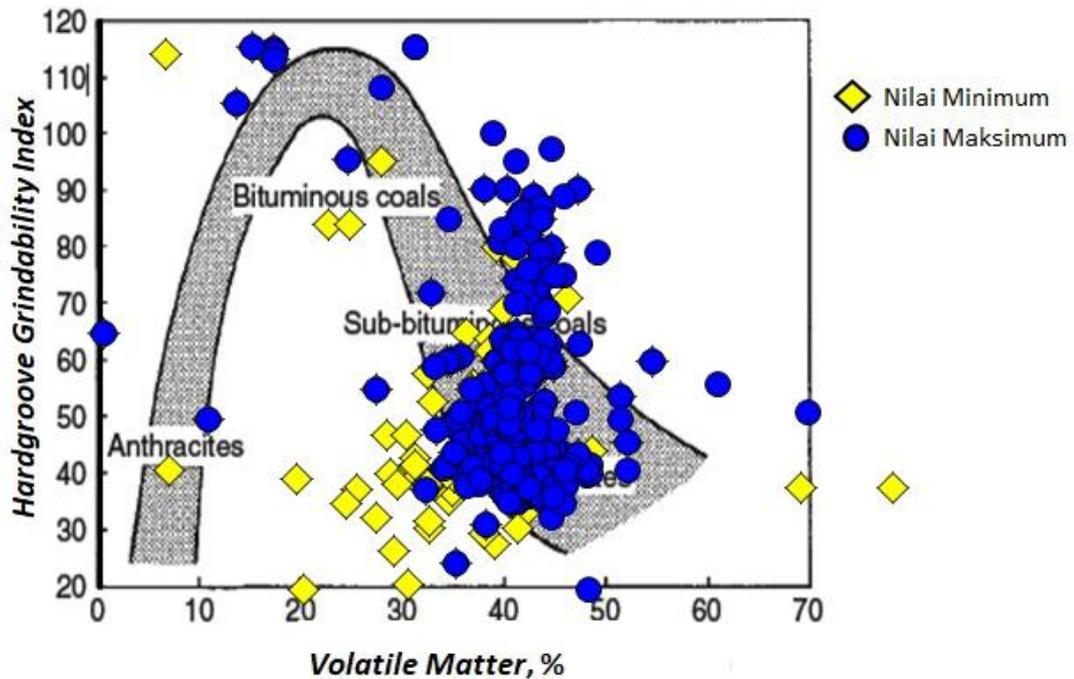
Parameter FC digunakan untuk mengidentifikasi kandungan karbon dalam batubara setelah VM dihilangkan. Nilai FC berpengaruh terhadap CV batubara,

semakin tinggi nilai FC, maka CV semakin meningkat demikian pula sebaliknya. Nilai CV dapat pula digunakan untuk mengidentifikasi peringkat batubara. Hasil plot CV dan FC mengindikasikan bahwa nilai FC berdampak terhadap CV batubara (Gambar 4).

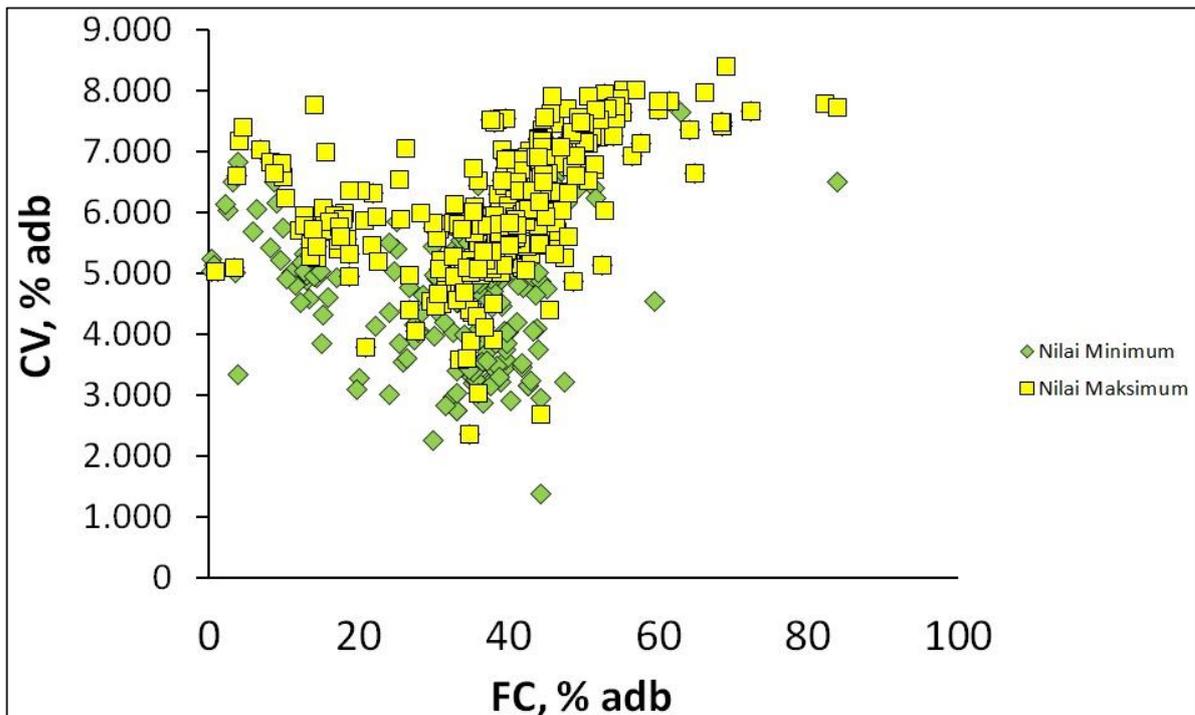
Penggunaan berbagai peringkat batubara akan mempengaruhi kemurnian grafena yang dihasilkan (Dellyansyah, 2021; Singh and Ojha, 2020; Purwandari *et al.*, 2018; Powel and Beall, 2015; Okolo, *et al.*, 2015; Vijapur and Santosh, 2015 dalam Purwandari, 2020; Ye, *et al.*, 2013). Sintesa grafena pada batubara Indonesia masih belum banyak dilakukan dan umumnya masih dalam skala laboratorium. Terdapat 2 (dua) penelitian yang telah dilakukan terkait sintesis grafena pada batubara Indonesia yaitu oleh Dellyansyah (2021) dan Purwandari (2020). Batubara yang digunakan dalam kedua penelitian tersebut berasal dari Sawahlunto, Sumatra Barat yang memiliki kisaran nilai kalori berkisar dari 5.400

kkal/kg s.d. 6.900 kkal/kg dan kisaran nilai FC berkisar mulai dari 40,79% s.d. 49,67% dalam basis adb. Kedua hasil penelitian tersebut berhasil

mengekstraksi/mengisolasi oksida grafena (GO), grafena (G), dan *graphene quantum dots* (GQDs) dari batubara Sawahlunto, Sumatra Barat.



Gambar 3. Plot kandungan VM terhadap HGI menurut Berkowitz (1979)



Gambar 4. Plot antara nilai CV dan nilai FC

Apabila merujuk terhadap hasil kedua penelitian tersebut, data batubara Indonesia terpilih kemungkinan memiliki potensi grafena oksida (GO), grafena (G), dan grafena *quantum dots* (GQDs) yang tergambar dari nilai CV berkisar dari 1.368 kal/g s.d. 8.400 kal/g dan nilai FC berkisar dari 0,40% s.d. 83,48% (Tabel 1).

KESIMPULAN

Hasil evaluasi awal ini mengindikasikan bahwa data batubara Indonesia terpilih memiliki peringkat lignit s.d. bituminus yang dimungkinkan berpotensi untuk menghasilkan grafena oksida (GO), grafena (G), dan grafena *quantum dots* (GQDs). Kegiatan penelitian lebih lanjut untuk mengungkap potensi

grafena pada seluruh peringkat batubara Indonesia sangat diperlukan mengingat studi yang dilakukan ini masih dalam tahap awal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga tulisan ini dapat terselesaikan. Secara khusus pula, penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Badan Geologi, Kepala Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP), Pejabat Pembuat Komitmen (P2K) PSDMBP, Koordinator Kelompok Batubara, Koordinator Tim Kelompok Batubara, serta rekan-rekan di Kelompok Batubara

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2020. Pemutakhiran Data dan Neraca Sumber Daya Batubara, Gambut, dan Gas Metana Batubara, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Berkowitz, N., 1979. *An introduction to coal technology*, Academic Press, New York, 345.
- Bemmelen, R., W., van (Reinout Willem van), 1949. *The geology of Indonesia*, The Hague, Government Printing Office, 2.
- Charlton, T., 2004. *The petroleum potential of inversion anticlines in the Banda Arc*, American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 88, 5, 565-585.
- Darman, H. and Sidi, H., 2000. *An Outline of the Geology of Indonesia*, Indonesian Geologists Association publication.
- Dellyansyah, V., 2021. *Sintesis dan karakterisasi grafena quantum dots dari grafit batubara Sawahlunto melalui metode hidrotermal sebagai aditif terhadap konduktivitas film berbasis selulosa asetat*, Tesis, Program Pascasarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sumatera Utara, Medan, Tidak dipublikasikan.

- Hasibuan, F., 2012. *Mesozoic Geology and Paleontology of Misool Archipelago, Eastern Indonesia*, Geological Agency, Ministry of Energy and Mineral Resources, Republic of Indonesia.
- Ikram, M., Raza, A., Shahzad, K., Haider, A., Haider, J., Durrani, A.K., Rizvi, A.H., Maqsood, A., and Ikram, M., 2021. *Advanced Carbon Materials: Base of 21st Century Scientific Innovations in Chemical, Polymer, Sensing and Energy Engineering*. doi: 10.5772/intechopen.95869.
- Kennedy, A., Brame, J., Rycroft, T., Wood, M., Zemba, V., Weiss, C.J, Hull, M., Hill, C., Geraci, C., and Linkov, I, 2019. *A Definition and Categorization System for Advanced Materials: The Foundation for Risk-Informed Environmental Health and Safety Testing*. Risk. Anal. 39(8): 1783-1795. doi: 10.1111/risa.13304.
- Okolo, N., G., Neomagus, P., J., W., Everson, C., R., Roberts, J., M., Bunt, R., J., Sakurovs, R., dan Mathews, P., J., 2015. *Chemical–structural properties of South African bituminous coals: Insights from wide angle XRD–carbon fraction analysis, ATR–FTIR, solid state ¹³C NMR, and HRTEM techniques*, Fuels, Elsevier Limited.
- Powell, C. dan Beall, G. W., 2015. *Graphene oxide and graphene from low grade coal: Synthesis, characterization and applications, Current Opinion in Colloid and Interface Science*. Elsevier Ltd, 20(5-6), 362-366.
- Purwandari, V., Gea, s., Basuki, W., dan Haryono, A., 2018. *Synthesis of graphene oxide from the Sawahlunto-Sijunjung coal via modified hummers method*, AIP Conference Proceedings.
- Purwandari, V., 2020. *Fungsionalisasi grafena dari grafit batubara Sawahlunto dengan sentrimonium bromida sebagai bahan pengisi nanokomposit pada matriks karet alam siklik*, Disertasi, Program Pascasarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sumatera Utara, Medan, Tidak dipublikasikan.
- Rance, H., C., 1975. *Coal Quality Parameters and their Influence in Coal Utilisation*, Shell International Petroleum Co. Ltd, Technical Reports on Coal.
- Singh, A. and Ojha, K., A., 2020. *Coal derived graphene as an efficient supercapacitor electrode material*, Chemical Physics, Elsevier Limited, 530.
- Singh, V., Joung, D., Zhai, L., Das, S., Khondaker. I., S., dan Seal, S., 2011. *Graphene based materials: Past, present and future*, Progress in Materials Science, 56, 1178-1271.
- Vijapur H., dan Santosh, 2015 *Engineering Graphene Films from Coal*.

- Wibisono, S. A., Dwitama, E. P., dan Prahesthi, I. O., 2019. Petrografi dan geokimia batubara di daerah Pahirangan dan sekitarnya, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah, Buletin Sumber Daya Geologi, 14, 65-78, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Xu, Z. dan Gao, C., 2015. *Graphene fiber: A new trend in carbon fibers*, Materials Today. Elsevier Limited., 18(9), 480-492.
- Ye, R., Xiang, C., Lin, J., Peng, Z., Huang, K., Yan, Z., Cook, P., N., Errol L.G. Samuel, G., L., E, Hwang, C., Gedeng Ruan, G., Ceriotti, F., Abdul-Rahman O. Raji, O., R., A., Angel A. Marti, A., A., James, M., dan Tour, M., J., 2013. *Coal as an abundant source of graphene quantum dots*, nature communication, Macmillan Publishers Limited.
- Zhang, H., Zheng, W., Yan, Q., Yang, Y., Wang, J., Lu, Z., Ji, G., dan Yu, Z., 2010. *Electrically conductive polyethylene terephthalate / graphene nanocomposites prepared by melt compounding*, Polymer, Elsevier Limited, 51, 1191-1196.

EVALUASI POTENSI *RARE EARTH ELEMENTS* (REE) PADA BATUBARA DAN ABU BATUBARA PULAU KALIMANTAN

Soleh Basuki Rahmat, Sigit Arso Wibisono, Penny Oktaviani, dan Rahmat Hidayat

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Rare Earth Elements (REE) merupakan salah satu komoditas yang sangat strategis dalam kehidupan modern. Kemajuan teknologi mengakibatkan permintaan REE dunia semakin tinggi. Oleh sebab itu, evaluasi potensi REE di Indonesia perlu dilakukan termasuk REE pada batubara dan abu batubara.

Evaluasi REE pada batubara dan abu batubara di Indonesia dilakukan terhadap sampel batubara terpilih yang berasal dari Pulau Kalimantan. Hasil evaluasi mengindikasikan bahwa REE pada batubara dan abu batubara memiliki jumlah yang sangat bervariasi dari rendah hingga sangat tinggi. Sementara kelimpahan REE dari seluruh sampel batubara dan abu batubara umumnya didominasi *Heavy Rare Earth Elements* (HREE). Selain itu, hasil evaluasi mengindikasikan bahwa potensi REE terhadap sampel terpilih memiliki potensi cukup baik ditinjau dari segi industri. Akan tetapi, berdasarkan konsentrasi REE Oksida (REO_{ash}), hanya terdapat satu sampel yang termasuk dalam kategori berpotensi untuk diusahakan secara ekonomis. Hal ini disebabkan penggunaan nilai *cut-off grade* REO_{ash} yang relatif tinggi.

Kata kunci: *Rare Earth Element* (REE), batubara, abu batubara, REE Oksida, Pulau Kalimantan

PENDAHULUAN

Rare Earth Elements (REE) merupakan kelompok unsur logam yang termasuk dalam kelompok transisi atau golongan kimia lantanida. REE merupakan salah satu bahan dalam pembuatan barang-barang berteknologi tinggi seperti *handphone*, televisi, komputer, peralatan pertahanan dan keamanan, dan lain sebagainya. Selama ini, REE kebanyakan

ditambang dari tubuh bijih batuan (*Upper Continental Crust*, UCC). Namun, beberapa penyelidikan menunjukkan bahwa batubara dalam kondisi geologi tertentu bisa mendapatkan pengayaan REE (Seredin 1996; Seredin dan Dai, 2012; dan Seredin dkk., 2013;). Penelitian lain menunjukkan bahwa REE dapat terkonsentrasi cukup besar pada abu batubara (Seredin, 1996; Seredin dan Dai,

2012; Seredin dkk., 2013; Blissett dkk., 2014; Dai dkk., 2016, 2012a, 2012b; Tambaria dkk., 2017; Anggara dkk., 2018;). Abu batubara umumnya berasal dari hasil pembakaran batubara di pembangkit listrik.

Secara umum, hasil pembakaran batubara berupa abu terbagi menjadi *fly ash* dan *bottom ash* (FABA). Sejak tahun 2021, berdasarkan PP No. 22 pada Lampiran XIV, FABA tidak lagi dikategorikan sebagai limbah B3. Oleh karena itu, FABA batubara dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku REE untuk memberikan nilai tambah pada batubara.

Evaluasi pada batubara dan abu batubara dilakukan untuk mengidentifikasi potensi REE pada batubara Indonesia. Hasilnya diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai keberadaan REE pada batubara dan abu batubara di Indonesia, dengan fokus tahun ini pada sampel batubara terpilih di Pulau Kalimantan.

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam dalam evaluasi ini terdiri atas:

- Pengumpulan dan pengelompokan data dari kegiatan penyelidikan terdahulu (data sekunder);
- Pemilihan sampel batubara terpilih untuk dianalisis di laboratorium;
- Analisis laboratorium;
- Pengolahan dan evaluasi data.

GEOLOGI REGIONAL

Pulau Kalimantan berada di bagian tenggara Lempeng Eurasia berbatasan di sebelah utara dengan Cekungan Laut Cina Selatan, sebelah timur dengan Sabuk Laut Filipina dan Lempeng Laut Filipina, sebelah selatan dengan Sistem Busur Banda dan Sunda, sebelah barat dibatasi oleh Sunda *Shelf* dan kerak benua Paleozoikum dan Mesozoikum dari Semenanjung Malay (**Gambar 1**). Blok besar Kalimantan dikelilingi oleh batas lempeng dan sistem busur pada bagian utara, timur, dan selatan yang aktif selama Tersier hingga saat ini serta dibatasi oleh bagian barat yang belum terjamah.

Pulau Kalimantan secara litologi tersusun oleh dua kelompok batuan berumur Paleozoikum dan batuan berumur Kenozoikum (Hall & Nichols, 2002). Batuan alas di bagian barat Pulau Kalimantan berupa batuan Pra Kapur Kontinen Sunda, sedangkan pada bagian timur sebagian berupa kerak samudera. Pada Miosen Awal, terjadi perubahan karakter sedimentasi di sekitar Pulau Kalimantan. Sejumlah besar sedimen klastik mulai mengisi cekungan laut dalam di bagian utara dan timur Pulau Kalimantan serta membentuk sistem delta mayor yang menjauh dari pulau tersebut (Hall dan Nichol, 2002). Beberapa cekungan di bagian timur Pulau Kalimantan antara lain Cekungan Kutai, Cekungan Barito, dan Cekungan Asem-Asem. Cekungan-cekungan tersebut merupakan beberapa

cekungan utama yang memiliki jumlah endapan batubara relatif banyak. Identifikasi potensi REE berasal dari sampel batubara yang berada pada cekungan-cekungan tersebut.

ANALISIS SAMPEL

Berdasarkan hasil studi literatur, didapat enam daerah/klaster yang terindikasi memiliki batubara dengan konsentrasi REE yang terkayakan (**Gambar 2**). Keenam daerah tersebut dipilih berdasarkan beberapa pertimbangan geologi, yaitu memiliki batas yang dekat dengan batuan *orogenic complex basement*, vulkanik, *ophiolit*, dan batuan *ultramafic*. Pertimbangan lainnya adalah batubara ditembus oleh intrusi yang bersifat lokal.

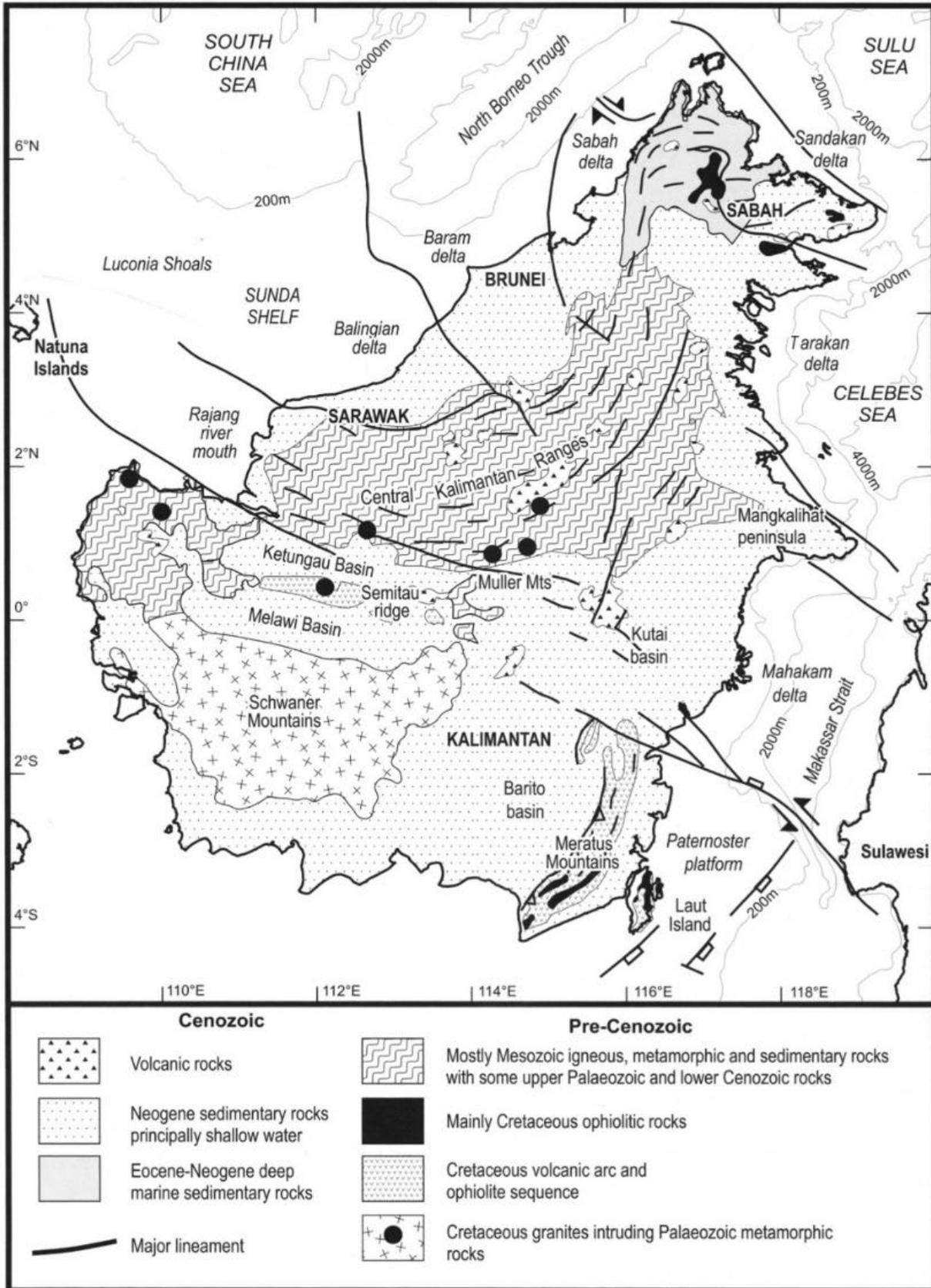
Keenam klaster tersebut adalah;

1. Mahakam Hulu
2. Kendilo dan Tanah Grogot
3. Senakin (Gumpil dan Sebuli)
4. Subcekungan Paser hingga Asem-Asem
5. Sebuku, Pulau Laut
6. Muara Teweh

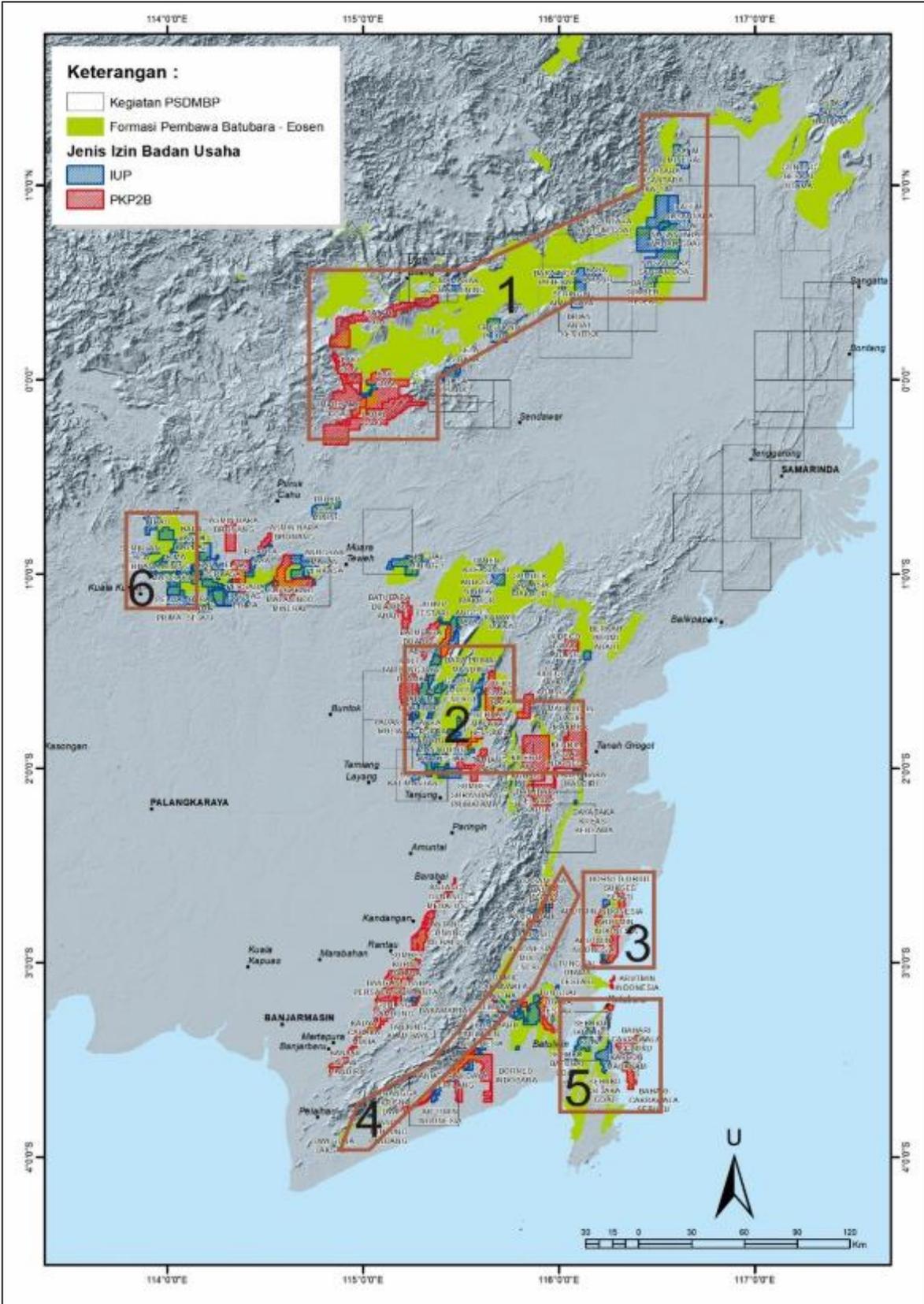
Dari keenam daerah tersebut, tidak semua daerah dilakukan pengambilan sampel batubara. Hal ini dikarenakan adanya pandemi COVID-19 sehingga pengambilan sampel batubara ke lapangan

tidak memungkinkan untuk dilaksanakan. Pada akhirnya, evaluasi hanya menggunakan sampel batubara berasal dari hasil kegiatan penyelidikan Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi (PSDMBP) terdahulu, yaitu sampel dari lokasi klaster nomor 2, 4, dan 6. Selain ketiga daerah tersebut, sampel batubara juga didapatkan dari daerah Kalimantan Utara. Pemilihan sampel batubara di daerah ini berdasarkan keberadaan lokasi singkapan batubara yang berdekatan dengan manifestasi air panas sehingga ada kemungkinan batubara di daerah tersebut mengalami pengayaan REE dengan tipe *hydrothermal*.

Selain sampel batubara, sampel abu batubara juga dipersiapkan untuk dianalisis. Abu batubara berasal dari proses pengabuan sampel batubara yang ada. Hal ini dilakukan agar komposisi dan konsentrasi REE dalam batubara dan abu batubara dapat diketahui dengan pasti. Jumlah sampel batubara sebanyak 35 buah, dan dibuat sampel abu batubaranya, sehingga jumlah sampel (batubara dan abu batubara) adalah 70 (tujuh puluh) sampel. Sampel tersebut dianalisis di laboratorium ALS, Kanada untuk parameter *major element*, *trace element*, dan *REE*-nya. Hasil analisis *major element*, *trace element*, dan *REE* dapat dilihat pada **Tabel 2** s.d. **Tabel 5**.



Gambar 1. Geologi Pulau Kalimantan yang telah disederhanakan (Hall and Nichols, 2002)



Gambar 2. Klaster sampel batubara terpilih untuk keperluan analisis REE, terdiri atas:
1. Mahakam Hulu; 2. Kendilo dan Tanah Grogot; 3. Senakin (Gumpil dan Sebuli);
4. Subcekungan Paser hingga Asem-Asem; 5. Sebuku, Pulau Laut; 6. Muara Teweh

Tabel 2. Hasil analisis konsentrasi REE pada seluruh sampel batubara

NO	KODE CONTO	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Y ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	Total REY ppm	% Critical REY def,rel	C.Outlook
1	MGM5 5101-B	0.5	1.1	0.13	0.6	0.14	0.03	0.13	0.02	0.13	0.7	0.03	0.07	0.01	0.07	0.01	3.67	42.23	1.27
2	MGM 52A-B	0.2	0.5	0.06	0.3	0.03	0.02	0.05	0.01	0.05	0.3	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	1.60	43.75	1.25
3	MGM 52B-B	0.3	0.6	0.08	0.3	0.04	0.02	0.05	0.01	0.06	0.3	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	1.87	39.04	1.09
4	MGM 52T-B	0.7	1.3	0.17	0.6	0.16	0.04	0.16	0.02	0.16	0.9	0.03	0.12	0.02	0.07	0.01	4.46	41.26	1.29
5	MGM 55A(1)-B	0.4	0.8	0.11	0.4	0.05	0.03	0.07	0.01	0.07	0.4	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	2.44	38.52	1.08
6	MGM 55A(2)-B	1.6	3.1	0.39	1.4	0.27	0.1	0.25	0.04	0.25	1.6	0.05	0.14	0.02	0.13	0.02	9.36	37.71	1.06
7	MGM 55B(1)-B	0.7	1.7	0.22	1	0.25	0.07	0.24	0.03	0.22	1.1	0.05	0.12	0.02	0.13	0.02	5.87	43.27	1.32
8	MGM 55B(2)-B	0.4	0.7	0.09	0.3	0.1	0.03	0.1	0.01	0.06	0.4	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	2.29	36.24	1.08
9	MGM 55T-B	0.4	0.8	0.1	0.3	0.07	0.03	0.05	0.01	0.07	0.3	0.01	0.03	0.01	0.05	0.01	2.24	33.04	0.84
10	AAJ 310-B	3.4	7	0.8	3.4	0.85	0.2	0.92	0.12	0.74	4.1	0.13	0.38	0.05	0.29	0.05	22.43	39.86	1.19
11	AAJ 500-B	0.5	1	0.11	0.5	0.08	0.04	0.14	0.01	0.06	0.5	0.02	0.05	0.01	0.05	0.01	3.08	37.66	1.06
12	DTRF-B	8.1	24.7	3.48	14.7	3.79	0.88	2.97	0.4	1.95	6	0.31	0.74	0.11	0.57	0.08	68.78	35.87	0.96
13	DTRH-B	1.3	3.1	0.39	1.7	0.38	0.1	0.34	0.04	0.26	1	0.04	0.14	0.02	0.09	0.01	8.91	36.36	0.99
14	DTRG-B	1.3	3	0.38	1.7	0.45	0.11	0.43	0.05	0.29	1.2	0.05	0.11	0.02	0.11	0.01	9.21	37.57	1.08
15	DTRI-B	0.5	0.9	0.11	0.5	0.1	0.04	0.12	0.01	0.06	0.4	0.01	0.05	0.01	0.03	0.01	2.85	37.19	1.10
16	MG 1-B	2.1	5	0.67	2.7	0.62	0.16	0.67	0.08	0.51	3.8	0.12	0.38	0.05	0.32	0.06	17.24	44.26	1.37
17	MLG 1-B	1.4	3.3	0.42	1.9	0.39	0.14	0.53	0.08	0.58	3.9	0.14	0.43	0.05	0.4	0.08	13.74	51.16	1.77
18	HD 1CS-B	0.5	0.8	0.08	0.3	0.06	0.02	0.05	0.01	0.07	0.4	0.01	0.03	0.01	0.05	0.01	2.40	34.58	0.94
19	HC 2-B	0.4	0.9	0.11	0.4	0.05	0.02	0.06	0.01	0.12	0.6	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	2.79	42.65	1.21
20	SM 1-B	1.9	3.8	0.43	1.9	0.48	0.16	0.53	0.08	0.49	3.4	0.12	0.33	0.05	0.35	0.04	14.06	45.23	1.46
21	PMJ 600-B	0.5	1	0.14	0.5	0.11	0.04	0.1	0.02	0.12	0.6	0.02	0.06	0.02	0.06	0.01	3.30	40.61	1.21
22	TJ 1-B	2.9	6.5	0.91	4	1.03	0.34	1.34	0.23	1.48	8.9	0.32	0.95	0.14	0.92	0.16	30.12	52.79	1.98
23	TJ 2-B	4	8.5	1.14	4.9	1.14	0.32	1.33	0.19	1.26	8.3	0.28	0.68	0.12	0.76	0.1	33.02	47.40	1.60
24	TJ 3-B	2.4	4.6	0.58	2.4	0.55	0.11	0.56	0.09	0.54	3.5	0.12	0.31	0.04	0.32	0.04	16.16	43.01	1.36
25	TJ 4-B	2.3	5.4	0.71	3.1	0.79	0.22	0.82	0.13	0.94	5.1	0.2	0.58	0.09	0.56	0.09	21.03	47.88	1.59
26	TJ 5-B	6	10.7	1.19	4.7	1.1	0.27	1.12	0.18	1.14	6.2	0.25	0.65	0.1	0.69	0.08	34.37	38.23	1.11
27	CJA2A-B	1.5	2.7	0.33	1.3	0.3	0.1	0.4	0.06	0.42	2.7	0.1	0.3	0.03	0.25	0.04	10.53	46.34	1.56
28	CAA-B	0.4	0.7	0.1	0.4	0.1	0.04	0.18	0.02	0.2	1.3	0.04	0.09	0.01	0.11	0.01	3.70	55.41	2.36
29	CSA-B	0.8	1.6	0.22	0.9	0.35	0.13	0.6	0.11	0.7	4.6	0.17	0.38	0.05	0.38	0.05	11.04	61.78	3.03
30	SM 2-B	2.6	5.1	0.7	3	0.72	0.26	0.92	0.18	0.97	5.1	0.21	0.58	0.08	0.55	0.09	21.06	47.91	1.67
31	SL 1-B	1.9	4.1	0.53	2.4	0.62	0.24	0.86	0.13	0.71	4.4	0.17	0.48	0.06	0.5	0.07	17.17	48.69	1.71
32	SL 2-B	2.1	4.7	0.57	2.3	0.6	0.15	0.64	0.1	0.7	3.5	0.15	0.41	0.05	0.37	0.05	16.39	43.69	1.35
33	BMR 19-B	1.6	3.5	0.4	1.9	0.44	0.11	0.5	0.07	0.28	2.7	0.07	0.14	0.02	0.12	0.03	11.88	43.77	1.39
34	BCS 01-B	2.5	5	0.6	2.4	0.63	0.16	0.74	0.11	0.87	4.8	0.16	0.5	0.06	0.45	0.08	19.06	46.38	1.54
35	WR 1-B	0.4	0.6	0.08	0.4	0.07	0.01	0.08	0.01	0.07	0.4	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	2.21	41.63	1.39

Tabel 3. Hasil analisis trace element pada seluruh sampel batubara

NO	KODE CONTO	Ba ppm	Cr ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Zr ppm
1	MGMS 5101-B	52 <10	0.03	0.03	0.6	0.1	0.2	0.3	1	14.3	0.1	0.15 <0.05	8	1	1	5
2	MGMS 52A-B	29.7 <10	0.01	0.01	0.3	0.1	0.1	<0.2	1	21.7	0.1	0.09 <0.05	6	1	1	2
3	MGMS 52B-B	25.8 <10	0.01	0.01	0.3	0.1	0.1	0.2 <1	<1	20.2	0.1	0.12 <0.05	<5	1	1	3
4	MGMS 52T-B	32.9 <10	0.01	0.01	0.6	0.1	0.2 <0.2	<1	<1	43.9	0.1	0.14	0.08	5	1	5
5	MGMS 55A(1)-B	87.3 <10	0.01	0.01	0.4	0.1	0.1	0.2 <1	1	18.2	0.1	0.08 <0.05	6	1	1	3
6	MGMS 55A(2)-B	136.5 <10	0.02	0.02	1.2	0.3	0.5	0.2	1	123.5	0.1	0.3	0.08	8	1	13
7	MGMS 55B(1)-B	119.5	10	0.12	2.6	0.4	0.5	0.5	5	36.3	0.1	0.35	0.1	25	1	14
8	MGMS 55B(2)-B	113.5 <10	0.02	0.02	0.6	0.1	0.1	0.2 <1	<1	23.1	0.1	0.09 <0.05	7	1	1	4
9	MGMS 55T-B	93.7 <10	0.01	0.01	0.4	0.1	0.1	0.2 <1	<1	14	0.1	0.08 <0.05	6 <1	1	1	3
10	AAJ 310-B	76.7	10	0.82	2.3	0.3	0.6	10.4 <1	<1	437	0.1	0.87	4.21	23	1	12
11	AAJ 500-B	31.2 <10	0.07	0.07	0.3	0.1	0.1	0.9 <1	<1	37.8	0.1	0.14	0.36	8	1	2
12	DTRF-B	38.5 <10	0.04	0.04	1.7	0.3	0.8	0.5 <1	<1	41.7	0.1	1.1	3.79	15	1	13
13	DTRH-B	17.1 <10	0.1	0.1	0.5	0.1	0.3	1.2 <1	<1	35.5	0.1	0.31	0.42	11	1	4
14	DTRG-B	33.8 <10	0.05	0.05	1.1	0.1	0.2	0.6 <1	<1	195.5	0.1	0.2	0.26	14	1	5
15	DTRI-B	7.1 <10	0.06	0.06	0.3	0.1	0.1	0.8 <1	<1	52.8	0.1	0.1	0.41	7	1	2
16	MG 1-B	157 <10	0.09	0.09	2	0.5	0.7	1.7 <1	<1	46.3	0.1	0.64	0.15	14	1	22
17	MLG 1-B	113 <10	0.15	0.15	1.3	0.2	0.5	1.4	1	43.2	0.1	0.41	0.33	11	1	10
18	HD 1CS-B	16.4 <10	0.01	0.01	0.4	0.1	0.1	0.2 <1	<1	16.6	0.1	0.14 <0.05	7	1	1	4
19	HC 2-B	15.8 <10	0.06	0.06	0.5	0.1	0.2	0.4 <1	<1	18.5	0.1	0.15 <0.05	9	1	1	5
20	SM 1-B	44.8 <10	0.11	0.11	3.7	0.6	0.7	1.2 <1	<1	24.1	0.1	0.34	0.14	20	1	26
21	PMJ 600-B	41.2 <10	0.03	0.03	0.5	0.1	0.1	0.3 <1	<1	6	0.1	0.12	0.06 <5	1	1	3
22	TJ 1-B	60.8	10	0.07	3.5	1.2	1.1	0.6	1	33.4	1.1	0.72	0.25	46	1	47
23	TJ 2-B	45.8	10	0.07	1.9	0.7	0.7	0.6 <1	<1	12.9	0.1	0.82	0.37	9	1	27
24	TJ 3-B	19.1	10	0.03	1.5	0.3	0.3	0.3 <1	<1	42.6	0.1	0.38	0.15	20	1	13
25	TJ 4-B	42.7 <10	0.06	0.06	3.3	0.6	0.6	0.4 <1	<1	48.3	0.2	0.79	0.33	16	1	24
26	TJ 5-B	53.6 <10	0.03	0.03	3.7	1	1.4	0.4	1	131	0.2	1.6	0.36	32	1	41
27	C1A2A-B	57.6 <10	0.03	0.03	1	0.2	0.5	0.4 <1	<1	69.9	0.1	0.57	0.24	6	1	13
28	C4A-B	53.2 <10	0.02	0.02	0.1 <0.1	0.1	0.1	0.2 <1	<1	81	0.1	0.09 <0.05	<5	1	1	2
29	C5A-B	34.6 <10	0.12	0.12	1.6	0.2	0.6	1 <1	<1	32.6	0.1	0.56	1.61	8	1	7
30	SM 2-B	55.1	10	0.05	3	0.6	0.8	0.4 <1	<1	39.6	0.1	0.48	0.29	31	1	27
31	SL 1-B	45 <10	0.09	0.09	2.3	0.6	0.6	0.6 <1	<1	45	0.1	0.69	0.18	24	1	23
32	SL 2-B	29.7	10	0.04	2.6	0.5	1	0.2 <1	<1	63.9	0.2	0.71	0.21	40	1	21
33	BMR 19-B	62.1 <10	0.02	0.02	0.6	0.2	0.3	0.2 <1	<1	33.8	0.1	0.42	0.12	6	1	6
34	BCS 01-B	39.2	10	0.38	2.4	0.4	0.8	3.5 <1	<1	26.8	0.2	1.17	0.43	15	1	18
35	WR 1-B	76.9 <10	0.05	0.05	0.3	0.1	0.1	0.5 <1	<1	39.2	0.1	0.12 <0.05	<5	1	1	3

Tabel 4. Hasil analisis konsentrasi REE pada seluruh sampel abu batubara

No	Kode Condo	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Y ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	Total REY ppm	% Critical REY def,rel	C.Outlook
1	MGM 5101-D	3.7	7.10	0.85	3.20	0.61	0.18	0.61	0.10	0.59	3.10	0.12	0.29	0.05	0.31	0.05	20.86	35.76	0.98
2	MGM 52A-D	2.7	4.90	0.56	2.10	0.39	0.07	0.30	0.03	0.25	1.50	0.07	0.16	0.02	0.17	0.02	13.24	31.04	0.79
3	MGM 52B-D	1.9	3.50	0.38	1.50	0.34	0.07	0.29	0.05	0.30	1.50	0.06	0.18	0.03	0.13	0.02	10.25	35.12	0.96
4	MGM 52T-D	2.5	5.10	0.60	2.30	0.48	0.13	0.49	0.08	0.54	2.90	0.09	0.31	0.04	0.26	0.04	15.86	39.47	1.13
5	MGM 55A(1)-D	6.2	13.70	1.74	7.30	1.68	0.38	1.31	0.19	1.16	5.20	0.24	0.60	0.07	0.46	0.08	40.31	36.79	1.02
6	MGM 55A(2)-D	10.3	20.10	2.43	10.20	2.16	0.54	2.01	0.29	1.61	9.60	0.34	0.94	0.13	0.90	0.12	61.67	37.59	1.07
7	MGM 55B(1)-D	7.4	15.70	1.92	7.80	1.77	0.44	1.58	0.26	1.55	7.70	0.30	1.00	0.14	0.94	0.15	48.65	38.54	1.09
8	MGM 55B(2)-D	3.4	6.50	0.74	2.90	0.59	0.16	0.55	0.09	0.59	2.90	0.10	0.32	0.05	0.31	0.05	19.25	36.16	0.99
9	AAU 310-D	38	77.10	9.37	35.60	7.86	1.93	8.10	1.18	6.75	40.20	1.48	4.00	0.53	3.18	0.46	235.74	38.03	1.08
10	DTRF-D	227	751.00	112.50	492.00	126.50	26.80	91.50	13.00	61.30	153.50	9.89	22.80	2.81	16.20	2.18	2108.98	36.48	0.98
11	DTRH-D	14.6	30.00	3.41	13.90	3.65	0.79	2.76	0.41	2.69	14.40	0.52	1.83	0.21	1.66	0.38	91.06	37.36	1.04
12	DTRG-D	34.9	95.40	13.25	54.00	14.15	3.34	11.75	1.69	8.16	27.80	1.45	3.52	0.45	2.78	0.38	273.02	36.08	0.98
13	DTRI-D	7.4	15.80	2.01	7.20	1.80	0.37	1.24	0.18	1.36	6.20	0.23	0.72	0.09	0.70	0.11	45.41	35.30	0.95
14	HD 1CS-D	4.2	8.90	1.08	4.10	0.97	0.26	0.85	0.13	0.69	3.10	0.13	0.34	0.04	0.32	0.05	25.16	34.26	0.91
15	HC 2-D	2.6	4.60	0.55	2.00	0.39	0.14	0.38	0.07	0.38	2.40	0.09	0.26	0.03	0.22	0.03	14.14	37.13	1.06
16	SM 01-D	17.1	35.80	4.47	19.80	4.75	1.21	5.15	0.86	5.16	28.50	1.07	3.09	0.41	2.60	0.43	130.40	44.95	1.45
17	TJ 3-D	53.9	125.50	14.65	58.80	13.55	3.26	13.10	2.08	11.45	63.50	2.32	6.29	0.83	5.71	0.77	375.71	38.69	1.08
18	TJ 4-D	45.8	106.00	13.60	56.90	14.85	3.54	15.30	2.55	15.75	92.80	3.32	9.73	1.35	9.32	1.34	392.15	46.22	1.49
19	TJ 5-D	76.9	147.50	16.55	60.20	13.70	3.18	14.30	2.26	13.40	78.80	2.75	8.03	1.17	7.69	1.15	447.58	37.06	1.04
20	CI2A-D	32.1	65.50	7.75	30.10	7.43	1.61	8.51	1.44	8.98	62.90	1.92	5.91	0.90	6.26	0.95	242.26	45.79	1.47
21	C4A-D	10.7	22.90	2.70	10.70	2.84	0.64	3.07	0.46	3.01	19.60	0.62	1.72	0.24	1.63	0.23	81.06	44.57	1.41
22	C5A-D	7.4	15.00	1.83	7.10	2.11	0.48	2.48	0.45	2.93	19.30	0.65	1.86	0.27	1.70	0.24	63.80	50.34	1.80
23	SM 2-D	43.8	97.40	12.60	51.80	13.80	3.59	14.60	2.46	15.00	80.00	3.12	8.95	1.23	8.09	1.13	357.57	45.25	1.46
24	SL 1-D	24.3	57.60	7.52	31.20	8.13	2.03	8.40	1.42	8.27	49.30	1.86	5.36	0.79	5.18	0.76	212.12	46.00	1.47
25	SL 2-D	35.8	85.20	10.25	41.50	10.30	2.56	10.80	1.75	10.70	56.80	2.18	5.99	0.88	5.67	0.83	281.21	42.42	1.26
26	BMR 19-D	35.5	80.50	9.67	39.40	9.33	2.01	9.09	1.34	7.10	53.30	1.50	4.03	0.60	3.82	0.59	257.78	41.58	1.23
27	BCS 01-D	36.3	74.10	8.92	33.30	7.33	1.55	7.23	1.20	7.24	44.70	1.50	4.77	0.70	4.76	0.73	234.33	39.59	1.13
28	WR 1-D	8.5	17.90	2.11	8.20	1.87	0.45	1.96	0.31	1.57	10.40	0.31	0.98	0.13	0.90	0.13	55.72	39.32	1.13
29	PMJ 600-D	NSS	0.00	#VALUE!	#VALUE!														
30	TJ 1-D	NSS	0.00	#VALUE!	#VALUE!														
31	TJ 2-D	NSS	0.00	#VALUE!	#VALUE!														
32	MGM 55T-D	NSS	0.00	#VALUE!	#VALUE!														
33	AAU 500-D	NSS	0.00	#VALUE!	#VALUE!														
34	MG 1-D	NSS	0.00	#VALUE!	#VALUE!														
35	MILG 1B-D	NSS	0.00	#VALUE!	#VALUE!														

Note : NSS is non-sufficient sample

Tabel 5. Hasil analisis trace element pada seluruh sampel abu batubara

No	Kode Conto	Ba ppm	Ce ppm	Cr ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Tb ppm	Th ppm	Tm ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Zr ppm
1	MGMS 5101-D	236		20	0.25	3.9	0.6	0.9	3.7	5	59	0.3		0.83		0.32	21	5	23
2	MGM 52A-D	107.5		30	0.27	2.4	0.3	0.7	3.8	6	57.6	0.2		0.72		0.23	7	27	11
3	MGM 52B-D	128		10	0.13	1.4	0.3	0.7	1.9	7	74.2	0.2		0.55		0.2	7	2	11
4	MGM 52T-D	115		10	0.1	1.9	0.5	0.9	1.3	3	120.5	0.2		0.6		0.29	7	8	18
5	MGM 55A(1)-D	662		20	0.37	5.2	0.9	1.7	3.4	5	140	0.2		1.43		1.06	33	3	37
6	MGM 55A(2)-D	687		20	0.28	5.8	1.5	3	3.1	6	655	0.3		1.66		0.5	31	8	68
7	MGM 55B(1)-D	613		40	1.14	13	2.7	3.7	7.5	5	152.5	0.4		3.9		1.02	114	3	112
8	MGM 55B(2)-D	500		20	0.23	3.1	0.6	1.2	2.4	5	114.5	0.2		0.91		0.23	20	4	24
9	AAJ 310-D	829		110	10.95	21.8	3.8	8.4	134.5	1	3310	0.8		11.2		30.5	220	6	147
10	DTRF-D	471		150	2.28	26	6.2	13.3	28.1	4	544	0.8		18.8		141.5	211	15	217
11	DTRH-D	188		80	2.7	10.5	3	5.4	36.4	1	178.5	0.5		5.93		3.32	68	3	112
12	DTRG-D	447		50	2.27	16.1	2.7	4.6	25.1	1	1610	0.4		6.04		14.75	163	16	98
13	DTRI-D	99.1		40	1.57	5	1.7	2.5	21.9	0.9	269	0.2		2.47		4.52	54	2	64
14	HD 1CS-D	321		10	0.56	2.6	0.5	0.9	4.8	6	125.5	0.2		0.9		0.79	15	4	21
15	HC 2-D	160		10	0.7	2.2	0.4	0.8	2.2	2	83.4	0.2		0.52		0.19	18	1	17
16	SM 01-D	388		30	1	28.3	5.4	7.8	9.2	4	201	0.3		3.13		1.34	149	4	234
17	TJ 3-D	356		50	0.27	24	5.4	7.5	3.5	5	1335	0.5		6.15		2.37	339	4	219
18	TJ 4-D	674		70	0.58	57.4	12.6	13.8	6.4	6	795	0.7		14.5		5.71	447	3	491
19	TJ 5-D	748		90	3.26	49.4	14.8	24.9	31.3	12	1570	2		20.2		5.38	466	11	597
20	CJA 2A-D	1310		100	4.5	28.6	8	12.4	41	6	1255	0.7		14.15		5.69	194	12	393
21	C4A-D	582		50	0.81	7.8	1.7	3.4	10.2	6	872	0.4		2.87		1.07	55	9	72
22	C5A-D	267		30	1.81	9.2	1.8	3.8	18.7	2	249	0.3		3.41		5.68	71	4	74
23	SM 2-D	863		90	0.84	44.4	11.9	14.9	7.9	16	754	0.9		7.52		2.93	578	9	522
24	SL 1-D	506		50	1.13	24.2	7.5	8.7	9.8	8	635	0.7		7.78		2.61	306	4	286
25	SL 2-D	459		120	0.39	38.3	8.4	18.5	4.2	5	1455	1		8.91		3.42	540	5	350
26	BMR 19-D	4240		130	3.01	17	10.6	10	35.2	7	1025	0.8		12.25		3.38	156	9	421
27	BCS 01-D	529		110	10.9	28.1	10.4	13.5	97.4	3	251	1.1		14.7		5.25	197	10	438
28	WR 1-D	2360		50	0.43	7.6	2.3	2.5	6.6	8	829	0.3		2.46		0.85	54	4	96
29	PMJ 600-D	NSS	NSS	NSS	NSS	NSS													
30	TJ 1-D	NSS	NSS	NSS	NSS	NSS													
31	TJ 2-D	NSS	NSS	NSS	NSS	NSS													
32	MGM 55T-D	NSS	NSS	NSS	NSS	NSS													
33	AAJ 500-D	NSS	NSS	NSS	NSS	NSS													
34	MG 1-D	NSS	NSS	NSS	NSS	NSS													
35	MLG 1B-D	NSS	NSS	NSS	NSS	NSS													

Note : NSS is non-sufficient sample

PEMBAHASAN

Menurut Dai and Finkelman (2018), proses pengayaan REE pada batubara dibagi menjadi empat tipe yaitu tipe *terrigenous*, *tuffaceous*, *infiltrational*, dan *hydrothermal*. Pengayaan REE ini dapat diidentifikasi dari kemunculan *trace element* pada batubara tersebut. Setiap tipe pengayaan dicirikan dengan kemunculan unsur tertentu (**Tabel 6**). Dengan melakukan evaluasi terhadap hasil analisis *trace element*, gambaran awal mengenai tipe pengayaan REE pada batubara dan abu batubara dapat teridentifikasi.

Berdasarkan hasil analisis *trace element*, REE di daerah evaluasi terindikasi memiliki tipe pengayaan *tuffaceous* dan *terrigenous*. Hal ini dapat teridentifikasi dari kemunculan unsur-unsur seperti Zr, Hf, Nb, Ta, dan Ga yang mencirikan tipe pengayaan *tuffaceous* serta unsur-unsur Ga, Ba, dan Sr yang mencirikan tipe

pengayaan *terrigenous* (**Tabel 3** dan **Tabel 5**)

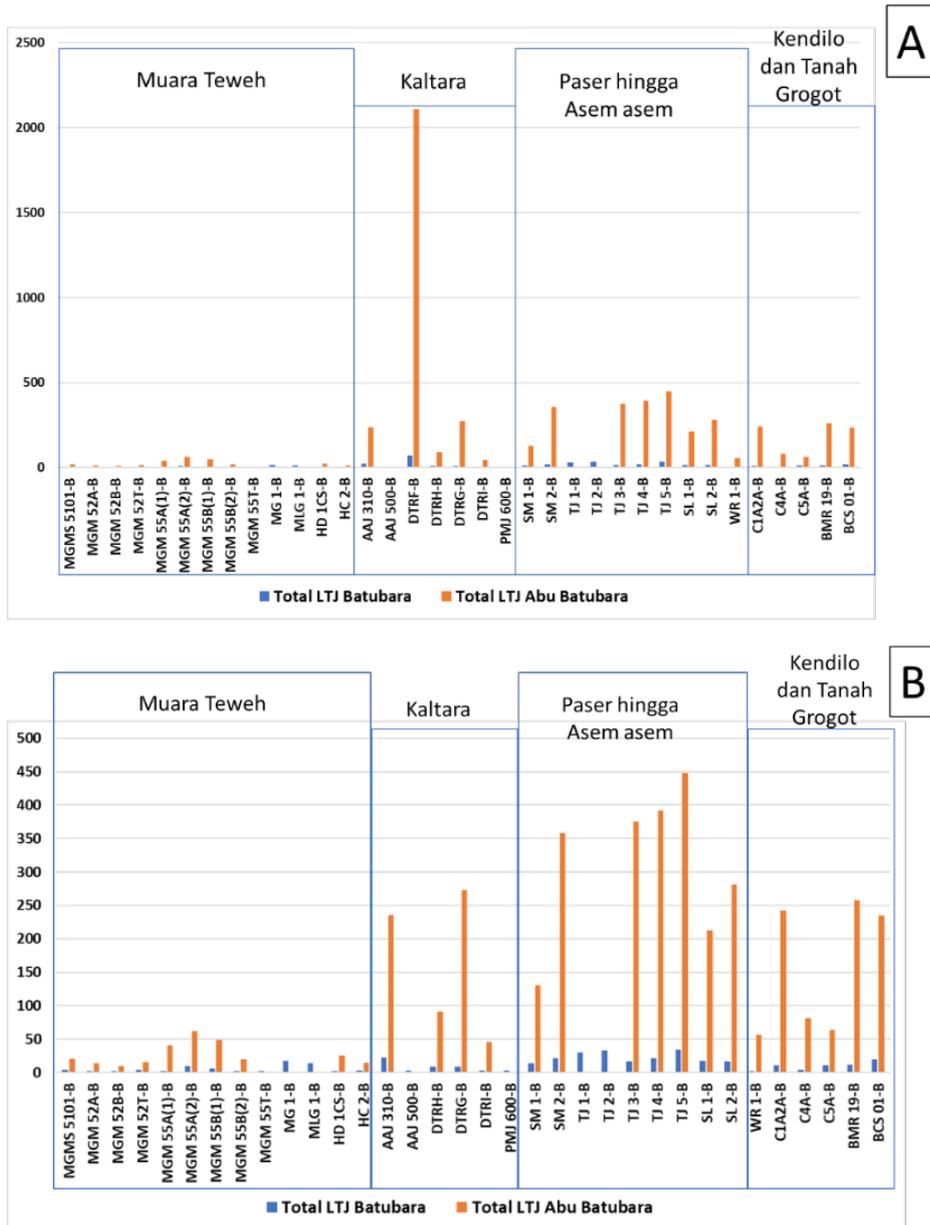
Nilai total konsentrasi REE pada batubara dan abu batubara berkisar antara 1,60 ppm s.d. 68,78 ppm dan 10,25 ppm s.d. 2.108,98 ppm (**Tabel 2** dan **Tabel 4**). Satu sampel batubara mengalami pengayaan konsentrasi REE terendah yaitu sampel MGM 52 A-B (1,60 ppm) yang berasal dari klaster Muara Teweh (Kalimantan Tengah), sedangkan sampel batubara yang memiliki konsentrasi REE tertinggi yaitu sampel DTRF-B (68,78) ppm yang berasal dari klaster Kalimantan Utara (Gambar 3). Terdapat satu sampel abu batubara yang memiliki konsentrasi REE terendah terdapat pada sampel MGM 52B-D (10,25 ppm) dan tertinggi pada sampel DTRF-D (2.108,98 ppm). Konsentrasi REE pada abu batubara yang relatif merata berada di klaster Subcekungan Paser hingga Asem-Asem serta klaster Kendilo dan Tanah Grogot (Gambar 3).

Tabel 1. Tipe genetik pengayaan REE dalam cekungan batubara (Dai and Finkelman, 2018)

The main genetic types of high REY accumulation in coals.			
Type	REO content in ash, %	Associated elements	Typical example
Terrigenous	0.1–0.4	Al, Ga, Ba, Sr,	Jungar, China (Dai et al., 2006, 2008)
Tuffaceous	0.1–0.5	Zr, Hf, Nb, Ta, Ga	Dean, USA (Mardon and Hower, 2005)
Infiltrational	0.1–1.2	U, Mo, Se, Re	Aduunchulun, Mongolia (Arbuzov and Mashen'kin, 2007)
Hydrothermal	0.1–1.5	As, Sb, Hg, Ag, Au, etc.	Rettikhovka, Russia (Seredin, 2004)

Konsentrasi REE pada abu batubara relatif lebih tinggi apabila dibandingkan pada batubara (Dai dan Finkelman, 2018). Hal ini dikarenakan unsur organik pada batubara yang telah terbakar akibat proses pembakaran menjadi abu menghasilkan unsur

anorganik yang meningkatkan konsentrasi REE. Konsentrasi REE pada abu batubara memiliki kenaikan berkisar 5 s.d. 29 kali lipat dengan rata-rata kenaikan sebesar 14 kali lipat. Hal ini merupakan hal yang menarik untuk diteliti lebih lanjut (Gambar 3).



Gambar 3. Konsentrasi REE pada batubara dan abu batubara. A. Konsentrasi REE pada batubara dan abu batubara untuk seluruh sampel; B. Konsentrasi REE pada batubara dan abu batubara tanpa sampel DTRF-B

Klasifikasi konsentrasi REE berdasarkan aspek geokimia dapat dibedakan menjadi REE ringan (*Light Rare Earth Element/LREE*) terdiri atas unsur La, Ce, Pr, Nd, dan Sm; REE menengah (*Medium Rare Earth Elements/MREE*) terdiri atas unsur Eu, Gd, Tb, Dy, dan Y; serta REE berat (*Heavy Rare Earth Elements/HREE*) terdiri atas unsur Ho, Er, Tm, Yb, dan Lu (Hatch, 2009; Seredin, 2010).

Pengayaan unsur REE dalam batubara untuk LREE, MREE, dan HREE dapat dilihat dengan melakukan perbandingan unsur LaN, LuN, GdN, dan SmN. LaN, LuN, GdN, dan SmN merupakan nilai kandungan unsur La, Lu, Gd, dan Sm yang telah dinormalisasi dengan nilai La, Lu, Gd, dan Sm dari *Upper Continental Crust* (UCC). Apabila nilai $LaN/LuN > 1$, maka kelimpahan unsur LREE lebih mendominasi. Namun, apabila nilai $LaN/LuN < 1$, maka unsur HREE lebih terkayakan, sedangkan untuk tipe MREE, apabila nilai $LaN/SmN > 1$ dan nilai $GdM/LuN < 1$.

Berdasarkan perbandingan LaN, LuN, GdN serta SmN, tipe kelimpahan REE seluruh sampel batubara dan abu batubara memiliki tipe HREE ($LaN/LuN < 1$) (**Gambar 4**). Akan tetapi, terdapat 2 (dua) sampel abu batubara yang memiliki tipe kelimpahan LREE yaitu sampel

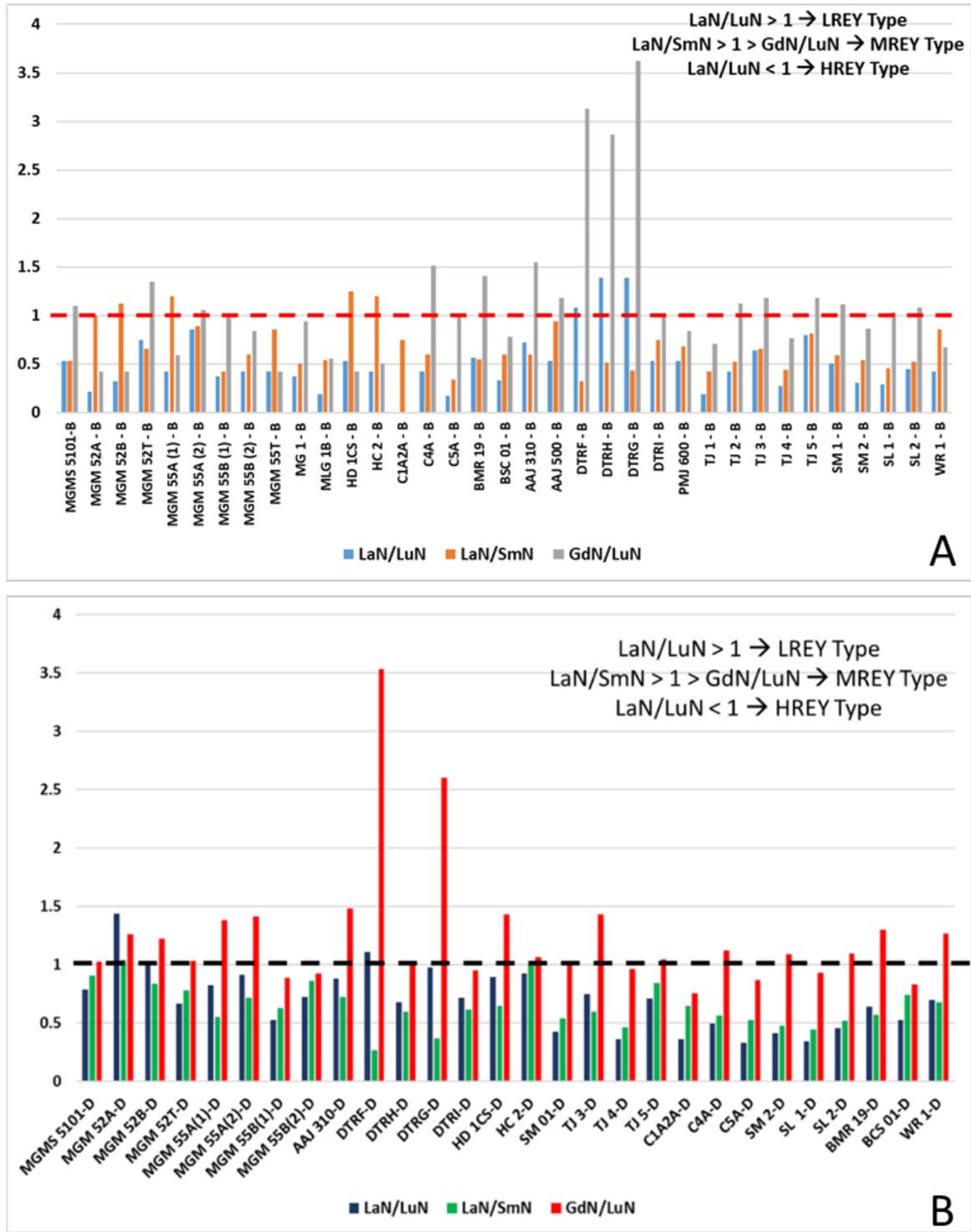
MGM 52A-D dan sampel DTRF-D yang memiliki nilai $LaN/LuN > 1$ (**Gambar 4**).

Selain klasifikasi geokimia, terdapat klasifikasi industri yang didasarkan pada prakiraan Dudley Kingsnorth (IMCOA) tentang hubungan antara permintaan dan penawaran tipe REE tertentu dalam beberapa tahun terakhir (Kingsnorth, 2009). Menurut klasifikasi ini, REE terbagi menjadi kelompok *Critical* (Nd, Eu, Tb, Dy, Y, dan Er), *Uncritical* (La, Pr, Sm, dan Gd), dan *Excessive* (Ce, Ho, Tm, Yb, dan Lu) (Seredin, 2010). Klasifikasi industri digunakan untuk mengevaluasi bahan baku REE yang diperlukan oleh industri pada umumnya.

Kelompok *critical* dan *excessive* diperlukan untuk mengetahui kualitas bijih REE yang ada. Kualitas bijih untuk industri dicari dengan menggunakan koefisien outlook (C_{outl}), $REE_{def del}$, dan kandungan REO (REE Oksida).

Koefisien *outlook* adalah rasio dari jumlah unsur *critical* REE dalam total REE dengan jumlah relatif unsur *excessive* REE dalam total REE (Dai dkk., 2016; Dai dan Finkelman, 2018).

Hal lain yang harus diketahui adalah persentase dari unsur *critical* dalam total REE yang disimbolkan oleh $REY_{def rel}$. Nilai koefisien *outlook* (C_{outl}) dan $REY_{def rel}$ kemudian diplot dalam diagram yang yang dikeluarkan oleh Seredin dan Dai (2012).



Gambar 4. Perbandingan LaN, LuN, GdN, dan SmN untuk melihat dominasi tipe kelimpahan REE di daerah penyelidikan secara geokimia. A. batubara; B. abu batubara

Nilai koefisien *outlook* (C_{out}) dan persentase unsur *critical* REE ($REY_{def, rel}$) seluruh sampel dapat dilihat pada **Tabel 2**

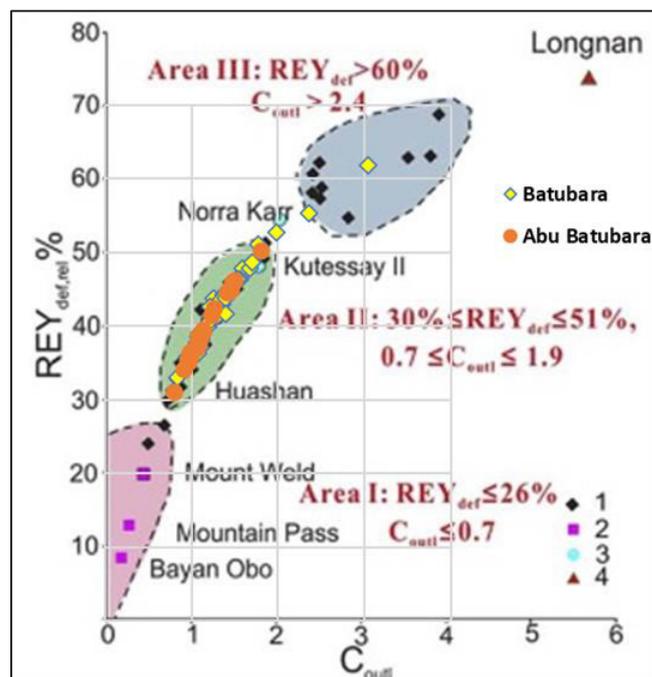
dan **Tabel 4**. Hasil plot mengindikasikan bahwa sampel batubara dan abu batubara terpilih di Pulau Kalimantan secara umum

berada pada area II yang menggambarkan persentase unsur *critical* REE ($REY_{def, rel}$) berkisar 30% s.d. 51% dan koefisien *outlook* (C_{outl}) berkisar 0,7 s.d. 1,9. Area II merupakan bagian yang didefinisikan sebagai area/bagian yang memiliki potensi menjanjikan (*promising*). Selain itu, terdapat sampel yang termasuk Area III (*highly promising*) dengan $REY_{def, rel} > 60\%$ (**Gambar 5**). Sampel tersebut adalah sampel C5A-B dan sampel C4A-B yang berasal klaster Kendilo dan Tanah Grogot.

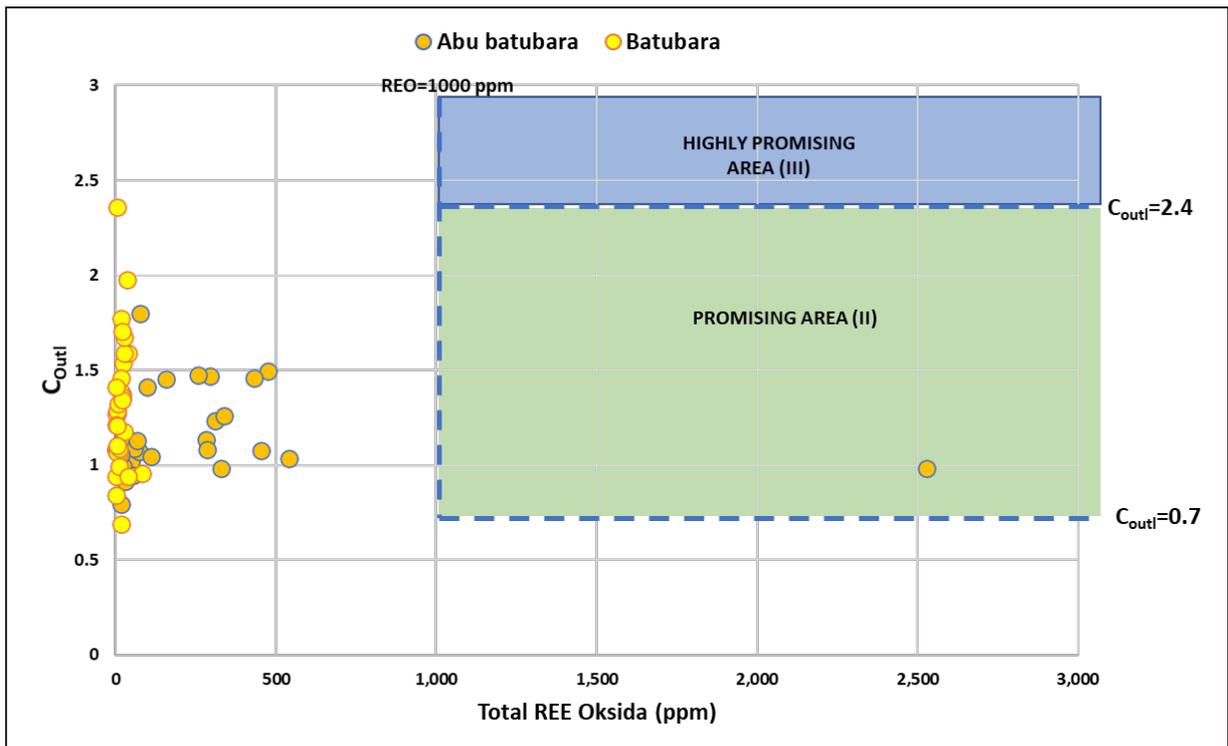
Untuk mengetahui konsentrasi REE pada abu batubara dapat diusahakan secara ekonomis, maka perlu dilakukan *plotting* antara nilai konsentrasi REE oksida (REO) dan nilai koefisien *outlook* (C_{outl}) pada abu batubara. Hasil *plotting* antara kandungan REE oksida (REO) abu

batubara dan nilai koefisien *outlook* (C_{outl}) dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Menurut Seredin dan Dai (2012), *cut-off grade* pada $REO_{ash} > 1.000$ ppm atau > 800 ppm untuk *seam* batubara dengan ketebalan > 5 meter. Apabila mengacu pada hal tersebut, maka hanya satu sampel batubara yang memiliki kriteria tersebut yaitu sampel DTRF-D yang berasal dari batubara klaster Kalimantan Utara. Hal ini dikarenakan nilai *cut-off grade* yang dipilih relatif tinggi yaitu > 1000 ppm berdasarkan nilai *cut-off grade* pada abu batubara di Cina. Oleh sebab itu, kajian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan kisaran nilai *cut-off grade* REO_{ash} yang tepat pada batubara Indonesia sehingga REE pada batubara dan abu batubara dapat diproduksi secara ekonomis.



Gambar 5. Perbandingan antara C_{outl} dan $REY_{def, rel}$ seluruh sampel batubara dan abu batubara



Gambar 6. Perbandingan antara C_{outI} dengan total REE Oksida pada seluruh sampel batubara dan abu batubara

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis pada empat kluster di Pulau Kalimantan (Muara Teweh; Kaltara; Paser hingga Asem-Asem; serta Kendilo dan Tanah Grogot) menunjukkan total konsentrasi REE pada batubara dan abu batubara berkisar antara 1,60 ppm s.d. 68,78 ppm dan 10,25 ppm s.d. 2.108,98. Sampel batubara yang memiliki konsentrasi REE tertinggi berasal dari kluster Kalimantan Utara, sedangkan sampel abu batubara yang memiliki konsentrasi REE relatif merata berada di kluster Paser hingga Asem - Asem serta kluster Kendilo dan Tanah Grogot.

Berdasarkan perbandingan LaN, LuN, GdN serta SmN, tipe kelimpahan unsur REE dari seluruh sampel batubara

dan abu batubara umumnya didominasi tipe HREE ($LaN/LuN < 1$).

Hasil *plotting* C_{outI} dan $REY_{def, rel}$ mengindikasikan bahwa REE di daerah evaluasi umumnya memiliki potensi menjanjikan (*promising*) di bidang industri.

Akan tetapi, hasil plot antara REO_{ash} dengan C_{outI} menunjukkan hanya satu sampel yang termasuk kategori *promising* yaitu sampel DTRF-D (kluster Kalimantan Utara).

Secara umum, hasil evaluasi mengindikasikan potensi REE pada batubara dan abu batubara di Pulau Kalimantan layak untuk ditindaklanjuti melalui penyelidikan dan penelitian lebih detail. Sebagai catatan, hasil evaluasi saat ini menggunakan sampel hasil

penyelidikan PSDMBP terdahulu. Hal ini mengakibatkan potensi REE pada batubara dan abu batubara belum dapat teridentifikasi secara konklusif. Ke depan, disarankan agar dilanjutkan dengan mengambil lebih banyak sampel yang berasal dari daerah yang terindikasi memiliki pengayaan REE.

Selain hal tersebut, perlu juga dilakukan studi mengenai nilai *cut-off grade* REO_{ash} yang tepat untuk batubara Indonesia sehingga tidak terjadi *over atau under confident* dalam penentuan nilai keekonomiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, F., Amijaya, D.H., Harijoko, A., Tambaria, T.N., Sahri, A.A., Asa, Z.A.N. 2018. *Rare earth element and yttrium content of coal in the Banko coalfield, South Sumatra Basin, Indonesia: Contributions from tonstein layers. International Journal Coal of Geology*, 196, 159-172. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2018.07.006>.
- Anonim, 2018. *Coal Ash Basic* [WWW Document]. EPA. URL <https://www.epa.gov/coalash/coal-ash-basics> (accessed 12.12.18).
- Anonim. 2021. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sekretariat Negara Republik Indonesia, 1, 483.
- Anonim, 2016. *Rare Earth Elements* [WWW Document]. Rare Element Resources Ltd. URL <http://www.rareelementresources.com/rare-earth-elements#>. XBiJ580xWM8 (accessed 12.18.18).
- Anonim. 2021. *Coal & Electricity* [WWW Document]. World Coal Association URL <https://www.worldcoal.org/coal-acts/coal-electricity/>.
- Blissett, R.S.S., Smalley, N., Rowson, N.A.A., 2014. *An investigation into six coal fly ashes from the United Kingdom and Poland to evaluate rare earth element content. Fuel*, 119, 236-239. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.11.053>.
- Dai, S., Finkelman, R.B., 2018. *Coal as a promising source of critical elements : Progress and future prospects. International Journal Coal of Geology*, 186, 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2017.06.005>
- Dai, S., Graham, I.T., Ward, C.R., 2016. *A review of anomalous rare earth elements and yttrium in coal. International Journal Coal of Geology*, 159, 82-95. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2016.04.005>.

- Dai, S., Jiang, Y., Ward, C.R., Gu, L., Seredin, V. V., Liu, H., Zhou, D., Wang, X., Sun, Y., Zou, J., Ren, D., 2012a. *Mineralogical and geochemical compositions of the coal in the Guanbanwusu Mine, Inner Mongolia, China: Further evidence for the existence of an Al (Ga and REE) ore deposit in the Jungar Coalfield. International Journal Coal of Geology*, 98, 10-40. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2012.03.003>.
- Dai, S., Ren, D., Chou, C.L., Finkelman, R.B., Seredin, V. V., Zhou, Y., 2012b. *Geochemistry of trace elements in Chinese coals: A review of abundances, genetic types, impacts on human health, and industrial utilization. International Journal Coal of Geology*, 94, 3-21. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2011.02.003>.
- Hall, R., Nichols, G.J., 2002. *Cenozoic sedimentation and tectonics in Borneo: climatic influences on orogenesis. Geology Society London, Spec. Publ. 191, 5-22. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2002.191.01.02.*
- Seredin, V. V., 1996. *Rare earth element-bearing coals from the Russian Far East deposits. Int. J. Coal Geol.* 30, 101-129. [https://doi.org/10.1016/0166-5162\(95\)00039-9](https://doi.org/10.1016/0166-5162(95)00039-9)
- Seredin, V.V. 2010. A New Method for Primary Evaluation of the Outlook for Rare Earth Element Ores. *Geology of Ore Deposits* 52(5): 428 - 433.
- Seredin, V. V., Dai, S., 2012. *Coal deposits as potential alternative sources for lanthanides and yttrium. International Journal Coal of Geology*, 94, 67-93. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2011.11.001>.
- Seredin, V. V., Dai, S., Sun, Y., Chekryzhov, I.Y., 2013. *Coal deposits as promising sources of rare metals for alternative power and energy-efficient technologies. Applied Geochemistry*, 31, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2013.01.009>.
- Tambaria, T.N., Amijaya, H., Anggara, F., 2017. *Intrusion Effect to Rare Earth Element Enrichment on Coal in Air Laya Area, South Sumatera*, in: *International Symposium on Earth Science and Technology 2017*. Fukuoka, Japan, pp. 684-689.

PEMUTAKHIRAN DATA SUMBER DAYA DAN CADANGAN BATUBARA STATUS JULI 2021

Raden Maria Ulfa, Arya Juarsa, Denni Widhiyatna, dan Penny Oktaviani

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Kebijakan pemerintah mengenai hilirisasi dan diversifikasi energi diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah komoditas energi. Selain itu, konsumsi energi yang terus meningkat perlu diantisipasi dengan peningkatan kegiatan eksplorasi untuk memenuhi alokasi kebutuhan energi nasional. Informasi mengenai sumber daya dan cadangan energi merupakan hal yang mendasar dalam perencanaan strategi Kebijakan Energi Nasional (KEN) sebagaimana termaktub dalam Bab IV, Pasal 11, Undang-Undang (UU) Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi. Kegiatan pemutakhiran data sumber daya dan cadangan batubara diharapkan mampu memberikan dukungan terhadap KEN.

Pada bulan Juli 2021, sumber daya batubara Indonesia sebanyak 142,66 miliar ton dan 97,08 miliar ton diantaranya telah terverifikasi oleh *Competent Person*. Cadangan batubara Indonesia (0-100 m) sebesar 37,52 miliar ton dan 26,26 miliar ton diantaranya telah terverifikasi oleh *Competent Person*.

Kata Kunci: Sumber daya, cadangan, batubara

PENDAHULUAN

Sektor energi dan sumber daya mineral memiliki peran penting dalam pembangunan nasional, terutama dalam mendukung perekonomian baik melalui sisi fiskal, moneter maupun sektor riil. Batubara merupakan salah satu sumber energi yang dimiliki Indonesia dan telah lama dimanfaatkan sebagai modal pembangunan nasional.

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) memiliki tugas pokok untuk melakukan

penyusunan dan pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan batubara untuk menginventarisasi dan memperbaharui data potensi sumber daya batubara nasional (Anonim, 2019). Data sumber daya dan cadangan batubara yang akurat dapat digunakan untuk membuat berbagai kebijakan nasional yang berhubungan dengan pemanfaatan batubara.

Maksud dan tujuan kegiatan pemutakhiran data sumber daya dan cadangan batubara adalah menyediakan

media informasi yang dapat dipergunakan bagi kepentingan internal maupun eksternal (publik) sebagai bahan referensi mengenai potensi batubara nasional, agar dapat dijadikan dasar acuan perencanaan pengembangan komoditas energi untuk pembangunan skala daerah ataupun nasional.

METODOLOGI

Pemutakhiran data dan neraca sumber daya batubara mengakomodir perubahan dan atau penambahan data yang terjadi pada tahun berjalan. Angka hasil pemutakhiran data tersebut dikeluarkan sebanyak dua kali dalam setahun, yaitu pada bulan Juli untuk hasil rekapitulasi data pada rentang waktu Januari sampai Juni, dan pada bulan Januari tahun berikutnya untuk hasil rekapitulasi data bulan Juli sampai Desember. Makalah ini menyajikan hasil rekapitulasi data bulan Januari sampai Juni tahun 2021.

Tahapan Pekerjaan yang dilakukan adalah: inventarisasi dan pengelompokan data, pengisian formulir isian basis data, pemasukan data dari formulir ke sistem basis data, verifikasi, integrasi data tekstual dan spasial menjadi sistem informasi geografis (SIG), *uploading* pada internet sistem *web-GIS*, dan *output* berupa tabel sumber daya dan cadangan, serta peta (Anonim, 2020).

Data berasal dari laporan penyelidikan PSDMBP, rekapitulasi data

sumber daya dan cadangan perusahaan pemegang Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) dan Ijin Usaha Pertambangan (IUP) yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara.

Data yang digunakan dalam penyusunan neraca sumber daya batubara ini sebagian besar merupakan data hasil eksplorasi badan usaha. Pengaturan alur data tersebut diatur dalam UU No. 3 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Undang – Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara Pasal 6 Ayat 1 dengan alur data sebagai berikut:

1. Pemerintah Daerah (Gubernur) wajib menyampaikan laporan eksplorasi, data dan informasi kegiatan eksplorasi, dan perusahaan pertambangan kepada Kementerian ESDM, cq. Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara;
2. Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara menyampaikan tembusan laporan dan data serta informasi kegiatan eksplorasi kepada Badan Geologi; dan
3. Badan Geologi menerima laporan data dan informasi kegiatan eksplorasi.

Sumber data yang digunakan dalam kegiatan pemutakhiran ini relatif bervariasi sehingga koreksi terhadap data tersebut masih perlu dilakukan agar

keakuratan data dapat tetap terjaga dan menghasilkan pelaporan yang bermanfaat bagi setiap pemangku kepentingan di sektor energi.

Data yang telah terkumpul dikelompokkan berdasarkan kriteria penambahan data baru atau pembaharuan data lama.

Setelah data diinventarisir, kemudian dimasukkan ke dalam formulir basis data batubara. Hal ini dilakukan untuk menyeragamkan format data. Formulir yang telah diisi kemudian dimasukkan ke dalam basis data PSDMBP untuk dilakukan pengelolaan dan penyimpanan data. Kemudian data tersebut diolah dan diintegrasikan antara data spasial dan tekstual sehingga dapat disajikan dalam bentuk SIG untuk memudahkan pengelolaan data; Selain memasukkan data baru, dilakukan juga pemutakhiran data lama berdasarkan data baru yang dirilis oleh Pemegang ijin PKP2B/IUP. Setelah seluruh data dimutakhirkan, kemudian dilakukan verifikasi data. Setelah diverifikasi, data sumber daya dan cadangan batubara selesai dimutakhirkan.

KLASIFIKASI SUMBER DAYA DAN CADANGAN BATUBARA

Klasifikasi sumber daya batubara yang digunakan dalam Pemutakhiran Data Sumber Daya dan Cadangan batubara mengacu pada SNI 6728.4 Tahun 2015 Penyusunan Neraca Spasial Sumber

Daya Alam – Bagian 4: Sumber Daya dan Cadangan Mineral dan Batubara (Anonim, 2015). Sumber daya batubara berdasarkan tingkat penyelidikannya, diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu tereka, tertunjuk, dan terukur, sedangkan klasifikasi cadangan dibagi menjadi dua kategori, yaitu cadangan terkira dan terbukti. Untuk kepentingan inventarisasi sumber daya batubara nasional, hasil kegiatan pemerintah dari kegiatan penyelidikan survei tinjau dikategorikan sebagai sumber daya hipotetik. Sumber daya hipotetik yang dipublikasi oleh pemerintah tidak hanya berdasarkan asumsi semata, melainkan diperoleh dari hasil peninjauan lapangan. Sumber daya hipotetik ini mencerminkan potensi batubara nasional yang belum dimanfaatkan sampai saat ini. Pemanfaatannya kemungkinan terkendala oleh berbagai hal, misalnya lokasi batubara di daerah marginal ataupun lokasi yang tumpang tindih dengan kawasan konservasi. Lokasi potensi batubara yang tumpang tindih dengan kawasan konservasi dapat diperuntukkan bagi Wilayah Pencadangan Nasional (WPN) yang kelak dapat dimanfaatkan untuk pencadangan strategis nasional. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka kelas sumber daya hipotetik tetap dilaporkan.

Data yang sudah dikelompokkan kemudian disusun dalam bentuk tabel sumber daya dan cadangan yang secara

umum dipisahkan berdasarkan lokasi administratifnya.

Pada tabel, nilai total sumberdaya dibuat menjadi dua kolom terpisah. Kolom pertama menampilkan nilai total sumberdaya hasil rekapitulasi secara keseluruhan, sedangkan kolom berikutnya menampilkan nilai total sumber daya yang telah diverifikasi. Hal yang sama juga dibuat untuk data cadangan.

Sumber daya terverifikasi adalah sumber daya batubara hasil kegiatan eksplorasi PSDMBP Badan Geologi dan sumber daya batubara yang dilaporkan oleh Badan Usaha dan diestimasi oleh orang yang berkompeten (*competent person*). Cadangan terverifikasi adalah cadangan batubara yang dilaporkan Badan Usaha dan telah diestimasi oleh *competent person*.

Sumber daya batubara bersifat inklusif (cadangan bagian dari sumber daya).

PEMBAHASAN

Sumber data mewakili 1.517 lokasi yang berasal dari 67 PKP2B (100%); 69 IUP PMA (100%); 890 IUP PMDN status terdaftar (84%); 333 IUP tidak terdaftar dan 190 lokasi hasil penyelidikan PSDMBP Badan Geologi. Hanya data sumber daya yang masih melibatkan data

IUP Tidak Terdaftar, sementara seluruh data cadangan berasal dari IUP Terdaftar. Tidak ada tumpang tindih area antara IUP Terdaftar dan Tidak Terdaftar.

Dari total 1.517 titik yang telah diinput sebagai data sumber daya dan cadangan, 190 titik telah diverifikasi oleh PSDMBP Badan Geologi, 57 titik telah diverifikasi oleh *competent person* Perusahaan PKP2B, 35 titik telah diverifikasi oleh *competent person* Perusahaan IUP PMA dan 297 titik telah diverifikasi oleh *competent person* Perusahaan IUP PMDN.

Hingga bulan Juni tahun 2021, basis data batubara terdiri dari 1.517 lokasi yang tersebar di 23 provinsi. Sumber daya batubara permukaan Indonesia (0 - 100 m) terdiri dari (**Tabel 1**):

- Sumber daya batubara hipotetik 4,32 Miliar ton.
- Sumber daya batubara tereka 42,96 Miliar ton.
- Sumber daya batubara terunjuk 42,56 Miliar ton.
- Sumber daya batubara terukur 52,81 Miliar ton.

Total sumber daya batubara permukaan Indonesia (0-100m) tercatat sebesar 142,65 miliar ton dengan total sumber daya terverifikasi 97,08 miliar ton.

Tabel 1. Sumber Daya dan Cadangan Batubara Per Provinsi Status Juli 2021

No	Pulau	Provinsi	Sumber Daya (Juta Ton)						Cadangan (Juta Ton)			
			Hipotetik	Tereka	Tertunjuk	Terukur	Total	Total (terverifikasi)	Terkira	Terbukti	Total	Total (terverifikasi)
1	JAWA	Banten	5,470	32,920	12,755	6,504	57,649	12,340	4,62	2,61	7,229	-
2		Jawa Tengah	-	0,820	-	-	0,820	0,820	-	-	-	-
3		Jawa Timur	-	0,080	-	-	0,080	0,080	-	-	-	-
4	SUMATERA	Aceh	1,155	296,383	437,672	377,952	1,113,162	1,111,912	330,32	207,98	538,292	538,292
5		Sumatera Utara	-	7,000	1,838	5,780	14,618	7,000	-	-	-	-
6		Riau	3,860	545,488	844,547	520,877	1,914,772	752,199	185,453	374,36	559,812	294,800
7		Sumatera Barat	1,194	204,114	111,924	205,816	523,049	169,539	44,895	47,95	92,845	21,640
8		Jambi	140,307	2,055,361	1,660,838	2,694,464	6,550,970	2,844,436	818,882	1,376,98	2,195,862	913,258
9		Bengkulu	-	218,850	201,110	173,451	593,411	269,431	106,142	71,39	177,534	140,664
10		Sumatera Selatan	3,112,830	14,532,851	10,590,046	13,475,517	41,711,245	34,091,602	5,257,887	4,505,25	9,763,141	9,302,347
11		Lampung	-	256,550	134,200	29,600	420,350	106,950	109,800	-	109,800	-
12		Kalimantan Barat	2,257	385,780	59,397	18,265	465,699	371,007	-	-	-	-
13	KALIMANTAN	Kalimantan Tengah	22,540	5,050,314	3,521,506	3,738,179	12,332,540	5,606,837	1,674,601	1,735,32	3,409,925	1,462,393
14		Kalimantan Selatan	-	3,667,425	3,436,695	6,625,543	13,729,662	9,978,330	1,742,515	2,653,81	4,396,322	2,900,449
15		Kalimantan Timur	872,986	14,433,846	20,543,378	23,460,875	59,311,085	40,224,874	6,903,66	7,720,31	14,623,968	10,272,178
16		Kalimantan Utara	25,790	1,168,780	994,270	1,476,814	3,665,654	1,380,290	763,420	882,35	1,645,771	413,101
17		Sulawesi Selatan	10,662	17,861	10,319	3,862	41,977	30,136	1,164	0,610	1,774	1,769
18		Sulawesi Barat	11,463	15,999	0,780	0,165	28,407	13,112	1,800	-	1,800	-
19	SULAWESI	Sulawesi Tengah	0,524	1,980	-	-	2,504	2,504	-	-	-	-
20		Sulawesi Tenggara	0,636	-	-	-	0,636	0,636	-	-	-	-
21		Maluku Utara	8,217	-	-	-	8,217	8,217	-	-	-	-
22	PAPUA	Papua Barat	93,663	40,505	-	-	134,168	95,573	-	-	-	-
23		Papua	7,197	31,362	-	-	38,559	9,357	-	-	-	-
TOTAL INDONESIA			4,320,75	42,964,27	42,561,28	52,813,66	142,659,23	97,087,18	17,945,15	19,578,93	37,524,08	26,260,89

Cadangan batubara permukaan Indonesia (0-100 m) terdiri dari cadangan terkira sebesar 17,94 miliar ton dan cadangan terbukti sebesar 19,57 miliar ton. Total cadangan batubara sebesar 37,52 miliar ton dengan total cadangan terverifikasi 26,26 miliar ton.

Sumber daya batubara untuk tambang dalam, yaitu batubara dengan kedalaman lebih dari 100 meter, adalah sebesar 43,53 miliar ton dan total cadangan 173,51 juta ton.

KESIMPULAN

Sumber daya batubara Indonesia terdiri dari sumber daya hipotetik 4,32 miliar ton, sumber daya tereka 42,96 miliar ton, sumber daya tertunjuk 42,56 miliar ton, sumber daya batubara terukur 52,81 miliar ton total sumberdaya batubara permukaan Indonesia tercatat 142,65 miliar ton dengan total sumberdaya terverifikasi 97,08 miliar ton. Cadangan batubara Indonesia (0-100 m) terdiri dari cadangan terkira sebesar 17,94 miliar ton

dan cadangan terbukti sebesar 19,57 miliar ton. Total cadangan batubara sebesar 37,52 miliar ton dengan total cadangan terverifikasi 26,26 miliar ton

Nilai cadangan batubara Indonesia sebagian besar diperoleh dari laporan perusahaan pemegang izin usaha PKP2B, IUP PMA, dan IUP PMDN. Adanya kegiatan operasi produksi batubara dan meningkatnya jumlah perusahaan yang melakukan perhitungan sumber daya dan cadangan dengan menggunakan *Competen Person* telah mengubah angka sumber daya dan cadangan batubara di bulan Juli tahun 2021. Bila dibandingkan dengan data status tahun 2020 terdapat penurunan jumlah sumber daya batubara sebesar 1,07 miliar ton, sedangkan cadangan batubara mengalami penurunan sebanyak 1,28 miliar ton.

Sumber daya batubara untuk tambang dalam yaitu batubara dengan kedalaman lebih dari 100 meter adalah sebesar 43,53 miliar ton dan total cadangan 173,51 juta ton.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2019. Laporan Pemutakhiran data dan neraca Sumber daya energi. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi. Bandung.
- Anonim. 2020. Laporan Pemutakhiran data dan neraca Sumber daya energi. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi. Bandung.
- Anonim. 2015. *Klasifikasi Sumber Daya dan Cadangan Batubara*, (SNI-6728-4-2015), Badan Standar Nasional. Jakarta.

PEMUTAKHIRAN DATA SUMBER DAYA GAMBUT STATUS JULI 2021

**M. Abdurachman Ibrahim, Eko Budi Cahyono, Denni Widhiyatna, Arya Juarsa,
dan S.S. Rita Susilawati**

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Pemutakhiran data dan neraca sumber daya energi mengakomodir perubahan dan atau penambahan data yang terjadi setiap tahun. Kegiatan pemutakhiran data dan neraca sumber daya gambut termasuk dalam tugas pokok dan fungsi Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP). Data dan neraca sumber daya gambut dapat digunakan oleh kementerian atau lembaga terkait untuk pembuatan kebijakan di sektor energi, sehingga dalam kegiatan pemutakhiran neraca sumber daya diperlukan keakuratan data yang telah diinventarisasi. Alur data penyelidikan berperan sangat penting dalam menunjang keakuratan dan termutakhirkannya data sumber daya gambut. Sumber data pada neraca sumber daya gambut merupakan data primer berupa laporan hasil kegiatan penyelidikan yang dilakukan oleh PSDMBP. Status Juli 2021, sumber daya gambut hasil penyelidikan Badan Geologi sebesar 13,52 miliar ton gambut kering dengan nilai kalori dapat mencapai 1.405-5.950 kal/gram (adb), setara dengan batubara lignit dan subbituminus.

Kata kunci: Sumber daya, energi, gambut

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sektor energi dan sumber daya mineral (ESDM) memiliki peran penting dalam pembangunan nasional, terutama dalam mendukung perekonomian baik melalui sisi fiskal, moneter maupun sektor riil. Undang-Undang Dasar (UUD) Tahun 1945 Pasal 33 ayat 3 tertulis bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan sebesar-besarnya untuk

kemakmuran rakyat, termasuk di dalamnya sumber daya gambut. Untuk mewujudkan amanat undang-undang tersebut, perlu diketahui lokasi keberadaan serta kondisi sumber daya energi pada suatu wilayah, sehingga dapat dibuat perencanaan yang tepat dalam pengembangan wilayah tersebut. Penyusunan neraca sumber daya merupakan salah satu solusi untuk mengetahui potensi kekayaan alam Indonesia. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP)

sesuai tugas dan fungsinya melakukan penyusunan dan pemutakhiran neraca sumber daya energi termasuk di dalamnya sumber daya gambut. Data neraca sumber daya yang akurat dapat digunakan untuk membuat berbagai kebijakan nasional yang berhubungan dengan pemanfaatan gambut.

Maksud dan tujuan

Maksud dan tujuan dari pemutakhiran data sumber daya gambut yaitu sebagai media informasi yang dapat dipergunakan bagi kepentingan internal maupun eksternal (publik) sebagai bahan referensi mengenai potensi gambut nasional, yang dapat dijadikan dasar acuan perencanaan pengembangan serta pembangunan skala daerah ataupun nasional.

Sistematika Pekerjaan

Sistematika pekerjaan yang dilakukan yaitu inventarisasi dan pengelompokan data, pengisian formulir isian basis data, pemasukan data dari formulir ke sistem basis data, verifikasi, integrasi data tekstual dan spasial menjadi sistem informasi geografis (SIG), *uploading* pada internet sistem *web-GIS*, dan *output* berupa tabel neraca dan peta.

Sumber Data

Sumber data pada neraca sumber daya gambut merupakan data primer dari laporan hasil penyelidikan yang dilakukan

oleh PSDMBP. Penyelidikan gambut dilakukan masih pada tahapan awal eksplorasi sehingga datanya berupa potensi sumber daya saja. Gambut di Indonesia belum diusahakan sebagai sumber energi oleh karena itu pemerintah belum mengatur pengusahaannya secara khusus, sehingga tidak ada data dari badan usaha.

DATA GAMBUT

Gambut merupakan lapisan organik di permukaan, yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang terawetkan dan terakumulasi dalam lingkungan asam, jenuh air, sedikit oksigen dan nutrisi. Secara geologi, gambut didefinisikan sebagai lapisan tanah yang kaya bahan organik (C-organik > 18% dengan ketebalan 50 cm atau lebih). Dalam pengertian ilmu geologi, gambut merupakan cikal bakal batubara (PSDMBP, 2021). Endapan material organik sisa tumbuhan akan melalui tahapan penggambutan sebelum menuju proses pembatubaraan berikutnya. Karena usia pembentukannya masih sangat muda, gambut memiliki nilai kalori yang lebih rendah serta kadar air yang lebih tinggi daripada batubara. Di beberapa negara, gambut telah lama dimanfaatkan sebagai sumber energi. Walaupun saat ini di Indonesia belum dimanfaatkan sebagai sumber energi, namun penting bagi Pemerintah untuk mengetahui potensi gambut yang ada di Indonesia.

Sumber daya gambut yaitu endapan gambut dalam bentuk dan kuantitas tertentu. Lokasi, kualitas, kuantitas serta karakteristik geologi gambut diperkirakan atau diinterpretasikan dari bukti geologi tertentu. Besaran sumber daya dinyatakan dalam satuan ton dan didapat dari perkalian antara volume gambut dan berat jenis gambut. Volume gambut didapat dari perkalian luas area dan ketebalan rata-rata gambut (PSDMBP, 2021).

Formulir Data Gambut

Formulir *database* gambut terdiri beberapa bagian, yaitu: data umum (jenis laporan, penyelidik, tahun laporan), geologi (tatanan tektonik, stratigrafi, struktur geologi, lingkungan pengendapan), formasi pembawa gambut (nama formasi, litologi, umur), informasi lokasi (lokasi khas, desa, kecamatan, kabupaten, provinsi), koordinat wilayah (lokasi penyelidikan dalam bujur dan lintang), informasi lembar peta (peta yang digunakan, dapat berupa peta geologi regional atau lainnya), jenis dan tahapan eksplorasi gambut (metode penyelidikan, tahapan penyelidikan), penyelidik terdahulu, informasi lapisan gambut (sampel gambut, nama lapisan, tebal lapisan, bentuk lapisan, luas endapan, analisis data gambut), informasi kuantitas lapisan gambut (besaran sumber daya gambut), informasi kualitas lapisan gambut (analisis proksimat dan ultimat, analisis petrografi organik, analisis abu), informasi titik (informasi titik yang mewakili data

kualitas dan kuantitas daerah penyelidikan), dan informasi pengujian laporan (petugas yang mengisi atau memverifikasi formulir).

Tabel Neraca Gambut

Dalam tabel data sumber daya gambut Indonesia, gambut dikarakterisasi berdasarkan lokasi keterdapatan (daerah, kabupaten, provinsi), kualitas gambut (nilai kalori dalam basis adb), luas area (ha), volume gambut (juta m³) serta sumber daya gambut (juta ton).

Hingga status Juli 2021, penyelidikan gambut yang dilakukan oleh PSDMBP terdiri dari 69 lokasi yang tersebar di Pulau Sumatra, Pulau Kalimantan dan Pulau Sulawesi bagian selatan. Seluruh lokasi tersebut menjadi data yang masuk dalam tabel neraca sumber daya gambut Indonesia.

HASIL KEGIATAN

Sumber daya gambut berdasarkan hasil penyelidikan PSDMBP, Badan Geologi, hingga status bulan Juli tahun 2021 (Tabel 1) sebesar 13,52 miliar ton gambut kering, pada luas 3,939 juta hektar (ha), dengan nilai kalori antara 1.405 - 5.950 kal/gram (adb), setara dengan batubara lignit dan subbituminus. Ketebalan gambut berkisar 1 - 13 meter. Data sumber daya gambut berasal dari 69 lokasi yang tersebar di Pulau Sumatra sebanyak 30 lokasi, Pulau Kalimantan sebanyak 38 lokasi, dan Pulau Sulawesi

sebanyak satu lokasi (Gambar 1). Selama lima tahun terakhir (tahun 2016 – 2020) sumber daya gambut mengalami peningkatan, peningkatan sumber daya gambut didapatkan dari hasil eksplorasi gambut oleh PSDMBP yang terlihat dari penambahan jumlah lokasinya (Gambar 2).

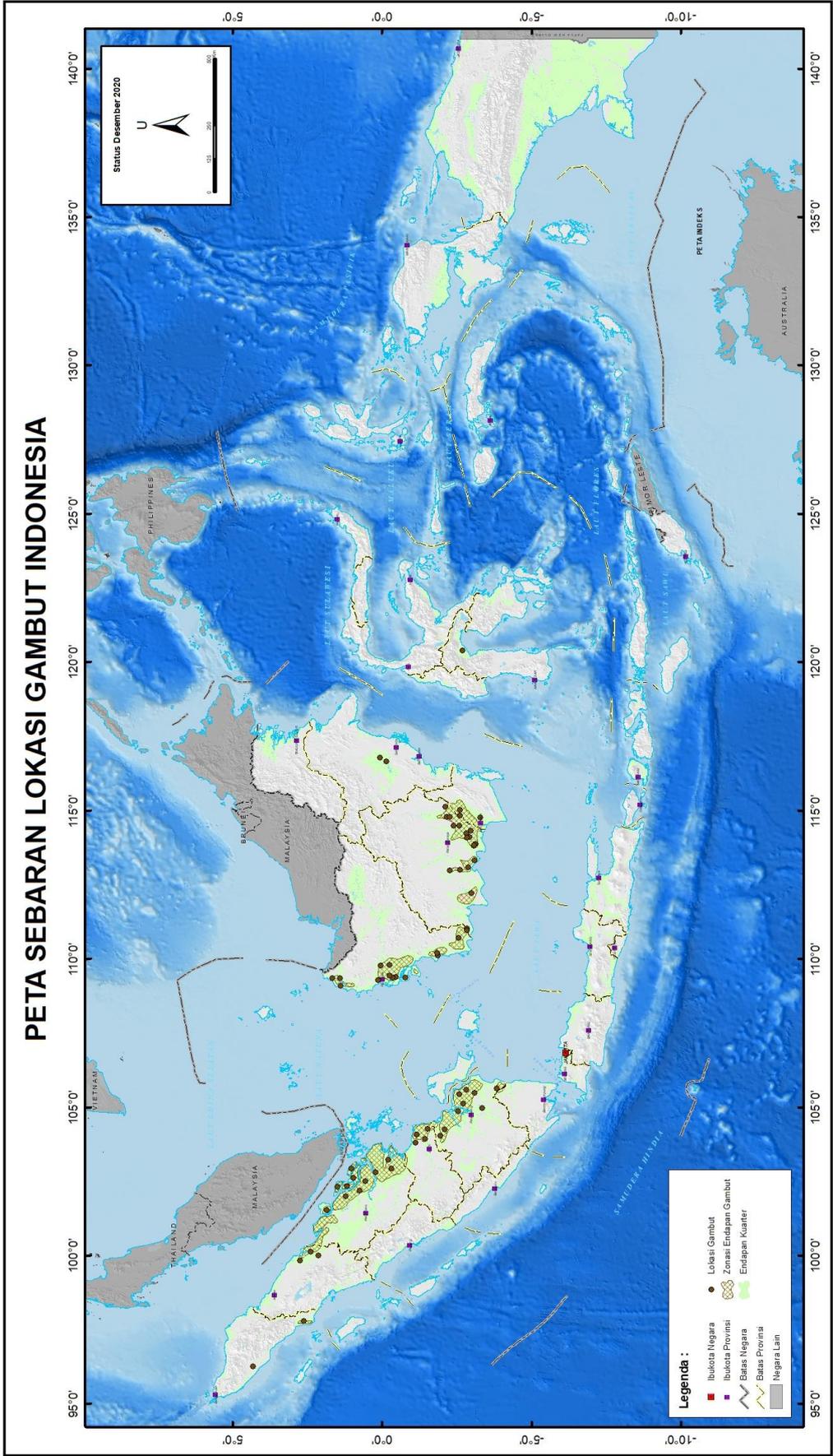
Gambut merupakan salah satu pilihan sumber energi baru yang memiliki potensi. Hingga saat ini, gambut di Indonesia belum dimanfaatkan sebagai sumber energi, terutama karena Indonesia memiliki beragam sumber energi yang lebih ekonomis untuk dikembangkan dibanding gambut. Walaupun demikian, dari sisi potensi, gambut Indonesia memiliki nilai kalori cukup besar sehingga layak dipertimbangkan sebagai sumber energi. Hanya saja, lahan gambut di Indonesia sebagian juga masih merupakan lahan konservasi dimana di atas lahan tersebut banyak terdapat hutan konservasi penyangga ekosistem setempat. Gambut ketika dibakar juga menghasilkan emisi CO₂ yang dianggap membahayakan lingkungan. Kajian menyeluruh untuk pemanfaatan gambut perlu dilakukan agar gambut di Indonesia dapat dimanfaatkan secara optimal dengan mempertimbangkan dampak positif dan negatifnya.

Balai Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian (2011 dalam PSDMBP, 2021)

menyatakan bahwa Indonesia memiliki lahan gambut seluas 14,9 juta ha yang tersebar di Pulau Sumatra, Pulau Kalimantan dan Pulau Papua. Sementara itu, berdasarkan publikasi dari *Survey of Energy Resources, World Energy Council* (2010 dalam PSDMBP, 2021) menyebutkan bahwa luas lahan gambut di Indonesia mencapai 20,7 juta ha dengan ketebalan mulai dari 2 meter s.d. 15 meter. Berdasarkan data tersebut, potensi gambut berketebalan 2 meter dengan luas 7.500 ha diperkirakan dapat menghasilkan listrik sebesar 120 megawatt (MW) selama 20 tahun (PSDMBP, 2021).

KESIMPULAN

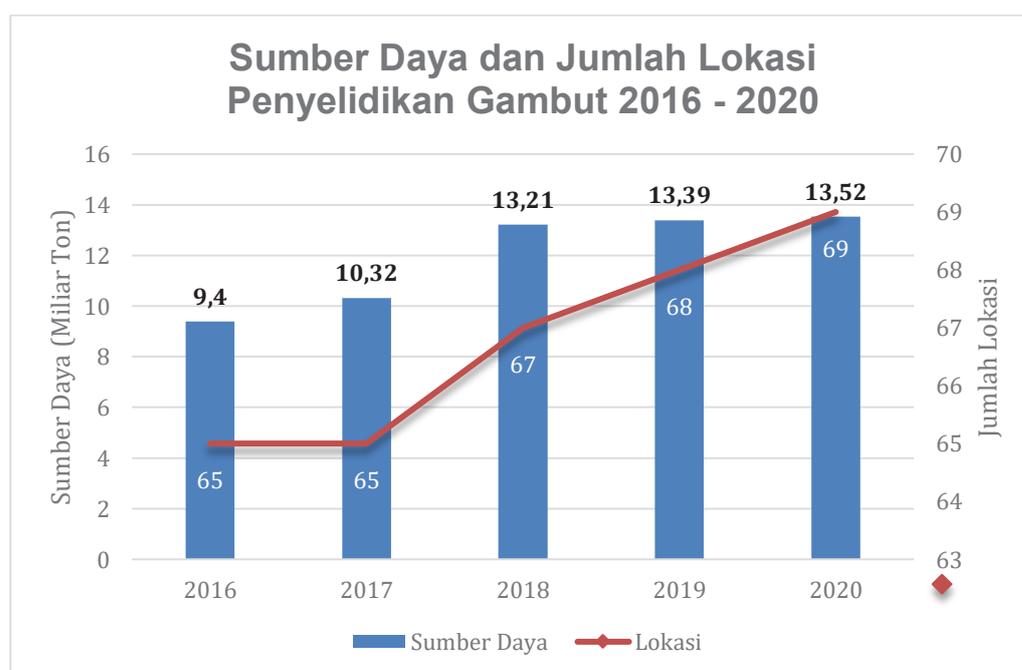
Sumber daya gambut Indonesia sebesar 13,52 miliar ton gambut kering dengan yang tersebar pada lahan luas 3,939 juta hektar (ha), tersebar di 69 lokasi di Indonesia. Saat ini lahan gambut lebih dimanfaatkan untuk perkebunan. Pengelolaan lahan gambut yang bijaksana memerlukan perubahan pendekatan dari prioritas sektor tunggal menuju strategi perencanaan menyeluruh terpadu yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa pemanfaatan gambut untuk berbagai kegunaan bisa dimaksimalkan dengan tetap mempertimbangkan dampak positif dan negatif secara keseluruhan.



Gambar 1. Peta Sebaran Lokasi Gambut Indonesia

Tabel 1. Sumber Daya Gambut Indonesia Status Status Juli 2021

No	Provinsi	Nilai Kalori (kal / gr) adb	Luas (ha)	Volume (juta m3)	Sumber Daya (juta ton)	Update
1	Aceh	1545 - 5035	57,700	2,260.00	239.82	Dec-11
2	Sumatera Utara	4455 - 5540	27,041	30,966.00	166.76	Dec-11
3	Riau	4395 - 5950	1,311,156	50,050.84	5,242.69	Nov-18
4	Jambi	1405 - 5220	260,407	13,393.00	1,648.68	Dec-11
5	Sumatera Selatan	3018 - 5540	343,638	14,351.10	1,271.53	Dec-19
Sumatera			1,999,941.07	111,020.94	8,569.47	
6	Kalimantan Barat	3210 - 5670	1,016,147	9,009.89	1,129.79	Dec-20
7	Kalimantan Tengah	3395 - 5330	654,520	26,154.32	3,557.58	Aug-18
8	Kalimantan Selatan	2362 - 5320	250,963	1,267.83	223.07	Dec-11
9	Kalimantan Timur	3400 - 5480	16,579	442.37	42.48	Dec-11
Kalimantan			1,938,209	36,874.41	4,952.91	
10	Sulawesi Selatan	4680 - 5220	1,250	9.50	1.25	Dec-11
Sulawesi			1,250	9.50	1.25	
Sumber Daya Gambut Indonesia			3,939,399.69	147,904.85	13,523.64	



Gambar 2. Sumber Daya Gambut Indonesia Tahun 2016 - 2020

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2021, Buku Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral, Batubara, dan Panas Bumi Indonesia Tahun 2020, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi, Bandung.
- Anonim, 2020, *Laporan Pemutakhiran Data dan Neraca Sumber daya Energi*, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi, Bandung.

PEMUTAKHIRAN DATA SUMBER DAYA GAS METANA BATUBARA STATUS JULI 2021

Rahmat Hidayat, Fatimah, Denni Widhiyatna, Arya Juarsa, dan S.S. Rita Susilawati

Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) - Badan Geologi, sebagaimana tercantum dalam Peraturan Menteri ESDM No 15 Tahun 2021 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian ESDM, memiliki tugas dan fungsi yang salah satunya adalah menyelenggarakan penyusunan neraca sumber daya bidang mineral, batubara dan panas bumi. Penyusunan dan pemutakhiran data neraca merupakan salah satu upaya untuk menginventarisasi dan memperbaiki data potensi sumber daya energi dan mineral nasional. Pemutakhiran data dan neraca sumber daya energi mengakomodir adanya perubahan yang terjadi setiap tahun, untuk bidang batubara meliputi komoditas batubara, gas metana batubara (GMB) dan gambut. Pada Juli 2021, sumber daya GMB Indonesia adalah sebesar 71,4 Tcf.

Kata kunci: sumber daya, cadangan, energi, gas metana batubara

PENDAHULUAN

Gas metana batubara (GMB) adalah gas hidrokarbon yang terbentuk secara alamiah dalam proses pembatubaraan (*coalification*). GMB terdapat dalam kondisi terperangkap dan terserap (terabsorpsi) pada permukaan pori batubara. Dibandingkan dengan batubara, GMB menghasilkan emisi CO₂ yang jauh lebih sedikit, sehingga bersifat lebih ramah lingkungan. Dengan menurunnya cadangan migas konvensional dan adanya isu lingkungan terkait penggunaan dan pemanfaatan batubara, pemanfaatan GMB diharapkan

dapat mengurangi ketergantungan pada batubara dan juga migas konvensional.

Badan Geologi melalui Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) melakukan penyusunan dan pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan batubara untuk menginventarisasi dan juga memperbaharui data potensi kekayaan sumber daya batubara, GMB dan gambut. Data neraca sumber daya dan cadangan yang akurat dapat digunakan untuk mendukung berbagai kebijakan nasional yang berhubungan dengan pengembangan dan pemanfaatan batubara, GMB dan gambut.

Sumber Data dan Evaluasi Data

Data komoditas GMB berasal dari laporan penyelidikan PSDMBP dan rekapitulasi data sumber daya GMB badan usaha pemegang WK GMB yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi (Ditjen Migas) dan SKK Migas. Data yang telah terkumpul dikelompokkan berdasarkan kriteria penambahan data baru atau pembaharuan data lama GMB.

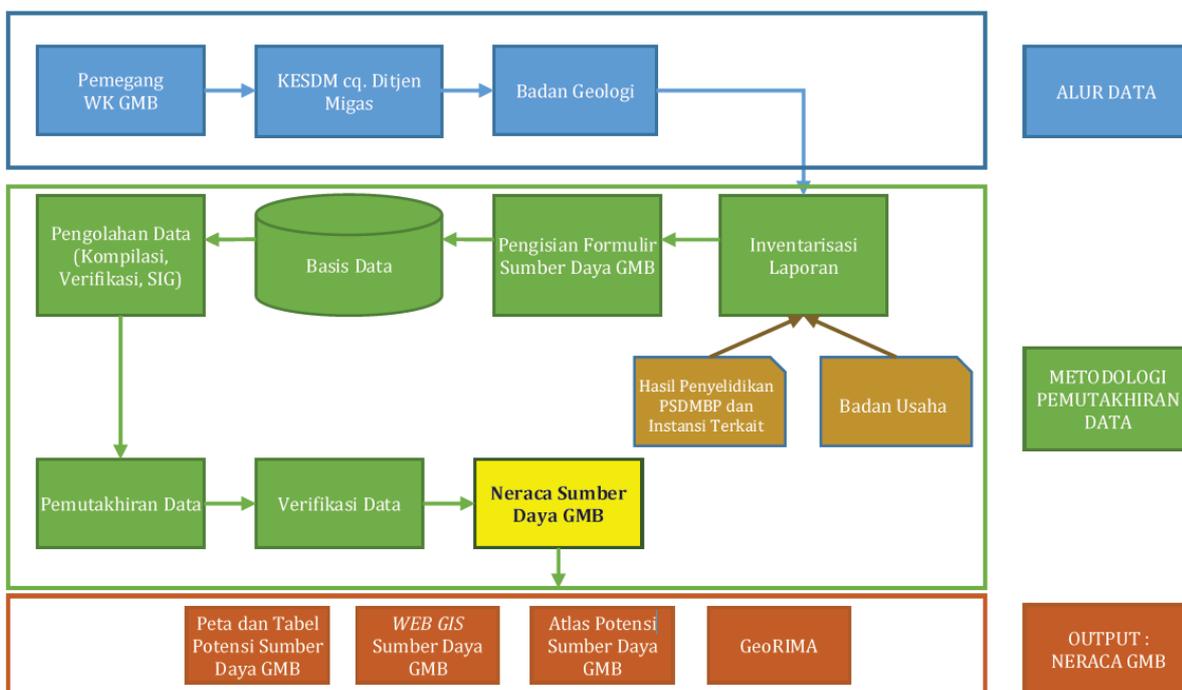
METODOLOGI

Sistematika Pekerjaan yang dilakukan antara lain meliputi inventarisasi dan pengelompokan data, pengisian formulir isian basis data, pemasukan data dari formulir ke sistem basis data, verifikasi, Integrasi data tekstual dan spasial menjadi sistem informasi geografis

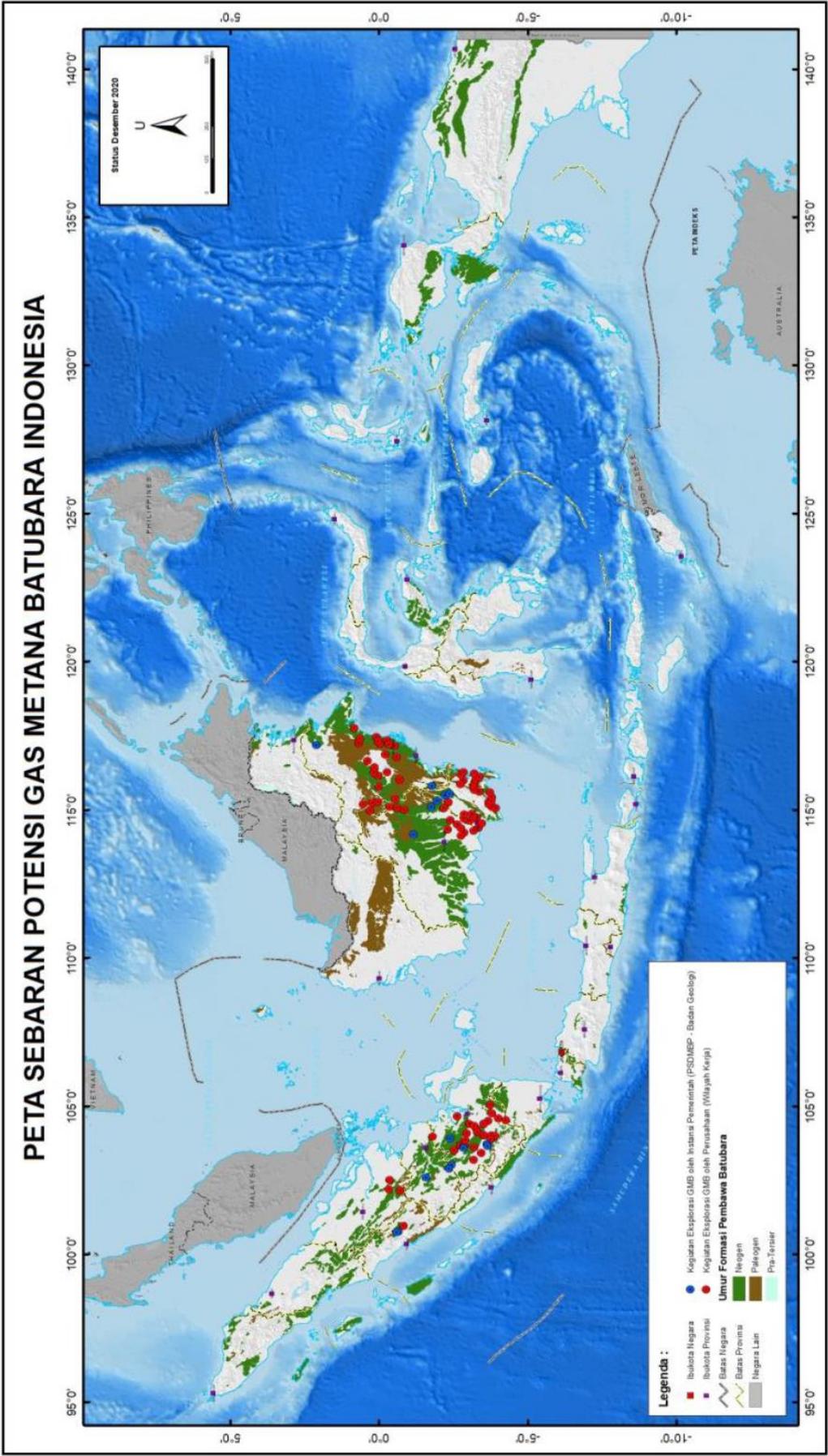
(SIG), *uploading* pada internet sistem *web-GIS*, dan *output* berupa tabel neraca dan peta (Gambar 1).

HASIL KEGIATAN

Indonesia memiliki potensi GMB yang umumnya tersebar di Pulau Kalimantan dan Sumatera (Gambar 2). Kegiatan eksplorasi GMB telah dilakukan sejak awal tahun 2000-an yang tidak hanya dilakukan oleh pemerintah (diantaranya PSDMBP) tapi juga oleh badan usaha. Tercatat sudah ada 16 lokasi penyelidikan GMB yang dilakukan oleh PSDMBP dan kegiatan eksplorasi badan usaha di 54 lokasi. Dari badan usaha, hingga Juli 2021, terdapat 12 WK GMB aktif dan 1 (satu) diantaranya sudah berada dalam tahap rencana pengembangan (POD).



Gambar 1. Diagram alur data dan metodologi pemutakhiran sumber daya GMB



Gambar 2. Peta sebaran potensi gas metana batubara (GMB) Indonesia

Klasifikasi dan Tabulasi Sumber daya Gas Metana Batubara

Badan geologi melalui PSDMBP melakukan inventarisasi data dan informasi sumber daya GMB, untuk kemudian mengkarakterisasikannya. Data yang sudah dikelompokkan kemudian disusun dalam bentuk tabel neraca yang secara umum dipisahkan berdasarkan lokasi administratifnya menggunakan format tertentu. Dalam tabel sumber daya GMB, data yang ditabulasikan adalah data nama cekungan; lokasi keterdapatan; pelaksana kegiatan penyelidikan (pemerintah atau badan usaha); peringkat batubara; ketebalan batubara (meter); kedalaman lapisan batubara (meter); kandungan gas (scf/ton) dan sumber daya gas (Tcf).

Sumber daya Gas Metana Batubara (GMB)

Hingga bulan Juli tahun 2021, total sumber daya GMB Indonesia adalah sebesar 71,4 Tcf. Tabel 1 menyajikan data sumber daya GMB yang dibuat per cekungan. Di Indonesia, eksplorasi gas metana batubara baru dilakukan di enam cekungan sedimen. Secara umum, Cekungan Kutai memiliki sumber daya GMB terbesar dibanding cekungan lainnya (32,21 Tcf), disusul oleh Cekungan Barito (18,52 Tcf) dan Cekungan Sumatera Selatan (12,10 Tcf). Sumber daya GMB nasional terdiri dari 0,15 Tcf hasil penyelidikan PSDMBP di 16 lokasi dan 71,25 Tcf hasil kegiatan eksplorasi di 54 WK GMB. Jumlah sumber daya GMB Juli tahun 2021 mengalami penurunan 14,9 Tcf apabila dibandingkan dengan sumber daya GMB tahun 2019.

Tabel 1. Sumber daya GMB Indonesia Status Status Juli 2021.

Cekungan	Peringkat Batubara	Ketebalan Batubara (meter)	Kedalaman Batubara (meter)	Kandungan Gas (scf/ton)	Sumber Daya Gas (Tcf)
Sumatera Selatan	Lignit - Bituminus	1 - 46	0 - 794	0,69 - 150,53	12.10
Sumatera Tengah	Lignit	5	160 - 490	18 - 33	7.30
Ombilin	<i>High Volatile</i> Bituminus	0,40 - 13,56	166 - 800	3,15 - 457,25	1.26
Kutai	Sub-Bituminus - <i>High Volatile</i> Bituminus	0,50 - 20	150 - 1500	0,61 - 315,5	32.21
Berau	Sub-Bituminus - <i>High Volatile</i> Bituminus	1 - 9,60	305,60 - 494,35	0,61 - 19,89	0.00
Barito	Lignit - <i>High Volatile</i> Bituminous B	0,30 - 45,39	0 - 1100	0,16 - 231,94	18.52
TOTAL					71.40

KESIMPULAN

Pengusahaan GMB di Indonesia baru pada tahap eksplorasi, sehingga data yang tersedia masih dalam bentuk sumber daya dan belum ada data cadangan. Sumber daya GMB Indonesia hingga Juli tahun 2021 adalah sebesar 71,4 Tcf hasil kegiatan eksplorasi di 54 WK GMB dan hasil eksplorasi PSDMBP. Secara umum,

jumlah sumber daya GMB hasil kegiatan WK GMB lebih besar dibandingkan dengan jumlah sumber daya hasil kegiatan eksplorasi GMB yang dilakukan PSDMBP. Hal ini dikarenakan luas area kegiatan eksplorasi WK GMB jauh lebih besar dari cakupan wilayah penyelidikan PSDMBP.

DAFTAR PUSTAKA

- Tim Pemutakhiran data dan neraca Sumber daya energi. 2019. Laporan Pemutakhiran data dan neraca Sumber daya energi. Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi. Bandung.
- Tim Pemutakhiran data dan neraca Sumber daya energi. 2020. Laporan Pemutakhiran data dan neraca Sumber daya energi. Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi. Bandung.
- PSDMBP, 2021, Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral, Batubara, dan Panas Bumi Indonesia Tahun 2020, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi, Bandung.

**PEMUTAKHIRAN DATA INFORMASI GEOSPASIAL TEMATIK SUMBER DAYA
MINERAL, BATUBARA DAN PANAS BUMI UNTUK MENDUKUNG
PERCEPATAN KEBIJAKAN SATU PETA, SEKALA 1 : 50.000**

**Denni Widhiyatna³, Indra Sukmayana¹, Irwan Muksin², Lano Aditya⁴,
Dzil Mulki Heditama², Irfan Ostman³, Santia A Mustofa⁴, dan Candra⁴**

¹Bagian Umum

²Kelompok Kerja Mineral

³Kelompok Kerja Batubara

⁴Kelompok Kerja Panas Bumi

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Kebijakan Satu Peta atau *One Map Policy* adalah kebijakan Pemerintah Republik Indonesia dalam hal informasi geospasial. Pelaksanaan kegiatan ini berdasarkan Peraturan Presiden nomor 9 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta pada Tingkat Ketelitian Peta Skala 1 : 50.000 ditetapkan koordinator utama kebijakan ini yaitu Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian dan Badan Informasi Geospasial sebagai Ketua Pelaksana. Kebijakan ini melibatkan 19 Kementerian/Lembaga, 34 Provinsi dengan target terkumpulnya 85 Informasi Geospasial Tematik. Metodologi yang dilakukan dalam pengumpulan data spasial ini berupa kompilasi, integrasi dan sinkronisasi.

Pelaksanaan percepatan Kebijakan Satu Peta dimulai sejak tahun 2016 hingga saat ini. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi sebagai walidata potensi mineral, batubara dan panas bumi menginterintegrasikan data tersebut ke Badan Informasi Geospasial dan Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian meliputi 32 provinsi untuk komoditas mineral logam, 34 provinsi untuk komoditas mineral bukan logam dan batuan, 23 provinsi untuk komoditas batubara dan 30 provinsi untuk komoditas panas bumi. Saat ini integrasi data masih berupa titik potensi yang disertai dengan Katalog Unsur Geografis Indonesia versi.5. Seiring dengan berjalannya program ini maka peningkatan kualitas data sedang dilakukan dengan menyiapkan data berupa poligon berupa data wilayah prospek poligon komoditas mineral, batubara dan panas bumi.

Kata kunci: Kebijakan Satu Peta, mineral, batubara, panas bumi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Berdasarkan pada Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial dalam rangka mewujudkan penyelenggaraan Informasi Geospasial yang berdaya guna dan berhasil guna melalui kerjasama, koordinasi, integrasi dan sinkronisasi serta Peraturan Presiden (Perpres) Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta Pada Tingkat Ketelitian Peta Skala 1 : 50.000 disebutkan bahwa dalam rangka mendorong penggunaan informasi geospasial guna pelaksanaan pembangunan nasional dan untuk mendukung terwujudnya agenda prioritas Nawacita, diperlukan kebijakan satu peta yang mengacu pada satu referensi geospasial, satu standar, satu basis data, dan satu geoportal. Pada lampiran perpres tersebut, dalam mendukung program perwujudan Informasi Geospasial Tematik (IGT) potensi, kegiatan pemenuhan IGT lingkungan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) mempunyai kewajiban keluaran antara lain peta sumber daya mineral, batubara dan panas bumi skala 1:50.000. Arahan Presiden dalam sidang Kabinet Paripurna pada tanggal 27 Oktober 2014, yang mengamanatkan bahwa Kebijakan Satu Peta (*One Map Policy*) harus segera dikerjakan dan diimplementasikan. Pada tanggal 21 Desember 2015, Pemerintah

secara resmi meluncurkan Paket Kebijakan Ekonomi Tahap VIII yang salah satu fokusnya adalah Kebijakan Satu Peta.

Berdasarkan Surat Keputusan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) nomor 54 Tahun 2015 tentang Wali Data Informasi Geospasial Tematik menunjuk Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG) yang saat ini menjadi Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) sebagai Wali Data Informasi Geospasial Tematik untuk potensi mineral, batubara, dan panas bumi (minerbapabum). Hal tersebut berdasarkan pertimbangan perlunya menciptakan pengelolaan IGT antar pemangku kepentingan yang teratur dan dapat dipertanggungjawabkan, perlu menetapkan wali data untuk masing-masing IGT.

Kegiatan PKSP ini telah dimulai sejak Tahun 2016, dan dalam rentang waktu tersebut hingga saat ini PSDMBP meningkatkan kualitas data spasial sumber daya mineral, batubara dan panas bumi untuk memenuhi kewajiban PKSP tersebut yang dievaluasi oleh Kantor Staf Presiden, Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian dan Badan Informasi Geospasial (BIG).

Berdasarkan Peraturan Presiden No. 23 Tahun 2021 terkait Kebijakan Satu Peta, IGT Potensi Mineral, IGT Potensi Batubara dan IGT Potensi Panas Bumi yang menjadi tanggung jawab Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, maka

PSDMBP memperoleh tugas untuk melakukan pemutakhiran data setiap tahunnya.

Maksud dan Tujuan

Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengkompilasi data potensi sumber daya mineral, batubara dan panas bumi untuk memenuhi kebutuhan program percepatan kebijakan satu peta yang mengacu pada Katalog Unsur Geografi Indonesia (KUGI).

Sedangkan tujuannya antara lain :

1. Tercapainya target Percepatan Kebijakan Satu Peta (PKSP) nasional karena PSDMBP merupakan wali data IGT Peta Potensi Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi;
2. Meningkatnya kualitas data untuk pemutakhiran basis data dan neraca sumber daya mineral, batubara dan panas bumi PSDMBP;
3. Tersedianya peta sumber daya mineral, batubara dan panas bumi se Indonesia dalam skala 1 : 50.000.

Hasil Yang Diharapkan

Adanya kegiatan Pemutakhiran IGT Potensi diharapkan akan tersedianya data spasial sumber daya mineral, batubara dan panas bumi Indonesia yang termutakhir dalam skala 1 : 50.000 dengan kualitas

data yang lebih baik mengacu pada format KUGI.

Hasil dari kegiatan ini dapat dimanfaatkan untuk:

1. Memperbaiki kualitas data pada IGT masing-masing sektor (Kementerian/Lembaga) untuk mendukung PKSP sesuai standar/ketentuan peraturan.
2. Perencanaan dan pengendalian kebijakan pembangunan, antara lain :
 - Pemanfaatan ruang pada skala yang luas dan terintegrasi dengan dokumen Rencana Tata Ruang.
 - Peningkatan akurasi data spasial dan menghindari tumpang tindih pemberian perizinan antar Kementerian/Lembaga.
 - Pengendalian pemanfaatan sumber daya alam.

HASIL KEGIATAN

Hasil kegiatan pemutakhiran data IGT Potensi Mineral, Batubara dan Panas Bumi Untuk Mendukung Percepatan Kebijakan Satu Peta Skala 1: 50.000 se Indonesia tahun 2021, yaitu melakukan inventarisasi ketersediaan data untuk IGT potensi mineral, batubara dan panas bumi status 2020 untuk memutakhirkan data IGT Tahun 2021, Adapun ketersediaan data seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Ketersediaan Data IGT Mineral, Batubara dan Panas Bumi

NO	IGT MINERAL	IGT BATUBARA	IGT PANAS BUMI
1	Seluruh Indonesia, kecuali: Bali dan DKI Jakarta (Mineral Logam)	Seluruh Indonesia, kecuali : DKI Jakarta, Jawa Barat, DI Yogyakarta, Kepulauan Riau, Kepulauan Bangka Belitung, Sulawesi Utara, Gorontalo, Maluku, Bali, NTB, NTT	Seluruh Indonesia, kecuali : DKI Jakarta, Kepulauan Riau, Kalimantan Tengah, Papua

Kompilasi Data

Sekretariat Tim Percepatan Kebijakan Satu Peta (PKSP) pada tahun 2021 telah membuat rencana kerja pelaksanaan Kebijakan Satu Peta. Rencana kerja meliputi lima (5) tahapan kerja yang meliputi: Kompilasi, Integrasi, Sinkronisasi, Optimalisasi Pemanfaatan serta pembagian Akses Geoportal dan Penambahan IGT berbasis kebencanaan dan IGT lainnya.

Pengolahan Data

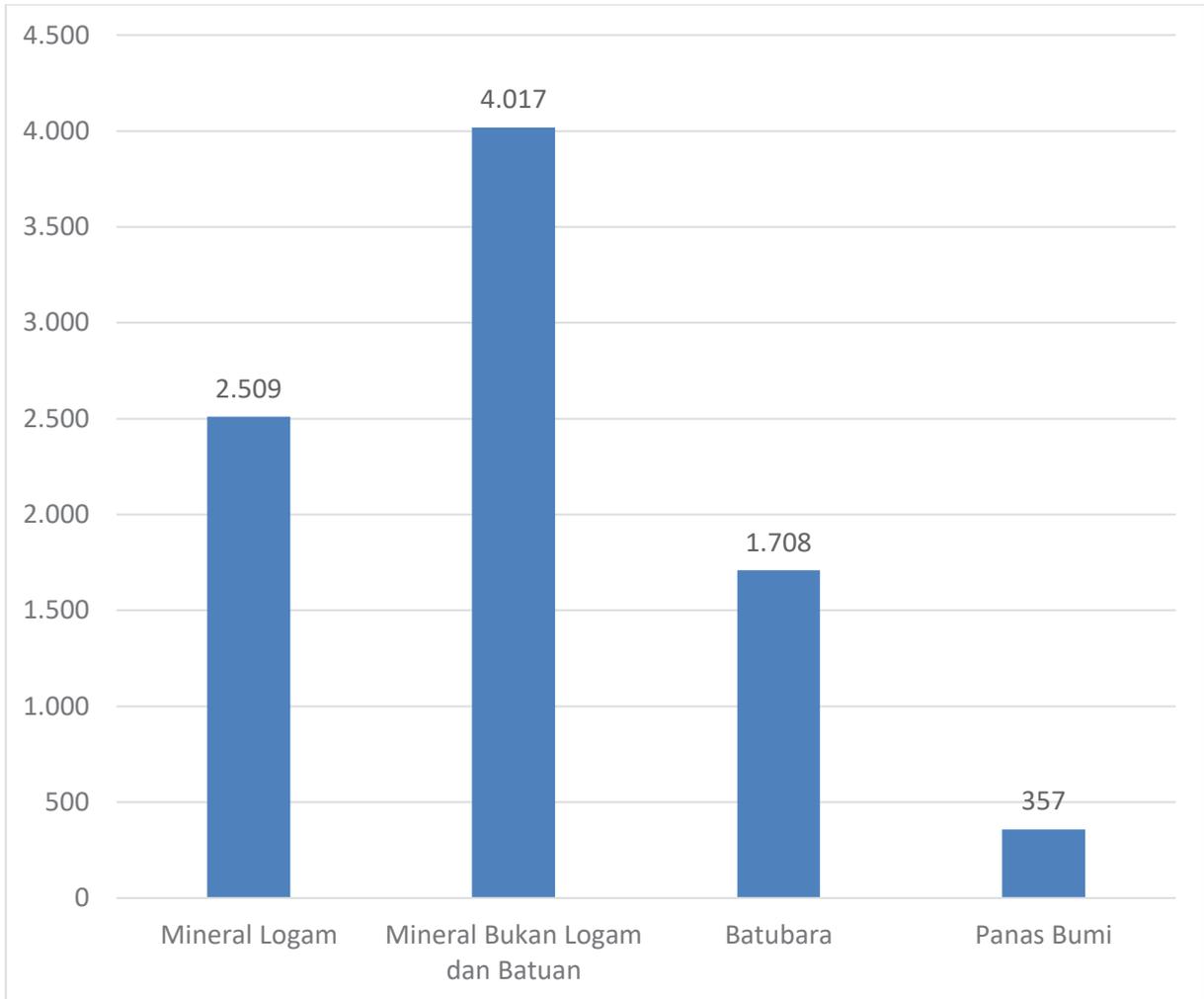
Pengolahan data IGT potensi mineral (mineral logam, mineral bukan logam dan batuan), IGT potensi batubara dan IGT potensi panas bumi di Indonesia dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS dalam bentuk *shape files* dan *geodatabase*. Kegiatan pengolahan data tersebut terbagi ke dalam Pengolahan Data IGT Potensi Mineral, Pengolahan Data IGT Potensi Batubara dan Pengolahan Data IGT Potensi Panas Bumi.

Pada kegiatan pemutakhiran IGT tahun 2021 telah dilakukan pengumpulan data potensi mineral logam, potensi mineral bukan logam dan batuan, potensi batubara dan potensi panas bumi status tahun 2020. Data potensi ini digunakan

untuk memutakhirkan data IGT yang telah diserahkan kepada tim PKSP melalui Pusdatin pada tahun 2020 yang statusnya tahun 2019. Data potensi perlu melalui tahap verifikasi agar dapat memenuhi standar sehingga dapat diintegrasikan dengan data IGT dari Kementerian/Lembaga (K/L) lainnya. Kegiatan verifikasi dilaksanakan di tingkat wali data. Hal-hal yang dilakukan pada kegiatan verifikasi:

- 1) Memastikan titik potensi tidak overlap atau jatuh di laut *;
 - 2) Perbaikan penulisan lokasi;
 - 3) Konsistensi format penulisan;
 - 4) Lokasi titik sesuai dengan wilayah administrasi;
 - 5) Atribut sesuai KUGI v.5
- *) Kecuali ada penjelasan, misalnya untuk komoditas tertentu.

Verifikasi dilakukan hingga data siap untuk diintegrasikan dan dibuat dokumen Berita Acara. Gambar.1 menunjukkan jumlah data yang telah melalui tahap verifikasi dan siap diintegrasikan. Sedangkan tabel 2 menunjukkan sebaran data potensi untuk tiap provinsi di Indonesia.



Gambar 1. Grafik jumlah titik potensi telah dimutakhirkan pada tahun 2021 berdasarkan komoditas

Tabel 2. Keterdapatan titik lokasi IGT potensi 2021 per provinsi

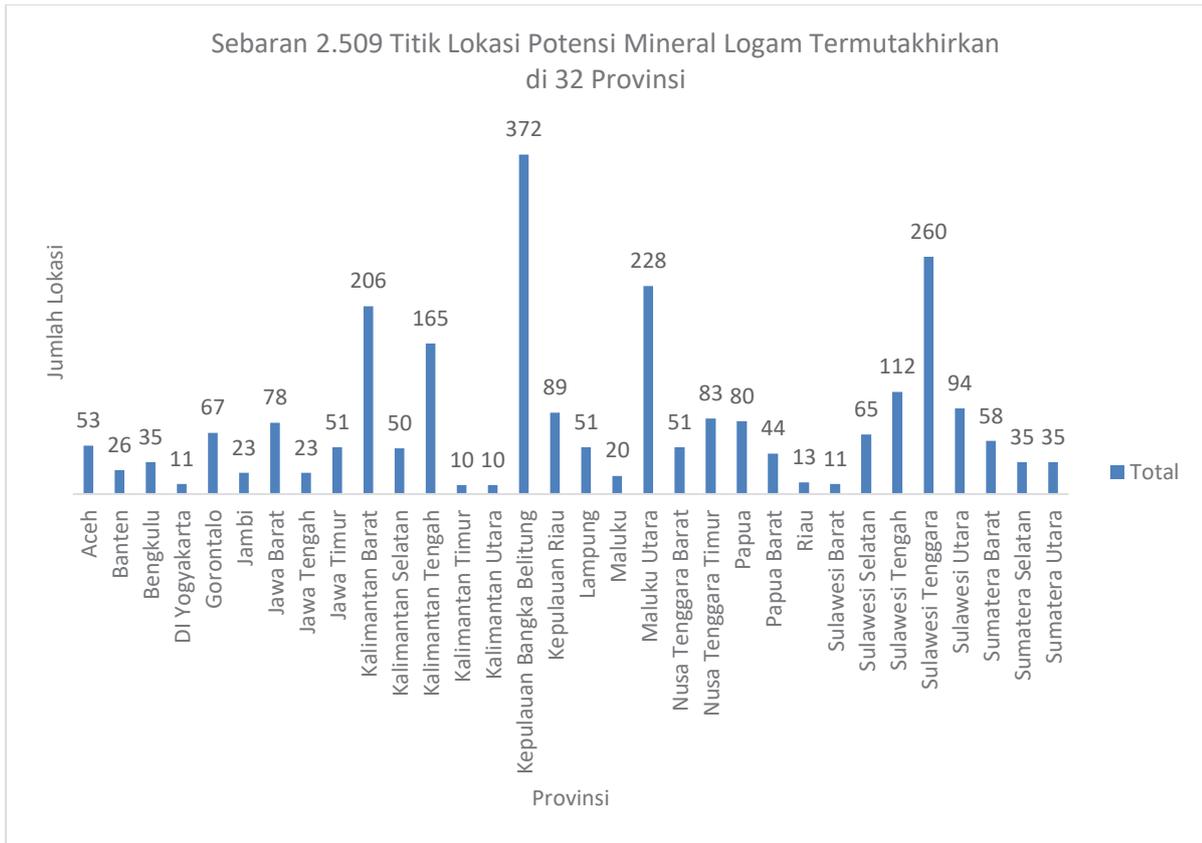
No.	IGT Potensi	Komoditas	Jumlah Titik Potensi	Jumlah Keterdapatan Provinsi
1	Mineral	Mineral Logam	2.509	32
		Mineral Bukan Logam dan Batuan	4.017	34
2	Batubara	Batubara	1.708	23
3	Panas Bumi	Panas Bumi	357	30

IGT Potensi Mineral

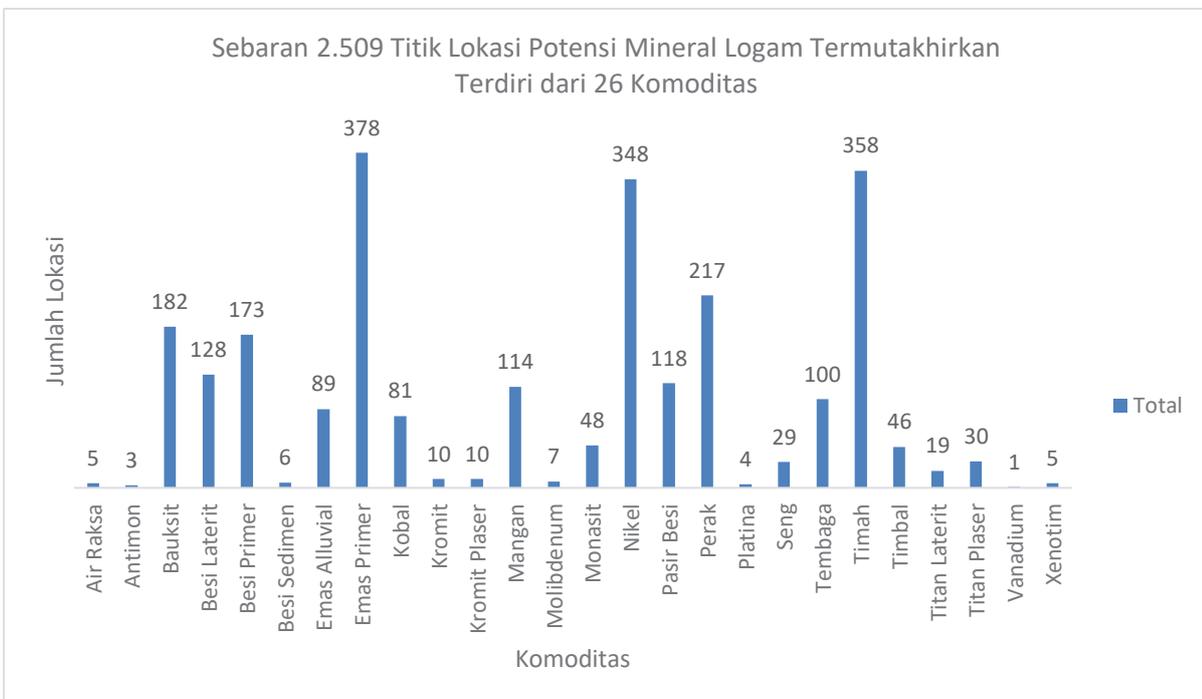
Data IGT Potensi Mineral terdiri dari dua data potensi yaitu potensi mineral logam dan potensi mineral bukan logam dan batuan. Data potensi mineral logam

memiliki jumlah lokasi sebanyak 2.509 titik, terdiri dari 26 komoditas yang tersebar di 32 provinsi telah termutakhirkan.

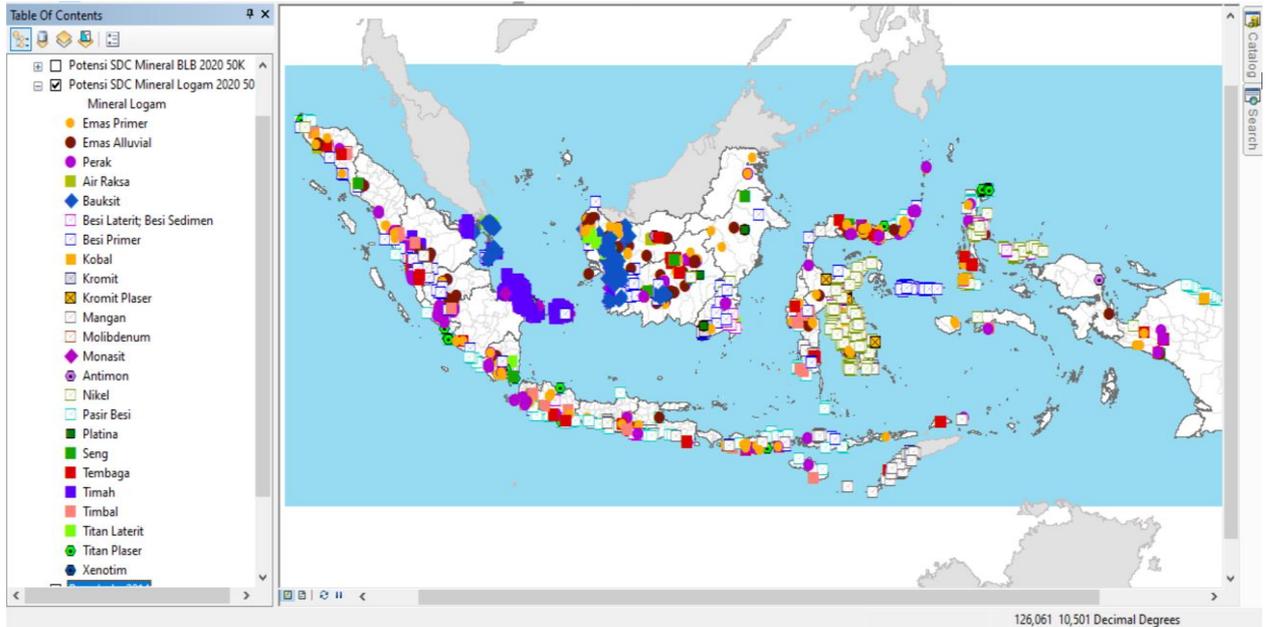
Berikut statistik data potensi mineral logam hasil verifikasi:



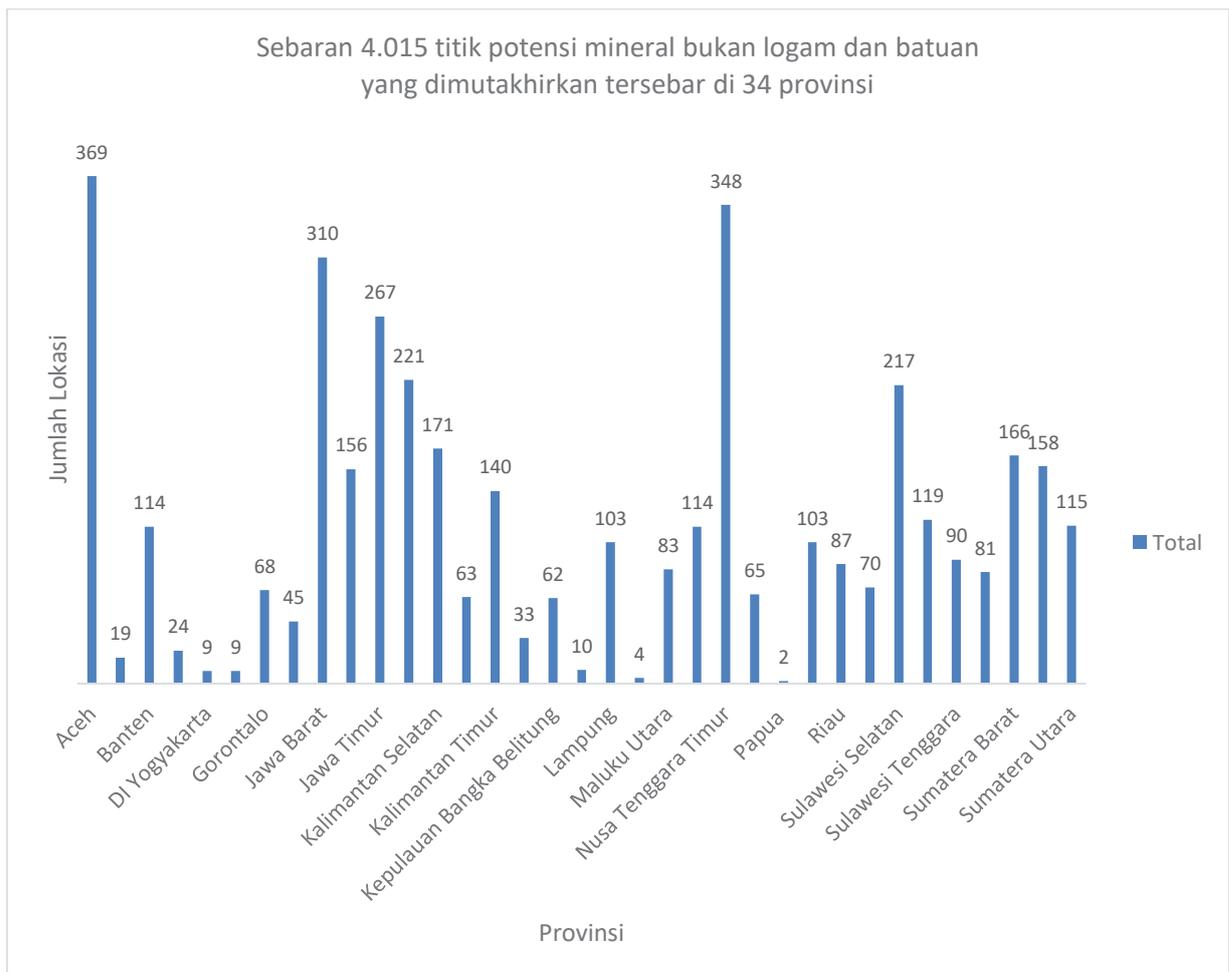
Gambar 2. Grafik sebaran 2.509 titik potensi mineral logam yang dimutakhirkan tersebar di 32 provinsi



Gambar 3. Grafik sebaran 2.509 titik lokasi potensi mineral logam termutakhirkan terdiri dari 26 komoditas

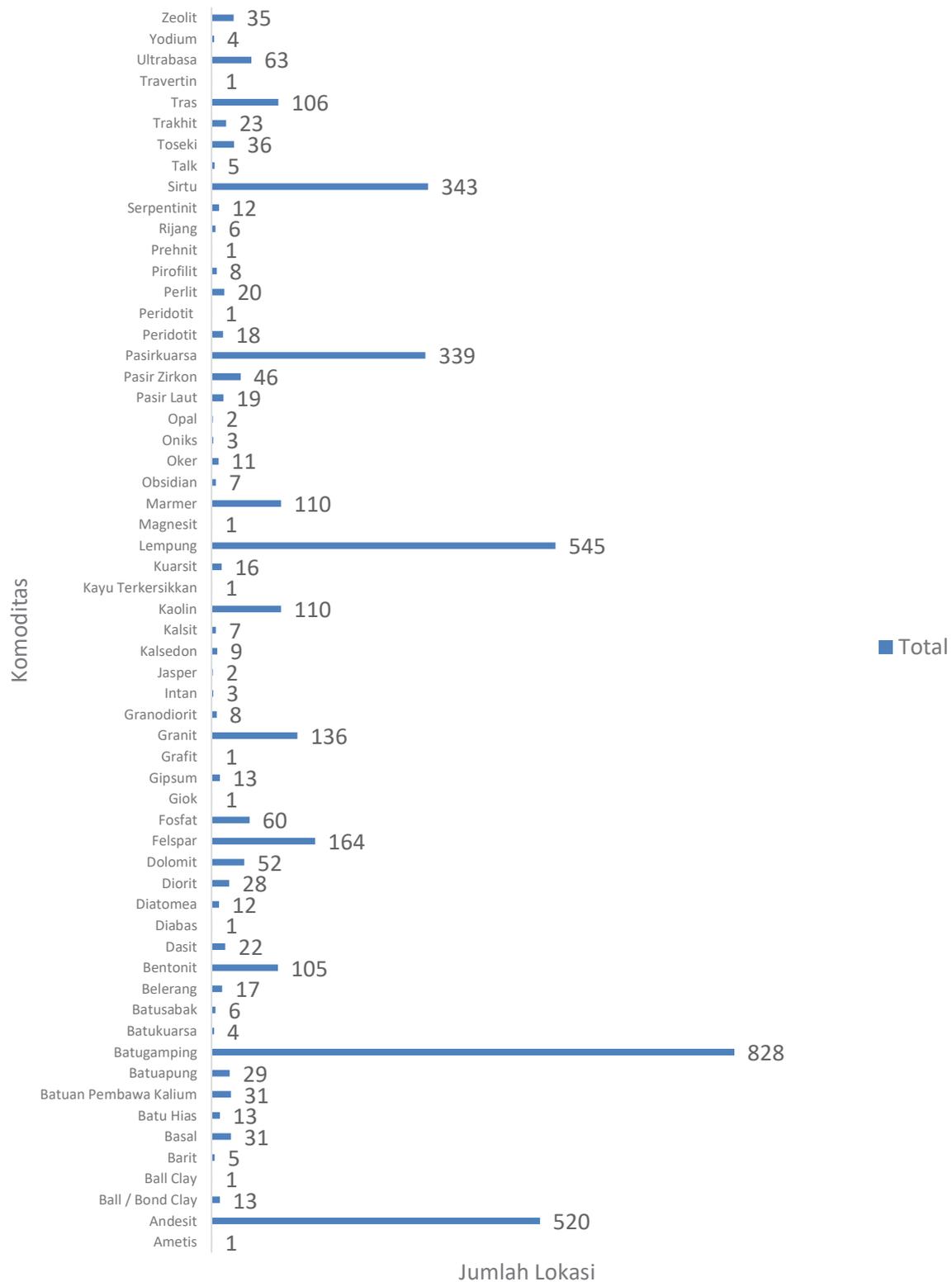


Gambar 4. Peta Potensi Mineral Logam Indonesia

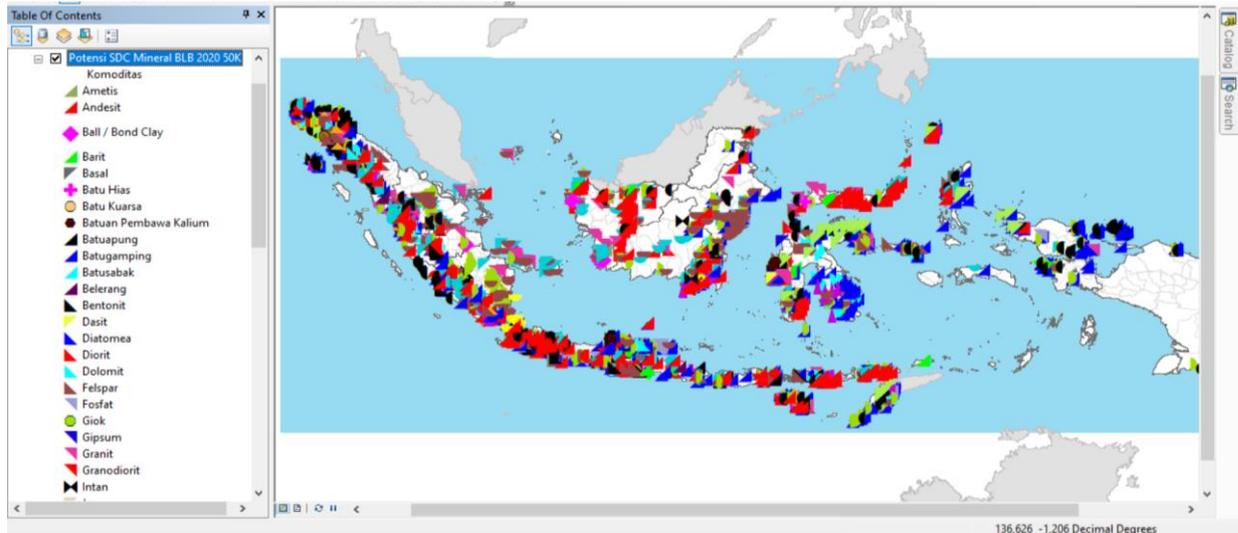


Gambar 5. Grafik sebaran 4.015 titik potensi mineral bukan logam dan batuan yang dimutakhirkan tersebar di 34 provinsi

Sebaran 4.015 titik potensi mineral bukan logam dan batuan yang dimutakhirkan terdiri dari 57 komoditas



Gambar 6. Grafik sebaran 4.017 titik potensi mineral bukan logam dan batuan yang dimutakhirkan terdiri dari 57 komoditas



Gambarr 7. Peta Potensi Mineral Bukan Logam dan batuan Indonesia

IGT Potensi Batubara

Data potensi batubara memiliki jumlah lokasi titik sebanyak 1.708 titik yang tersebar di 23 provinsi telah termutakhirkan dan telah diverifikasi. Berikut sebaran data potensi batubara hasil verifikasi dan sebarannya di Indonesia.

IGT Potensi Panas Bumi

Data potensi panas bumi memiliki jumlah lokasi sebanyak 357 titik, yang tersebar di 30 provinsi telah termutakhirkan dan telah diverifikasi. Berikut data potensi panas bumi logam hasil verifikasi dan sebarannya di Indonesia.

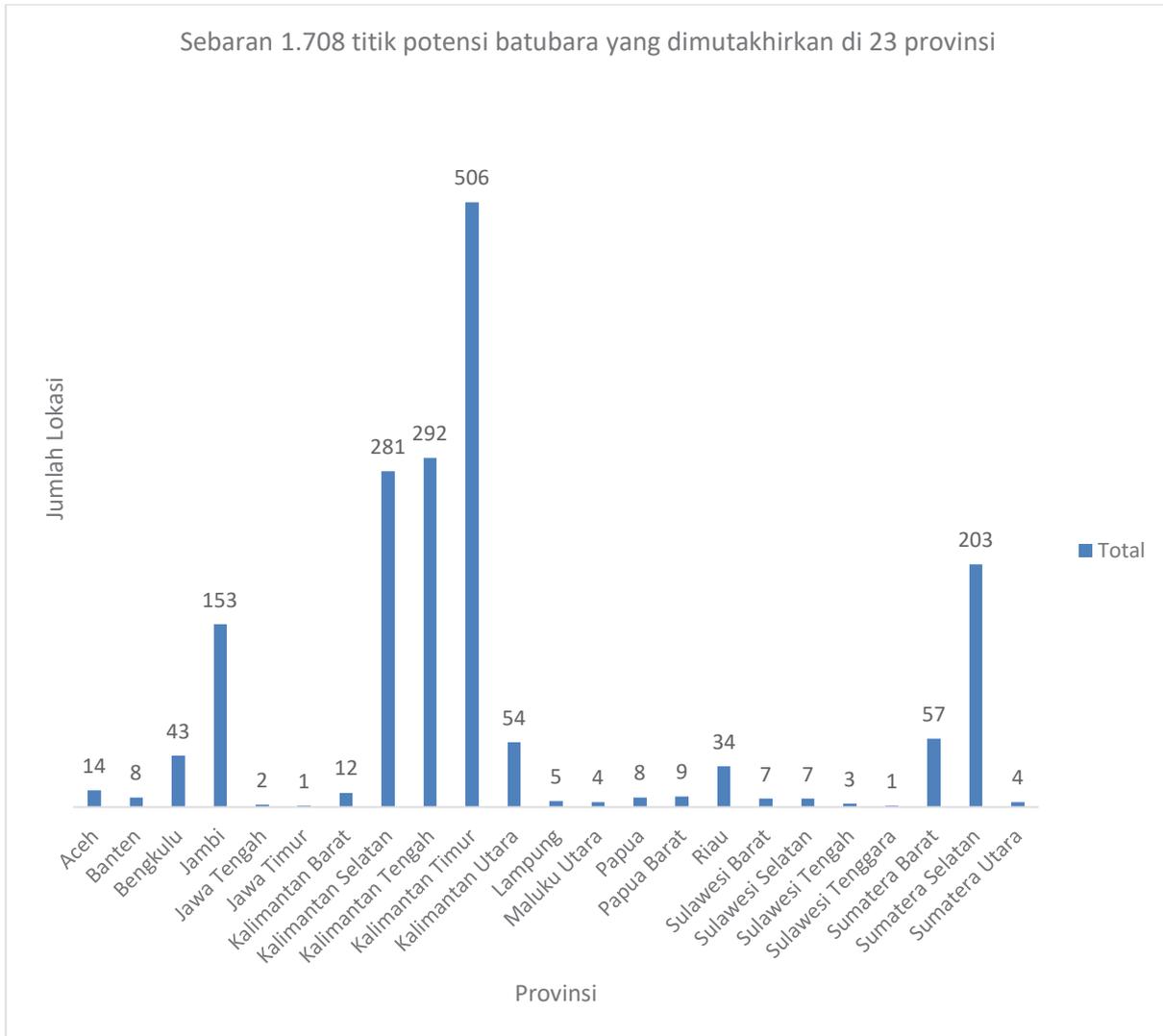
Verifikasi dan Sinkronisasi Data IGT Minerbapabum

Tim Pemutakhiran IGT telah melakukan pengolahan data IGT potensi mineral, IGT potensi batubara dan IGT potensi panas bumi se Indonesia. Selanjutnya dilakukan verifikasi data titik potensi dengan Katalog Unsur Geografis

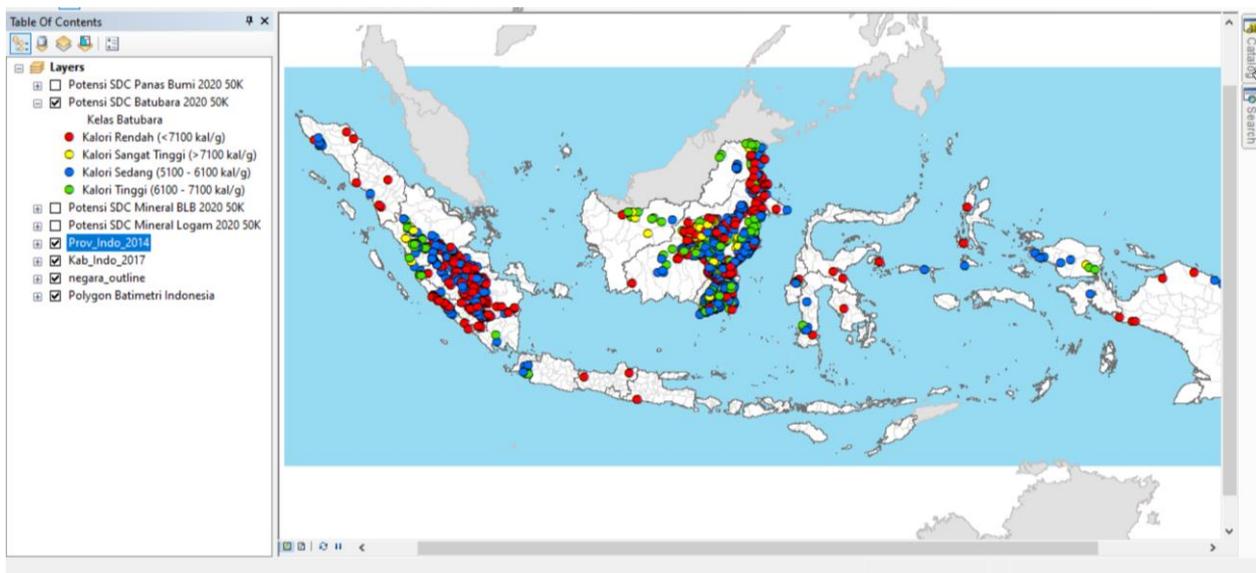
Indonesia (KUGI) versi-5 yang telah berlaku dan Permenko No.6 tahun 2018. Verifikasi ini dilakukan dalam bentuk Klinik Fasilitas Integrasi Updating IGT Status dan IGT Potensi yang diselenggarakan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) dan Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian terhadap Kementerian dan Lembaga (K/L) yang bertanggung jawab terhadap data atau sebagai wali data.

Penilaian data IGT yang dilakukan oleh koordinator PKSP meliputi:

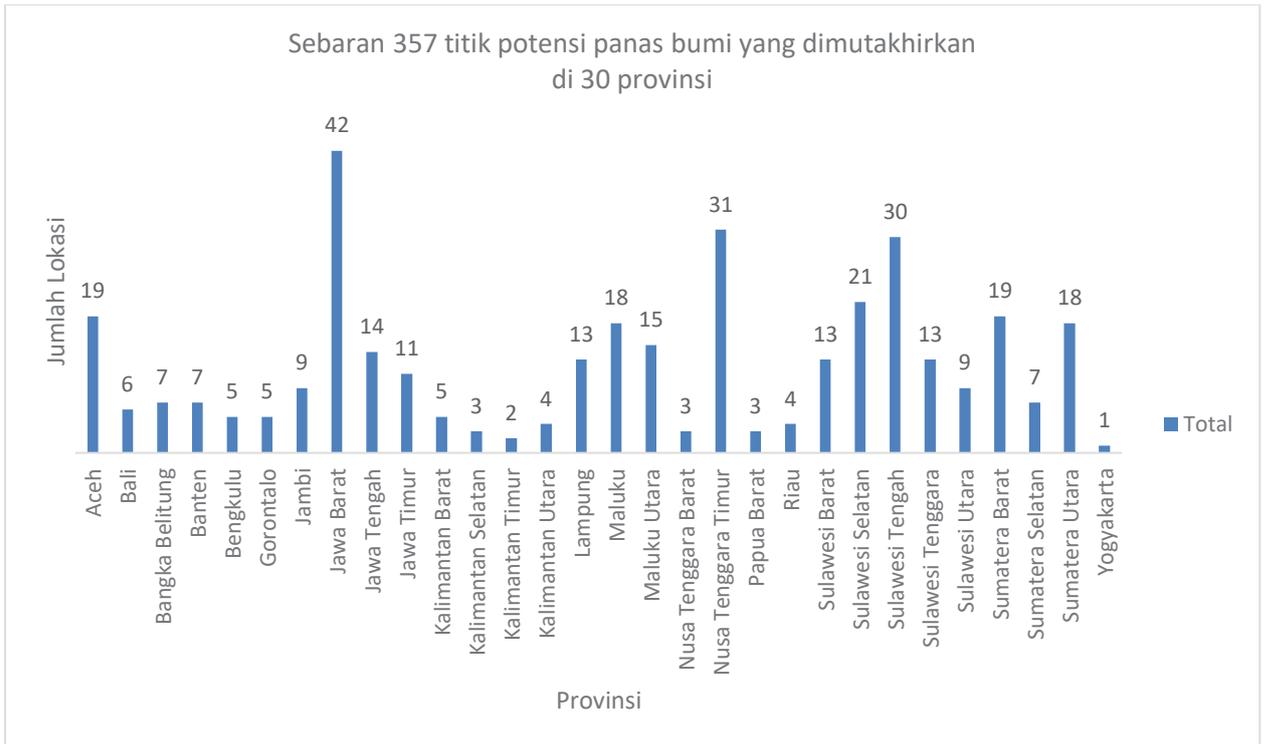
- Kondisi data terdiri atas format data, sistem koordinat dan skala;
- Kualitas integrasi terdiri atas kesesuaian terhadap peta dasar/citra satelit, verifikasi terhadap citra satelit, konsistensi topologi, konsistensi atribut;
- Informasi dan metadata terdiri atas informasi dan keterbaruan data, kelengkapan metadata;
- Kelengkapan cakupan rencana aksi terdiri atas cakupan data.



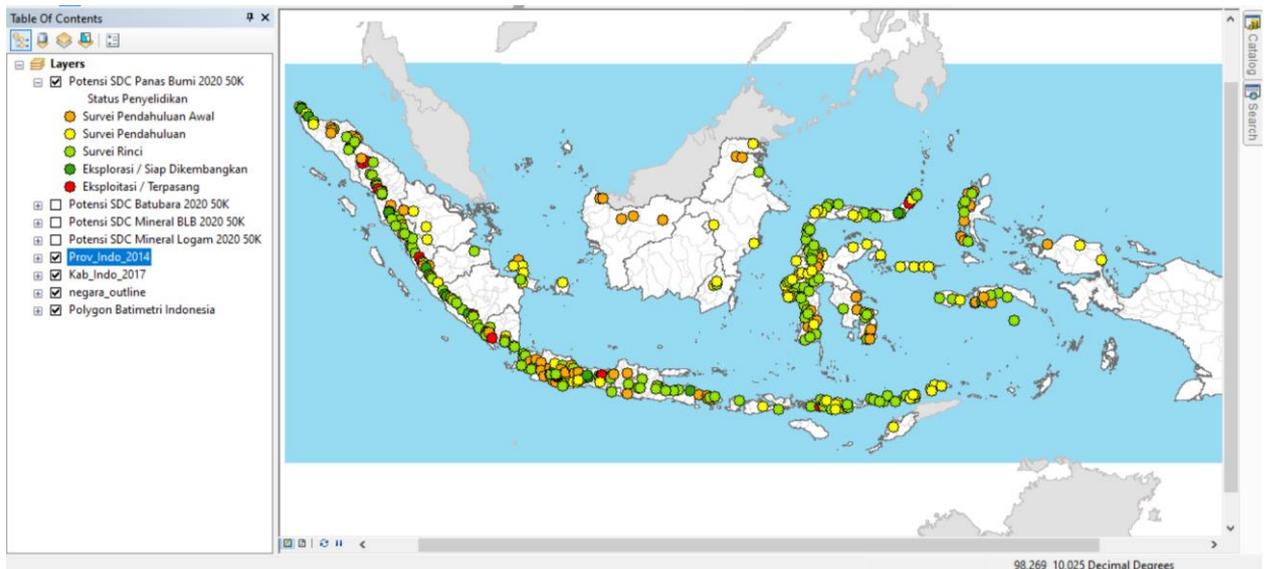
Gambar 8. Grafik Sebaran 1.708 titik potensi batubara yang dimutakhirkan di 23 provinsi



Gambar 9. Peta Potensi Batubara Indonesia



Gambar 10. Grafik sebaran 357 titik potensi panas bumi yang dimutakhirkan di 30 provinsi



GAMBAR 11. Peta Potensi Panas Bumi Indonesia

Transfer Data IGT ke Format Katalog Unsur Geografi Indonesia (KUGI)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2014 tentang Pelaksanaan Informasi Geospasial

(IG) disebutkan bahwa pengumpulan Data Geospasial (DG) dimasukkan ke dalam katalog IG nasional. Katalog IG nasional adalah daftar informasi IG nasional yang disusun secara berurutan, teratur, dan

dalam sistem klasifikasi tertentu yang bertujuan untuk menelusuri ketersediaan IG nasional secara efektif dan efisien.

Katalog IG nasional yang digunakan dalam kegiatan PKSP yaitu Katalog Unsur Geografi Indonesia (KUGI). KUGI adalah suatu sistem yang berisi unsur dan atribut yang dapat digunakan oleh produsen dan pengguna informasi geografis dalam membangun struktur data geografis. Kegunaan KUGI yaitu mempermudah melakukan pencarian standar format melalui kategori, sub kategori, fitur, atribut dan *list value*. Mengacu pada ketentuan tersebut, data IGT yang dimiliki oleh PSDMBP disesuaikan kembali dari format yang sudah ada menjadi format KUGI sebelum diserahkan ke koordinator PKSP. Hal ini dimaksudkan untuk integrasi data IGT secara nasional yang menyesuaikan atribut data dengan KUGI versi 5.

Peningkatan Kualitas Data IGT Kegiatan PKSP

Kewajiban PSDMBP dalam penyampaian data potensi sumber daya mineral, batubara dan panas bumi ke koordinator PKSP masih dalam bentuk

point (titik). Dalam rangka peningkatan kualitas data tersebut, PSDMBP juga membuat komoditas unggulan tertentu dalam bentuk poligon, seperti wilayah prospek mineral, wilayah prospek batubara, wilayah usulan rekomendasi panas bumi. Untuk mendukung format data yang standar perlu disiapkan juga KUGI untuk data wilayah prospek potensi yang berupa poligon. KUGI data wilayah prospek poligon potensi ini dibuat dengan mengacu kepada KUGI data potensi berupa titik yang telah digunakan.

Pengumpulan dan update data wilayah prospek potensi bentuk poligon

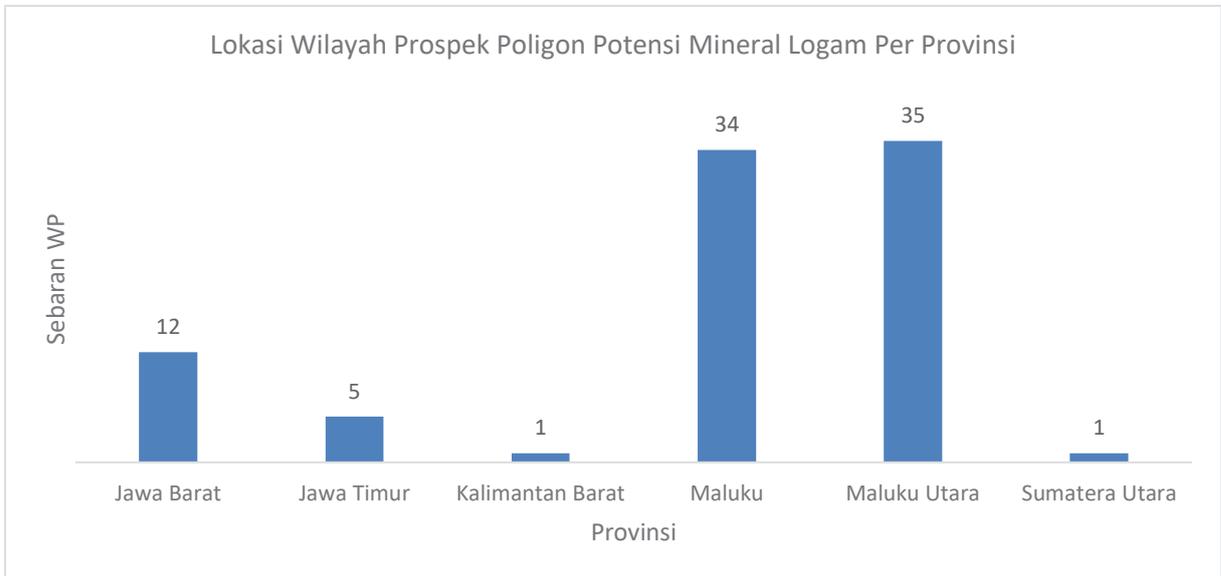
Pada kegiatan pemutakhiran IGT tahun 2021 telah dilakukan pengumpulan data wilayah prospek potensi bentuk poligon yang telah dibuat pada kegiatan PKSP tahun-tahun sebelumnya dan juga melakukan update serta penambahan data wilayah prospek poligon yang baru. Sampai akhir kegiatan tim pemutakhiran IGT, telah dilakukan pemutakhiran dan penambahan data poligon wilayah prospek (WP) potensi. Berikut data hasil update dan penambahan tersebut:

Tabel 3. Wilayah prospek poligon potensi hasil update tim pemutakhiran IGT tahun 2021

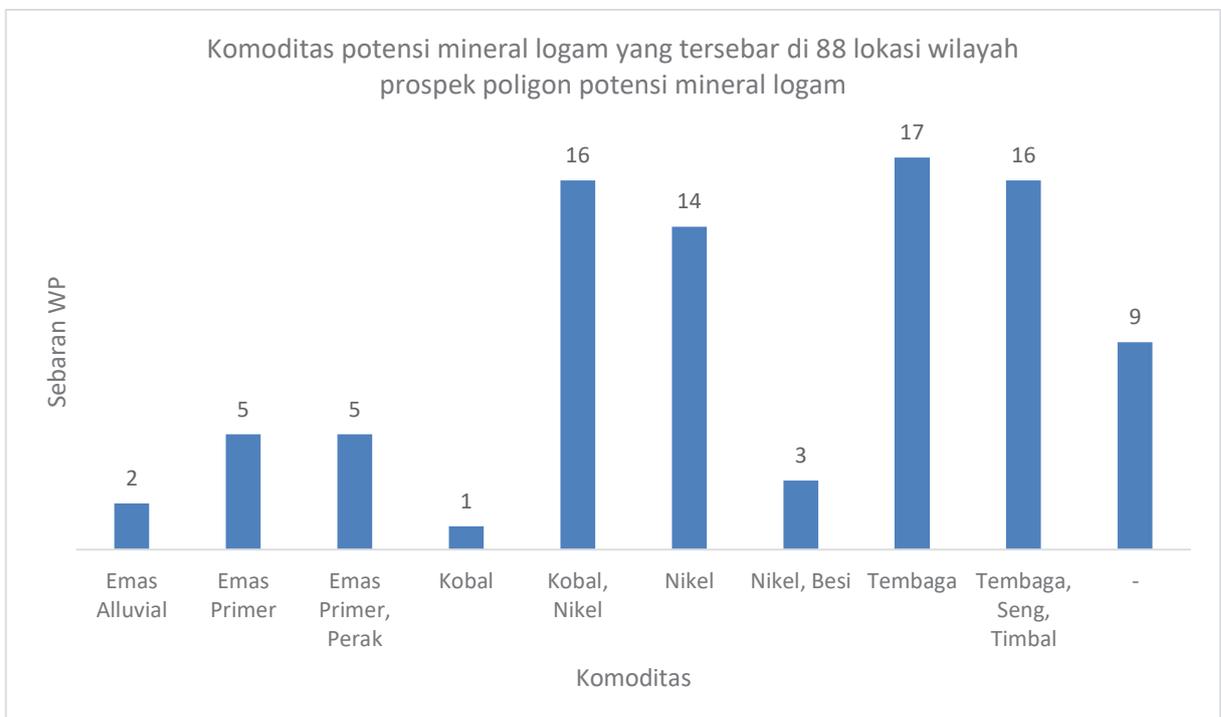
No.	Wilayah Prospek Poligon Potensi	Jumlah WPP Tahun 2020	Penambahan WPP	Jumlah WP Status Tahun 2021
1.	Mineral Logam	88	7	95
2.	Mineral Bukan Logam dan Batuan	247	20	267
3.	Batubara	110	4	114
4.	Panas Bumi	116	8	124

Pada tabel 4 tertera bahwa lokasi wilayah prospek poligon potensi mineral logam pada tahun 2021 terdapat penambahan sebanyak 7 lokasi, sehingga

jumlahnya menjadi 95 wilayah prospek poligon. Wilayah Prospek Poligon tersebut tersebar di 6 provinsi untuk 10 komoditas mineral logam.



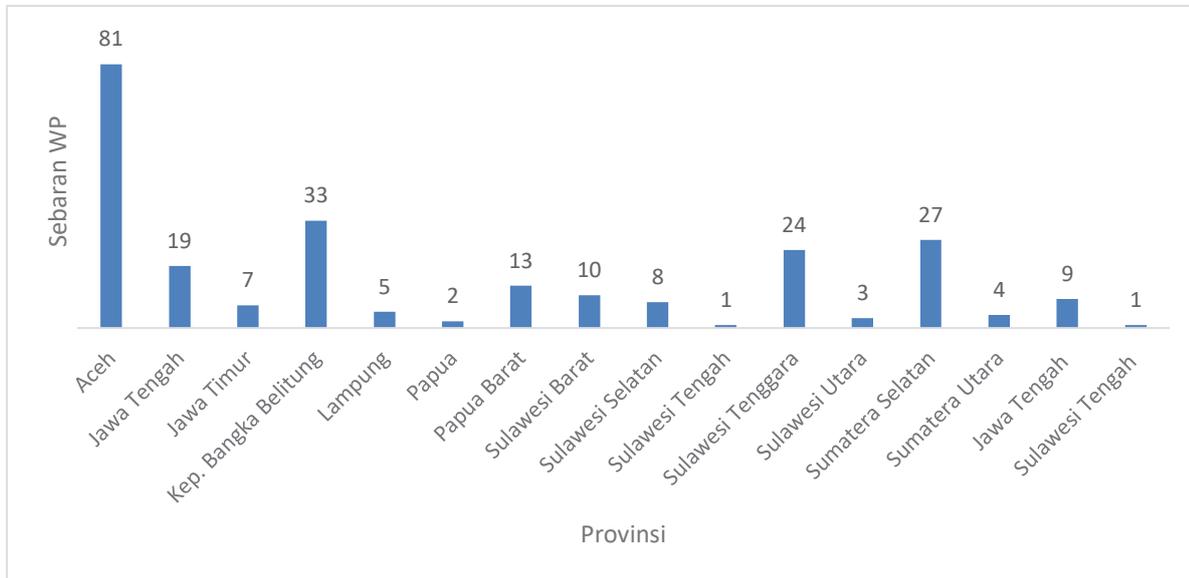
Gambar 12. Grafik sebaran 88 lokasi wilayah prospek poligon potensi mineral logam per provinsi



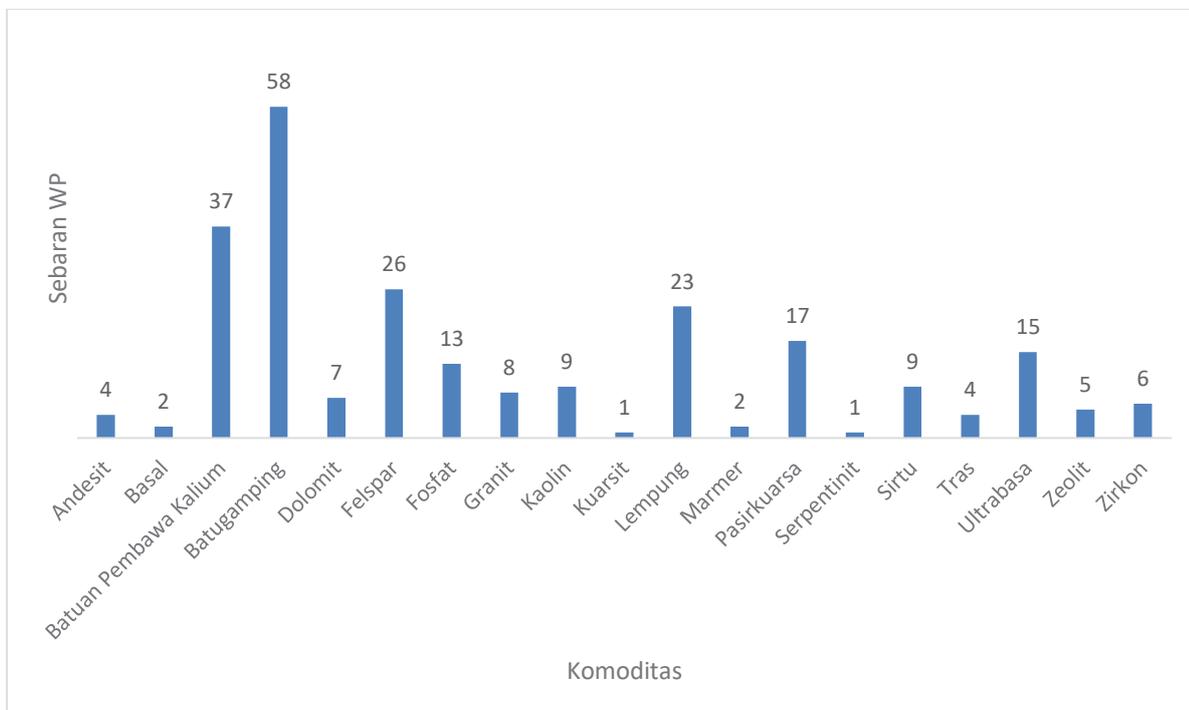
Gambar 13. Komoditas mineral logam tersebar di 88 lokasi wilayah prospek poligon potensi mineral logam

Wilayah prospek poligon potensi mineral bukan logam dan batuan sebanyak 254 lokasi yang tersebar di 16 provinsi untuk 19 komoditas mineral bukan logam

dan batuan. Lokasi wilayah prospek poligon potensi mineral bukan logam dan batuan terbanyak di Provinsi Aceh yaitu sebanyak 81 lokasi wilayah.



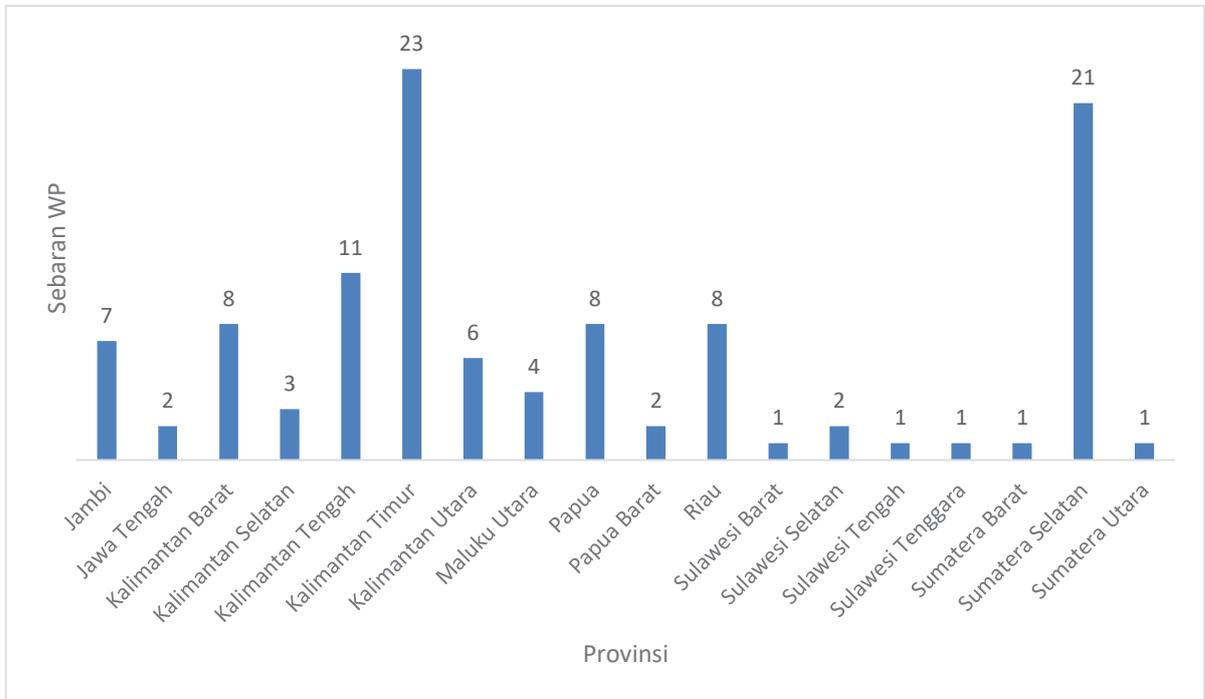
Gambar 14. Grafik sebaran 254 lokasi wilayah prospek poligon potensi mineral bukan logam dan batuan per provinsi



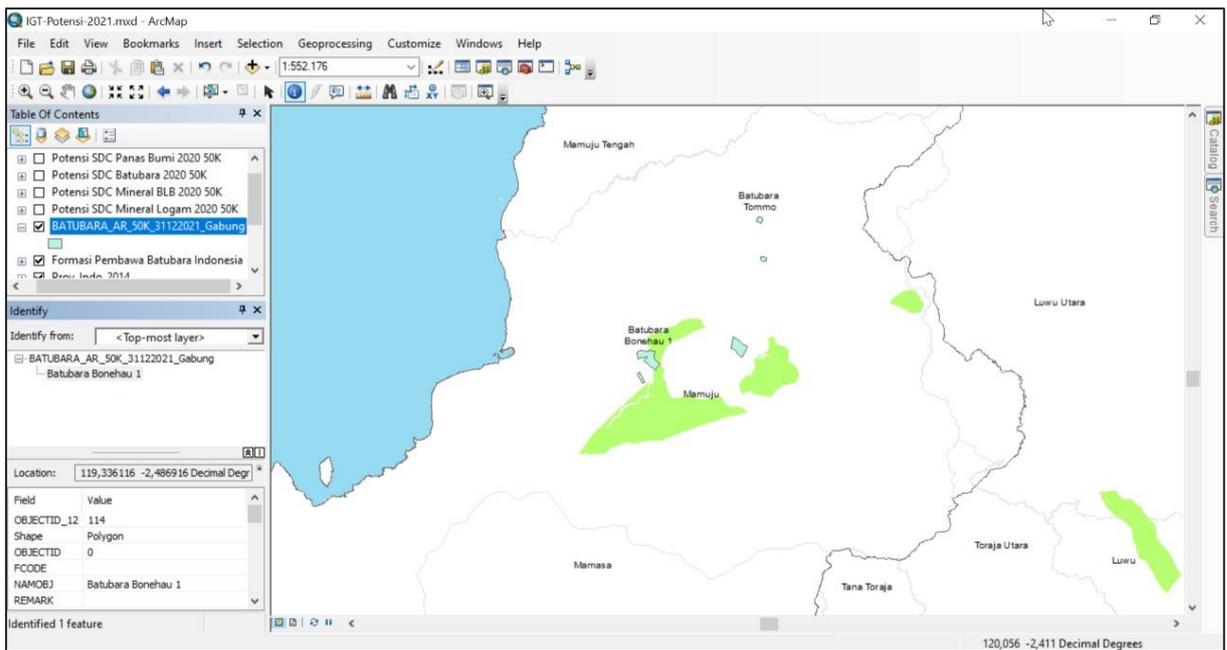
Gambar 15. Komoditas potensi mineral bukan logam dan batuan dari 254 lokasi wilayah prospek poligon potensi mineral bukan logam dan batuan

Sebaran lokasi wilayah prospek poligon potensi batubara yang telah dikumpulkan tersebar di 18 provinsi. Lokasi wilayah prospek poligon potensi batubara

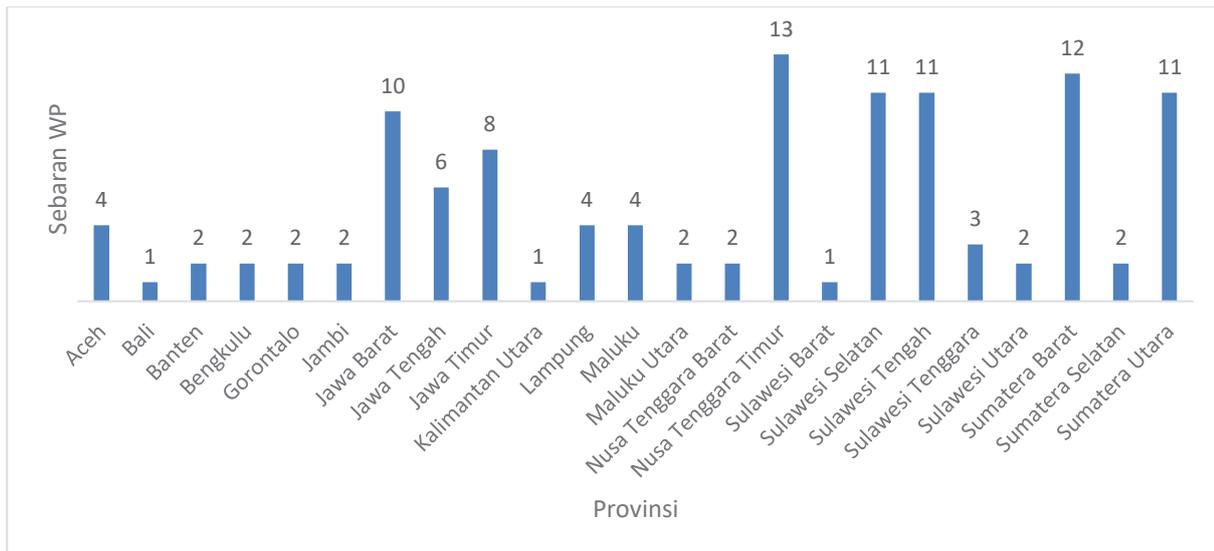
terbanyak ada di Provinsi Kalimantan Timur yaitu sebanyak 23 lokasi wilayah prospek poligon potensi.



Gambar 16. Grafik sebaran 114 lokasi wilayah prospek poligon potensi batubara per provinsi



Gambar 17. Lokasi wilayah prospek poligon potensi batubara di Provinsi Sulawesi Barat



Gambar 18. Grafik sebaran 116 lokasi wilayah prospek poligon potensi panas bumi per provinsi

Sebaran lokasi wilayah prospek poligon potensi panas bumi yang telah dikumpulkan tersebar di 23 provinsi. Lokasi wilayah prospek poligon potensi panas bumi terbanyak ada di Provinsi Nusa Tenggara Timur yaitu sebanyak 13 poligon potensi. Berikut peta sebaran lokasi wilayah prospek poligon potensi batubara di Provinsi Sumatra Barat, Provinsi Jawa Barat dan Provinsi Nusa Tenggara Timur.

KESIMPULAN

Adanya kegiatan Pemutakhiran IGT Potensi Minerabapabum yang menggunakan Informasi Geospasial Dasar yang sama dengan menggabungkan Informasi Geospasial Tematik yang berasal dari seluruh Kementerian dan Lembaga di Indonesia akan memudahkan Pemerintah maupun pihak-pihak yang berkepentingan menentukan kebijakan perencanaan

pembangunan yang berdasarkan analisis spasial.

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi saat ini telah mengintegrasikan data digital untuk potensi mineral logam dan mineral bukan logam dan batuan, batubara dan panas bumi dalam bentuk titik dengan atribut yang telah disesuaikan di dalam Katalog Unsur Geografis Indonesia (KUGI) versi-5 disertai file metadatanya. Seiring dengan pemenuhan data tersebut dilakukan peningkatan kualitas data berupa poligon untuk wilayah prospek mineral, batubara dan panas bumi.

Kegiatan ini telah ditindaklanjuti dengan mengumpulkan Informasi Geospasial Tematik lainnya yang belum termasuk ke dalam 85 IGT yang menjadi target awal, selain itu perlu dilakukan perubahan skala ke arah yang lebih besar pada beberapa IGT.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Laporan Akhir Pemutakhiran Atlas dan Metadata Sumber Daya Geologi Indonesia, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung, 2019.
-, Laporan Akhir Pemutakhiran Data IGT Potensi Mineral, Batubara Dan Panas Bumi Untuk Mendukung Percepatan Kebijakan Satu Peta Skala 1: 50.000 Se Indonesia, Bandung, 2019.
- Badan Informasi Geospasial, Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:50.000.
- Badan Informasi Geospasial, Panduan Metadata SNI/ISO 19115.
- Pusat Survei Geologi, Peta Geologi Indonesia Skala 1:250.000.
- Badan Informasi Geospasial, Ebook KUGI 50K

PEMUTAKHIRAN DATA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS SUMBER DAYA MINERAL, BATUBARA, DAN PANAS BUMI INDONESIA

Indra Sukmayana¹, Denni Widhiyatna², Qomariah¹, dan Firdaus Octavira¹

¹Bagian Umum

²Kelompok Kerja Batubara

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi

SARI

Basis data sumber daya geologi yang dimiliki Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi merupakan data yang dapat dijadikan sumber informasi ke dalam berbagai bentuk media digital maupun cetakan. Upaya yang dilakukan agar tersedia data yang *up to date* yaitu dengan melakukan kegiatan inventarisasi, pemutakhiran dan sinkronisasi basis data sumber daya geologi dengan data neraca sumber daya geologi yang dikeluarkan PSDMBP dan untuk mendukung integrasi dengan berbagai aplikasi, antara lain GeoRIMA (*Geological Resources of Indonesia Mobile Application*), ESDM One Map, EDE (*ESDM Data Enterprise*) dan GDI (*Geological Database Indonesia*). Guna menyebarkan hasil-hasil kegiatan inventarisasi mengenai sebaran mineral logam, sebaran mineral bukan logam dan batuan, batubara, gambut, gas metana batubara dan panas bumi, yang merupakan potensi sumber daya geologi, diperlukan penyajian data dan informasi yang lengkap, akurat serta dapat dipertanggungjawabkan, salah satunya dalam bentuk peta sebaran neraca potensi sumber daya geologi yang dilengkapi informasi geosain yang disajikan dalam Aplikasi GeoRIMA (*Geological Resources Mobile Application*) versi android dan website.

Kata kunci: basis data, neraca, mineral, batubara, panas bumi

PENDAHULUAN

Basis data (*database*) memiliki peran yang sangat penting dalam perusahaan. Informasi dapat diperoleh dengan cepat berkat data yang mendasarinya telah disimpan dalam basis data (Abdul Kadir dkk, 2003). Dalam pelaksanaan tugas dan fungsi Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) khususnya dalam

bidang pengelolaan, pelayanan dan penyebaran data dan informasi sumber daya mineral, batubara dan panas bumi, perlu dilakukan secara efektif, efisien serta dapat melayani masyarakat secara optimal. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu dengan menyajikan informasi geosain sumber daya alam Indonesia agar mudah diakses oleh pengguna informasi.

Guna menyebarkan hasil-hasil kegiatan inventarisasi mengenai sebaran mineral logam, sebaran mineral bukan logam dan batuan, batubara, gambut, gas metana batubara dan panas bumi, yang merupakan potensi sumber daya geologi, diperlukan penyajian data dan informasi yang lengkap, akurat serta dapat dipertanggungjawabkan, salah satunya dalam bentuk peta sebaran neraca potensi sumber daya geologi yang dilengkapi informasi geosain yang disajikan dalam Aplikasi GeoRIMA (*Geological Resources of Indonesia Mobile Application*) versi android dan website.

PSDMBP telah memiliki basis data sumber daya geologi hasil kegiatan *deskwork* dan Aplikasi Sumber Daya Geologi yang dapat dimanfaatkan untuk melengkapi informasi yang disajikan dalam Aplikasi GeoRIMA versi android dan website. Untuk mendukung tersedianya data yang *up to date* yaitu dengan melakukan kegiatan inventarisasi, pemutakhiran dan sinkronisasi basis data sumber daya geologi dengan data neraca sumber daya geologi yang dikeluarkan PSDMBP dan untuk mendukung integrasi aplikasi GeoRIMA dengan aplikasi GDI (*Geological Database Indonesia*) yang dikembangkan oleh Pusat Survei Geologi serta EDE (*ESDM Data Enterprise*).

Maksud dan Tujuan

Maksud kegiatan ini untuk menginventarisasi basis data sumber daya

geologi yang telah dimiliki dan dikumpulkan oleh PSDMBP dan mensinkronkan/menselaraskan dengan neraca sumber daya geologi yang setiap tahun dikeluarkan oleh PSDMBP. Basis Data potensi sumber daya geologi yang dimaksud meliputi basis data mineral logam, mineral bukan logam, batubara, gas metana batubara, gambut, dan panas bumi. Sedangkan tujuannya adalah:

1. Mewujudkan PSDMBP sebagai pusat pelayanan informasi sumber daya geologi yang profesional.
2. Merangkum data sumber daya geologi sehingga dapat diinformasikan kepada masyarakat umum atau untuk kebutuhan internal dengan lebih efektif dan efisien.
3. Mewujudkan Basis data sumber daya geologi sebagai rumah besar bagi data-data hasil kegiatan inventarisasi (penyelidikan) yang dilakukan oleh PSDMBP.
4. Sinkronisasi data Neraca Potensi Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi dengan Basis data Sumber Data Sumber Daya Geologi yang selanjutnya disajikan dalam Aplikasi Android GeoRIMA versi android dan website.

Metodologi dan Sistematika Pekerjaan

Metode Pemutakhiran SIG Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi meliputi inventarisasi basis data sumber daya geologi (BD SDMBP) tahun 2020

dan menyinkronkan DB SDMBP dengan Neraca SDMBP.

Sistematika kegiatan ini meliputi:

- Inventarisasi formulir basis data sumber daya geologi dan Neraca potensi sumber daya geologi
- Sinkronisasi DB SDMBP dengan Neraca SDMBP
- Melengkapi DB SDMBP agar mendukung informasi geosain
- Penyiapan update data spasial neraca potensi status 2020 untuk ESDM One Map
- Penyiapan update data spasial neraca potensi status 2020 dan update fitur untuk GeoRIMA

HASIL KEGIATAN

Inventarisasi Formulir Basis Data dan merekap jumlah titik di Neraca

Kegiatan pertama yang dilakukan adalah inventarisasi formulir basis data yang dibuat oleh PSDMBP pada tahun 2020. Dari kegiatan inventarisasi ini telah berhasil dikumpulkan formulir basis data

dan dilakukan rekapitulasi jumlah titik neraca potensi sumber daya geologi untuk komoditi mineral logam, mineral bukan logam dan batuan, batubara, gambut, gas metana batubara (GMB/CBM) dan panas bumi.

Tabulasi tahap perkembangan inventarisasi formulir basis data dan hasil rekapitulasi data neraca potensi sumber daya geologi dapat dilihat pada Tabel 1.

Sinkronisasi formulir DB SDG dengan Neraca Potensi SD Minerbapabum 2020

Kegiatan kedua berupa sinkronisasi formulir basis data yang sudah diinventarisasi dengan neraca potensi sumber daya mineral, batubara dan panas bumi (minerbapabum) untuk dibuatkan relasinya (*link*). Hal ini diperlukan agar informasi geosain untuk titik lokasi neraca potensi dapat ditampilkan dalam format web. Tabulasi hasil dari kegiatan sinkronisasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Grafik rekap jumlah titik neraca potensi sumber daya mineral, batubara dan panas bumi status tahun 2020

Tabel 1. Inventarisasi formulir basis data

TAHUN	FORMULIR DATABASE 2000 S.D. 2020						
	MINERAL LOGAM	MINERAL BUKAN LOGAM	BATUBARA	CBM	GAMBUT	BITUMEN PADAT	PANAS BUMI
2000	61	-	-	-	-	-	15
2001	38	-	67	-	20	13	15
2002	12	-	50	-	-	-	14
2003	49	-	-	-	-	-	15
2004	8	-	39	-	3	8	15
2005	48	50	38	-	5	9	14
2006	50	53	25	-	7	18	15
2007	26	25	10	-	3	-	13
2008	-	25	16	-	2	-	18
2009	6	15	17	-	3	4	22
2010	15	15	18	2	1	1	17
2011	-	-	11	-	3	2	15
2012	12	9	8	-	1	5	20
2013	11	9	6	2	-	6	13
2014	13	5	10	3	-	4	18
2015	15	5	5	2	-	4	16
2016	12	7	18	2	-	5	12
2017	10	8	8	1	1	-	9
2018	10	12	4	1	3	-	39
2019	5	4	12	-	1	-	73
2020	16	24	67	1	1	-	2
	417	266	429	14	54	79	390

Tabel 2. Rekap titik neraca potensi yang telah sinkron dengan formulir basis data

TAHUN	FORMULIR DATABASE 2012 S.D. 2020						
	MINERAL LOGAM	MINERAL BUKAN LOGAM	BATUBARA	CBM	GAMBUT	BITUMEN PADAT	PANAS BUMI
2012	-	-	6	2	-	6	-
2013	-	161	10	3	-	4	15
2014	4	96	7	2	-	4	18
2015	4	128	6	2	-	5	16
2016	-	84	6	1	-	-	12
2017	3	23	3	-	-	-	9
2018	2	113	4	1	3	-	39
2019	1	12	-	-	1	-	73
2020	7	24	-	-	-	-	2
	21	641	42	11	4	19	184

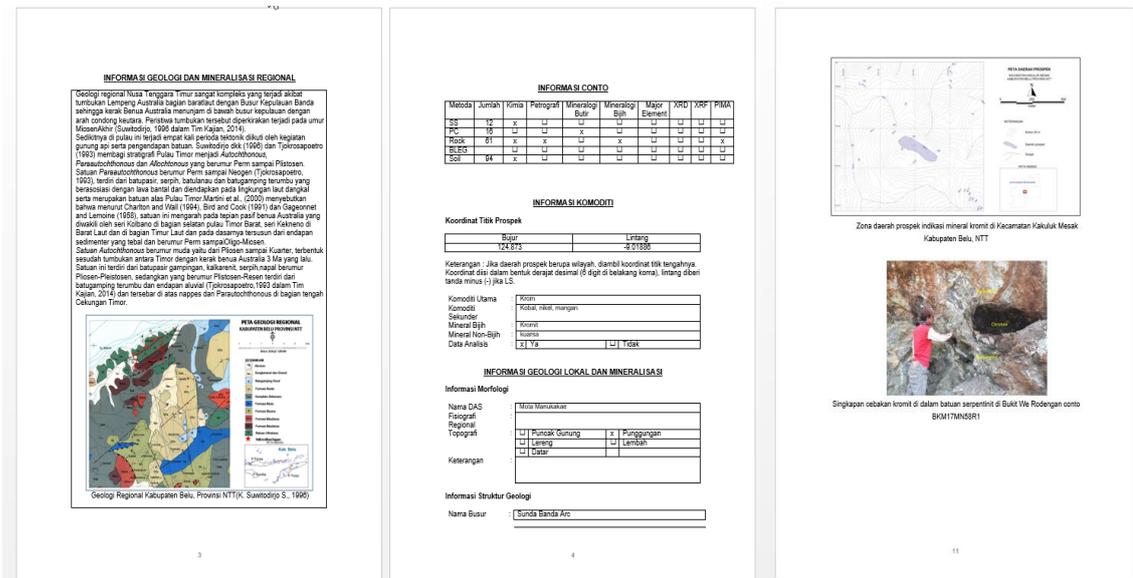
Melengkapi Formulir Basis Data Sumber Daya Geologi agar mendukung informasi geosain

Kegiatan ketiga adalah melengkapi formulir basis data sumber daya geologi agar mendukung informasi geosain dengan grafik, gambar, dan foto yang berasal dari laporan sumber. Contoh formulir basis data yang telah dilengkapi seperti Gambar 2.

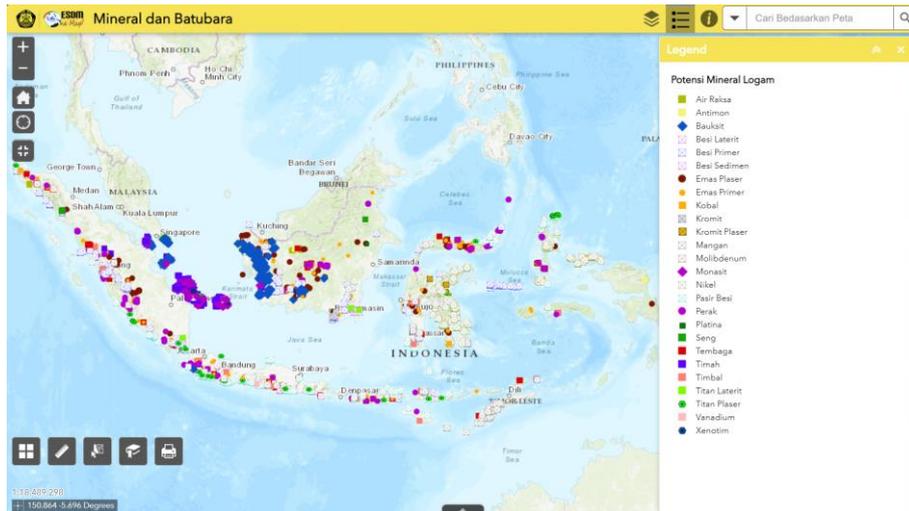
Penyiapan, pemutakhiran data spasial status tahun 2020 Untuk geoportal ESDM One Map

Untuk mendukung tersedianya data spasial di sektor ESDM yang ditampilkan dalam aplikasi geoportal ESDM One Map di bawah pengelolaan Pusat Data dan Teknologi Informasi

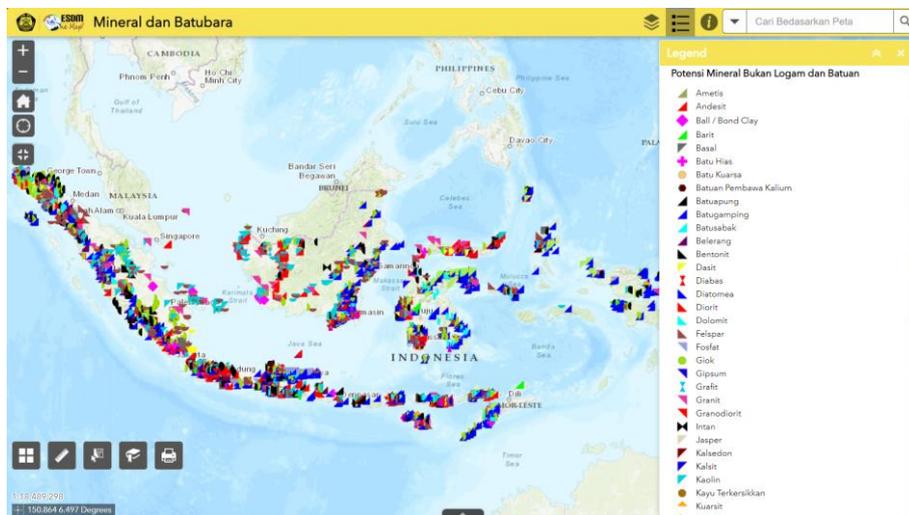
(Pusdatin) KESDM, PSDMBP sebagai produsen data potensi mineral, batubara, GMB, gambut dan panas bumi, telah mempersiapkan dan mengunggah data spasial potensi mineral, batubara, GMB, gambut dan panas bumi status tahun 2020 yang telah sesuai format KUGI dari hasil kegiatan Tim IGT Potensi ke geoportal ESDM One Map melalui aplikasi ArcGIS yang disediakan Pusdatin. Website geoportal ESDM One Map dapat diakses pada alamat URL <https://geoportal.esdm.go.id/minerba> dan <https://geoportal.esdm.go.id/ebtke>. Hasil tangkapan layar data spasial neraca potensi status tahun 2020 yang telah dilakukan update pada geoportal ESDM One Map dapat dilihat pada Gambar 3 s.d. Gambar 8.



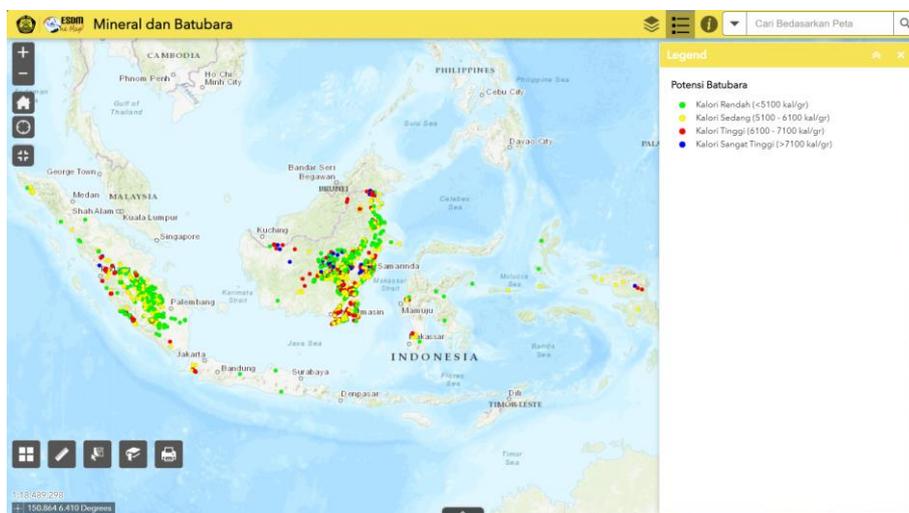
Gambar 2. Formulir Basis Data Mineral Logam dengan tambahan peta geologi, peta zona daerah prospek dan foto lapangan



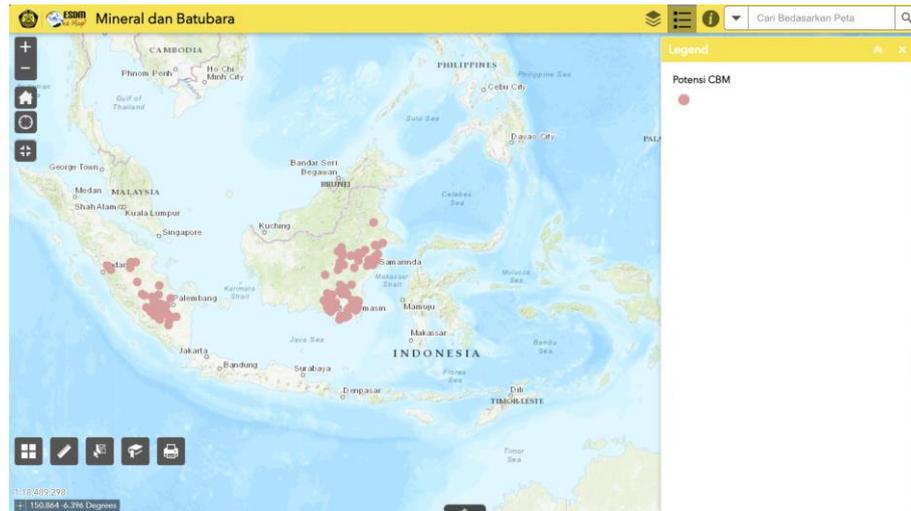
Gambar 3. Peta potensi komoditas mineral logam pada geoportal ESDM One Map



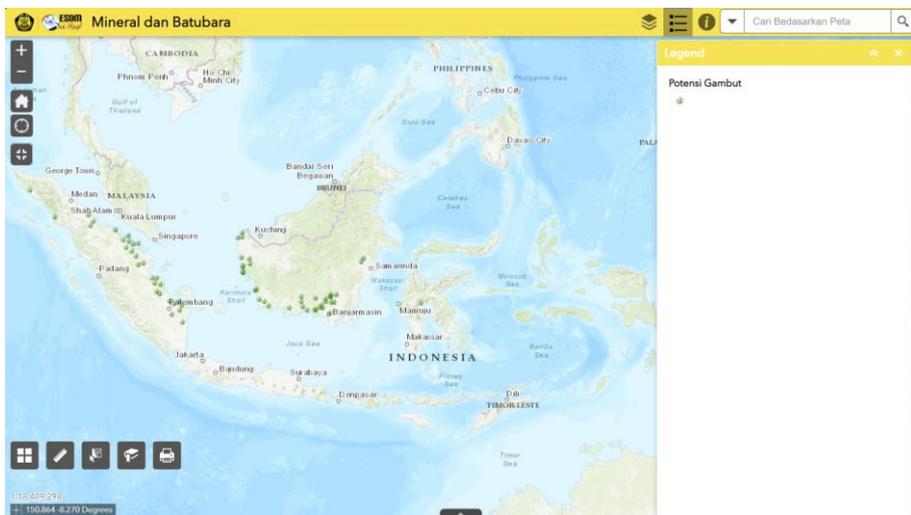
Gambar 4. Peta potensi komoditas mineral bukan logam dan batuan pada geoportal ESDM One Map



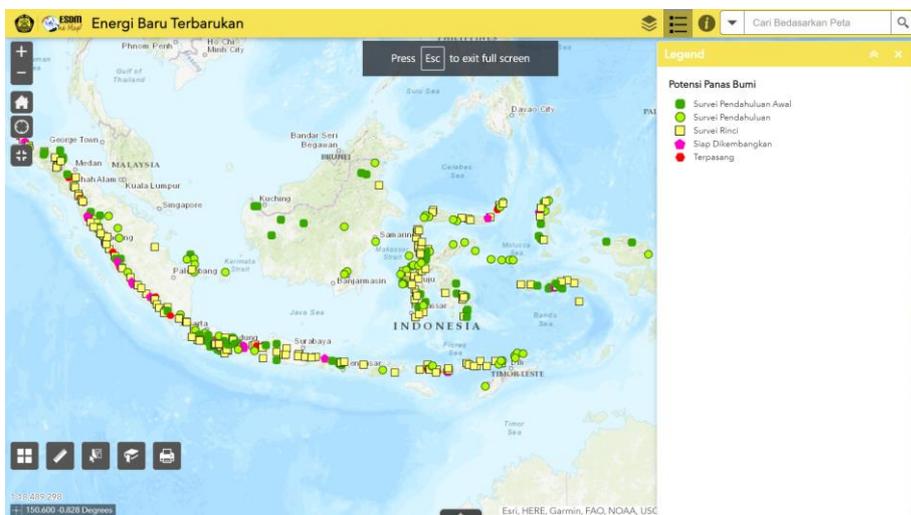
Gambar 5. Peta potensi komoditas batubara pada geoportal ESDM One Map



Gambar 6. Peta potensi komoditas GMB pada geoportal ESDM One Map



Gambar 7. Peta potensi komoditas gambut pada geoportal ESDM One Map



Gambar 8. Peta potensi panas bumi pada geoportal ESDM One Map

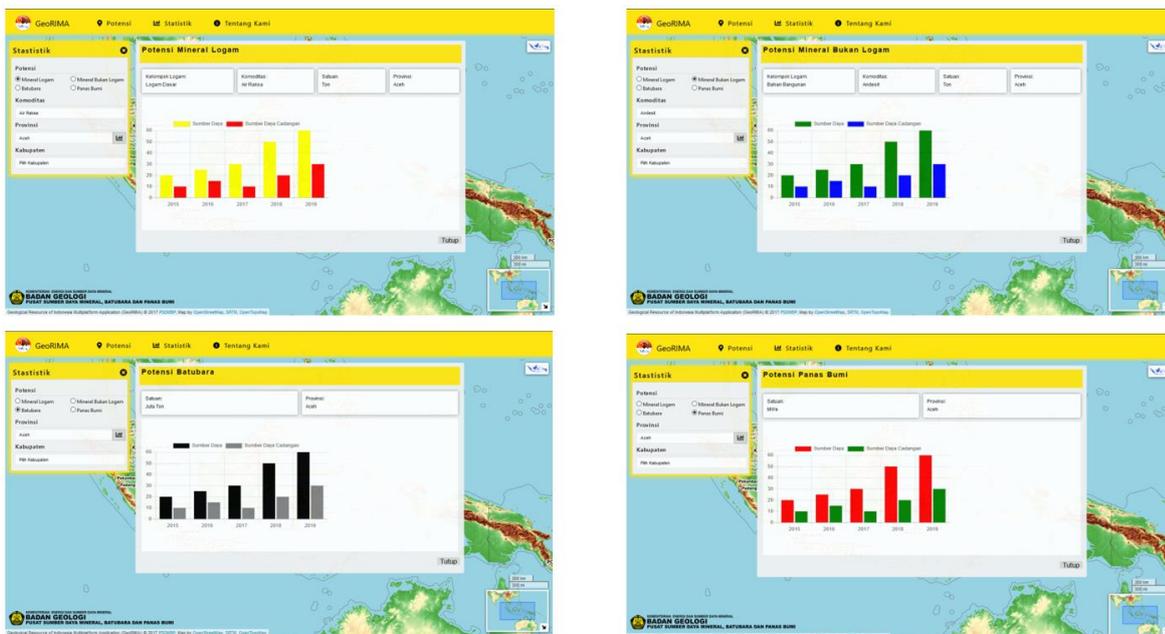
Penyiapan dan Pemutakhiran data dan fitur aplikasi GeoRIMA

Kegiatan penyiapan dan pemutakhiran data spasial neraca potensi mineral, batubara dan panas bumi status 2020 dilakukan untuk menjamin data selalu mutakhir pada aplikasi GeoRIMA versi android dan website. Data spasial neraca potensi yang disiapkan dan dilakukan pemutakhiran meliputi: mineral

logam, mineral bukan logam dan batuan, batubara dan panas bumi. Semua data spasial yang disiapkan telah sesuai format KUGI dari hasil kegiatan Tim IGT Potensi. Beberapa hal yang mendukung kemudahan bagi pengguna aplikasi GeoRIMA ini berupa aspek tampilan, kemudahan pengguna dalam mengakses dan kemudahan dalam implementasi (Widhiyatna dkk, 2020).



Gambar 9. Fitur Aplikasi GeoRIMA versi android dan tampilan versi web



Gambar 10. Layout Popup Statistik Neraca Sumber Daya dan Cadangan data 5 tahun terakhir pada aplikasi GeoRIMA

Sinkronisasi data GeorIMA dan EDE

Untuk mendukung pelaporan yang cepat dan mudah dipahami bagi pimpinan, Pusdatin telah mengembangkan aplikasi berbasis web yaitu *ESDM Data Enterprise* (EDE). EDE ini berisi data executive summary berupa grafik statistik juga peta GIS data sektor ESDM. Data potensi mineral, batubara dan panas bumi termasuk data yang ditampilkan dalam EDE. Agar data yang ditampilkan di GeorIMA dan EDE sinkron, telah dilakukan koordinasi yang bersifat teknis terkait hal tersebut. Telah dilakukan kegiatan oleh tim pemutakhiran GIS PSDMBP dan Pusdatin, untuk memutakhirkan data potensi mineral, batubara dan panas bumi, sehingga datanya sinkron, aplikasi GeorIMA menyediakan layanan (*service*) data yang dapat diakses oleh EDE. Layanan GeorIMA tersebut berupa API (*Application Programming Interface*) berbagi data.

KESIMPULAN

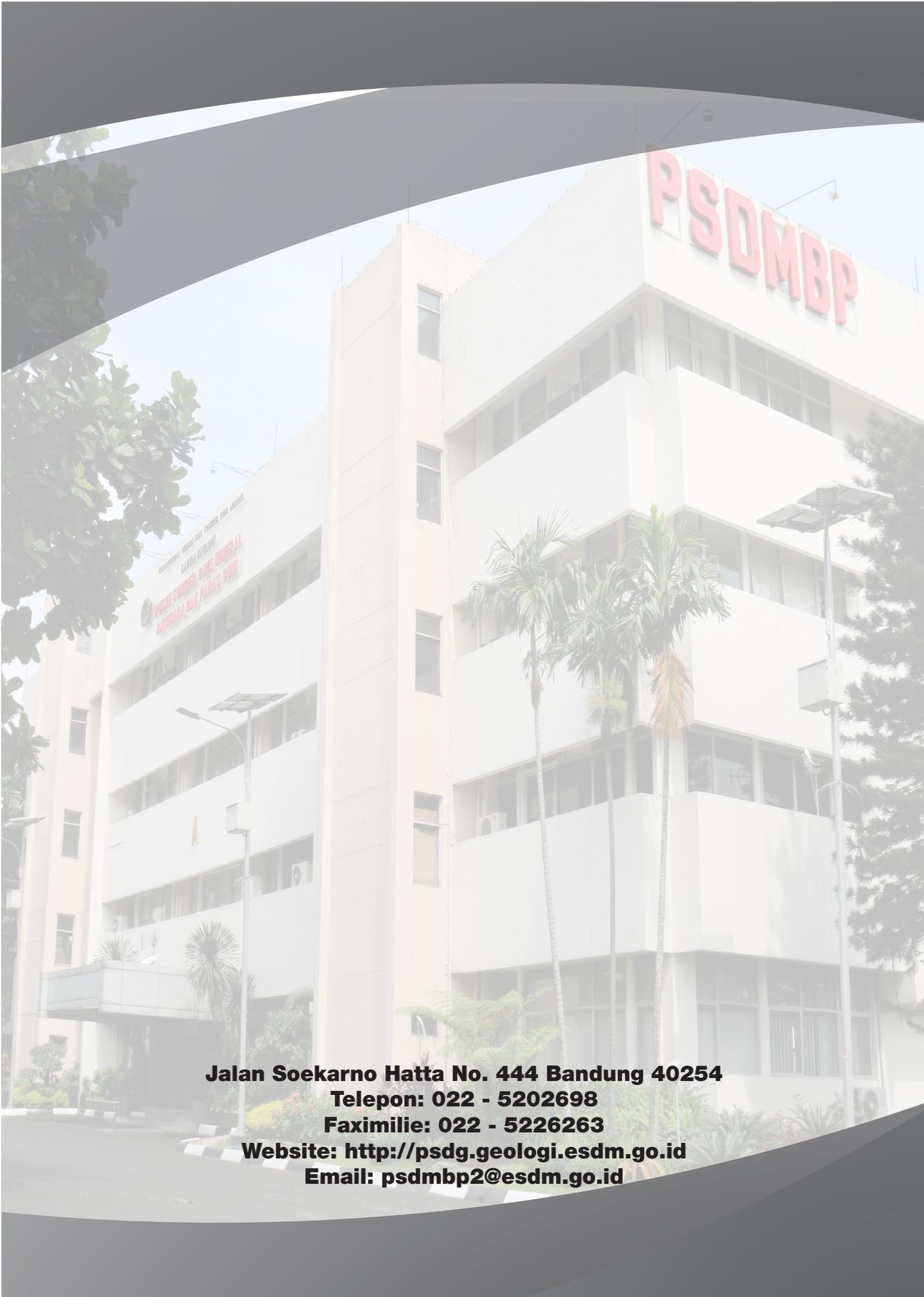
Pemutakhiran data SIG Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi sebagai bentuk upaya pertanggungjawaban PSDMBP dalam rangka memberikan pelayanan publik

berupa informasi kegeologian (geosain) di wilayah potensi sumber daya mineral, batubara, dan panas bumi kepada masyarakat luas khususnya *stakeholder* di bidang pertambangan dan energi. Basis Data sumber daya geologi yang tersaji dalam bentuk website ini sangat bermanfaat untuk pengguna untuk mendapatkan informasi geosain di sekitar potensi sumber daya geologi Indonesia yang meliputi mineral logam, mineral bukan logam dan batuan, batubara, gas metana batubara, gambut, dan panas bumi.

Pekerjaan sinkronisasi data pada kegiatan Pemutakhiran SIG Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi melibatkan data formulir basis data yang telah dilakukan PSDMBP pada tahun 2020 serta neraca potensi sumber daya geologi tahun 2020. Hasil Pemutakhiran SIG Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi hendaknya ditindaklanjuti dengan integrasi informasi di aplikasi yang sudah berjalan seperti Aplikasi GeorIMA versi android dan website. *Update* data terhadap formulir basis data diharapkan selalu diselaraskan dengan data neraca potensi sumber daya geologi yang terbaru, agar informasi yang disajikan kepada pengguna merupakan informasi terbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, Triwahyuni Ch Terra, 2003, Pengenalan Teknologi Informasi, Andi Yogyakarta.
- Anonim, Laporan Akhir Pemutakhiran Atlas dan Metadata Sumber Daya Geologi Indonesia, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung, 2019.
-, Laporan Akhir Pemutakhiran Data IGT Potensi Mineral, Batubara Dan Panas Bumi Untuk Mendukung Percepatan Kebijakan Satu Peta Skala 1: 50.000 Se Indonesia, Bandung, 2019.
-, Laporan Tahunan Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung, 2019.
- Widhiyatna, D, Sukmayana, I dan Octavira, F, 2020, Georima Sebagai Inovasi Teknologi Dalam Penyebarluasan Informasi Potensi Sumber Daya Mineral, Batubara Dan Panas Bumi Indonesia, Prosiding, Seminar Nasional Geomatika 2020, Badan Informasi Geospasial.



Jalan Soekarno Hatta No. 444 Bandung 40254

Telepon: 022 - 5202698

Faximilie: 022 - 5226263

Website: <http://psdg.geologi.esdm.go.id>

Email: psdmbp2@esdm.go.id