

KANDUNGAN SULFUR DALAM BATUBARA INDONESIA

Oleh :

Fatimah*) dan Herudiyanto)**

*) Kelompok Program Penelitian Energi Fosil Pusat Sumber Daya Geologi

***) Laboratorium Fisika Mineral Pusat Sumber Daya Geologi

SARI

Endapan batubara Indonesia dapat dibagi dalam dua kelompok utama, Batubara Paleogen dan Batubara Neogen, yang masing-masing mempunyai karakter tersendiri, baik sebarannya maupun kualitasnya. Analisis kandungan sulfur pada sejumlah conto batubara dari berbagai cekungan batubara Indonesia dilakukan untuk mengetahui pola nilai kandungan sulfur batubara yang diharapkan akan memberi gambaran pola kandungan sulfur batubara Indonesia secara umum. Analisis petrografi material organik juga dilakukan untuk mengetahui adakah pengaruh kelimpahan material organik tertentu atau mungkin rank terhadap nilai kandungan sulfur. Data yang digunakan pada kajian ini berupa data primer dan data sekunder yang berasal dari berbagai laporan penyelidikan batubara terdahulu. Berdasarkan data tersebut tidak terlihat adanya pola tertentu kandungan sulfur baik untuk Batubara Paleogen maupun Batubara Neogen. Data juga menunjukkan bahwa beberapa conto batubara memperlihatkan kandungan sulfur tinggi yang signifikan. Hasil analisis petrografi organik, sejauh ini, memperlihatkan tidak adanya pengaruh yang signifikan dari jenis dan kelimpahan material organik tertentu serta rank terhadap kandungan sulfur.

ABSTRACT

Indonesian coal deposit can be grouped into Paleogene Coal and Neogene Coal, which have their own characteristics. Sulphur analysis on some number of coal samples obtained from various Indonesian coal basins, has been carried out to determine general trend of sulphur content. Organic petrography has also been conducted to find out any correlation presence between the abundance of particular organic matter (type) and probably ranks and sulphur content. Primary data and secondary data from previous investigations were used in this assessment. These data indicate that there are no certain pattern of sulphur content either in Paleogene or Neogene coals. Furthermore, data also shows that some Indonesian coal has also contained significantly high of sulphur content. Organic petrographic results show no significant influence of organic matter type and ranks on sulphur content.

LATAR BELAKANG

Batubara Indonesia dikenal sebagai batubara yang memiliki kadar sulfur yang rendah. Kondisi ini menyebabkan batubara Indonesia sangat kompetitif di pasaran dunia karena dianggap sebagai batubara yang ramah lingkungan. Sejumlah data memang menunjukkan kisaran kandungan sulfur yang secara signifikan rendah pada batubara Indonesia. Namun demikian, sesungguhnya belum ada penelitian yang dilakukan khusus untuk mempelajari kandungan sulfur dalam batubara Indonesia. Data hasil analisis kandungan sulfur batubara yang diperoleh dari berbagai daerah di Indonesia baru memperlihatkan gambaran kualitas secara lokal baik dari daerah konsesi penambangan suatu perusahaan maupun dari hasil penyelidikan yang bersifat sporadis. Begitu pula, sejauh ini belum ada publikasi yang secara khusus memberi informasi mengenai kandungan sulfur dalam batubara Indonesia.

UMUM

Istilah kadar/kandungan sulfur 'tinggi' atau 'rendah' sebenarnya sangat relatif. Kandungan sulfur batubara Indonesia berdasarkan data sejumlah hasil analisis,

umumnya relatif rendah yaitu <1.0%. Pada beberapa daerah memang dijumpai batubara dengan kandungan sulfur yang tinggi, tapi tampaknya hanya bersifat setempat dan dianggap tidak mewakili suatu formasi pembawa batubara, umur dan terlebih cekungan. Begitu pula apabila dibandingkan dengan batubara yang berumur Pennsylvanian (~ Karbon) dari Illionis Basin di Amerika Serikat dengan kandungan sulfur batubara melampaui 4.0%, batubara Indonesia dapat dikatakan memiliki kandungan sulfur yang relatif rendah.

OBYEKTIF

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai kandungan sulfur dari batubara Indonesia secara regional. Selain itu, juga mengulas gambaran umum mengenai karakter batubara Indonesia serta korelasi antara kandungan sulfur dengan karakter petrografi dari beberapa conto batubara terpilih. Data yang dihimpun merupakan data primer dan data sekunder yang berasal dari hampir seluruh formasi pembawa batubara di Indonesia.

TERJADINYA SULFUR DALAM BATUBARA

Sulfur telah bergabung dalam sistim pengendapan batubara sejak batubara tersebut masih dalam bentuk

endapan gambut. Gambut di Indonesia terbentuk pada suatu lingkungan pengendapan yang disebut raised swamp, yaitu di daerah dimana curah hujan tahunan lebih besar dari evaporasi tahunannya. Pada kondisi seperti ini, gambut akan menghasilkan batubara dengan kandungan sulfur yang rendah karena hanya mendapat pasokan 'makanan' dari air hujan. Sulfur dalam batubara didapatkan dalam bentuk mineral sulfat, mineral sulfida dan material organik.

Gambut mengandung semua bentuk sulfur yang didapatkan dalam batubara termasuk sulfur piritik, sulfat dan organik. Kandungan sulfur yang ditemukan pada gambut dapat memprediksikan kuantitas sulfur yang ada dalam batubara. Menurut Casagrande et al. (1987) gambut yang berada di bawah pengaruh air laut umumnya mengandung kadar sulfur yang lebih tinggi dibandingkan dengan gambut air tawar. Sulfat merupakan reaktan yang menentukan tingkat kuantitas sulfur piritik dan sulfur organik dalam gambut.

KONDISI PENGENDAPAN BATUBARA INDONESIA

Sebaran endapan batubara Indonesia yang berpotensi ekonomis, sebagian besar terdapat di Sumatera dan Kalimantan. Berdasarkan studi pembentukan endapan batubara, sebagian besar dari batubara tersebut berasal dari endapan gambut yang terbentuk dalam iklim equatorial yang kaya akan curah hujan. Gambut tersebut tumbuh sebagai domed peat yang berkembang di atas rata-rata permukaan air tanah, satu keadaan yang menyebabkan gambut sangat sedikit mendapat pengaruh dari water-borne mineral sehingga menghasilkan batubara yang secara umum mempunyai kadar abu dan sulfur yang rendah.

Secara umum endapan batubara di Indonesia dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua), yaitu batubara Paleogen dan batubara Neogen. Endapan batubara tersebut terdapat dalam cekungan- cekungan pengendapan yang tersebar di wilayah Indonesia. Gambar 1 menunjukkan sebaran cekungan utama yang mengandung endapan batubara.

Cekungan Batubara Paleogen

Cekungan pembawa batubara berumur Paleogen terbentuk pada awal Tersier sedangkan pengendapan batubaranya diduga berawal pada Eosen Tengah. Cekungan batubara Paleogen terbentuk dalam sistem cekungan intramontane dan continental margin. Batubara diendapkan dalam lingkungan yang sedikit sekali berhubungan dengan kondisi geografi atau pengendapan peat modern saat ini.

Berbeda dengan batubara Paleogen, pembentukan batubara yang berumur Neogen berdasarkan penelitian terdahulu, dikendalikan oleh pola aliran air yang dianalogikan dengan pola pengendapan peat modern di Sumatera dan Kalimantan saat ini. Endapan batubara Paleogen ditemukan di Cekungan Ombilin di Sumatera Barat, Cekungan Sumatera Tengah di Riau, Pasir dan Asam-asam di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur, Barito di Kalimantan Selatan dan Tengah serta Cekungan Ketungau di Kalimantan Barat. Endapan batubara Paleogen yang tidak luas juga ditemukan di Sulawesi Selatan dan Jawa Barat. Tabel 1 memperlihatkan kualitas batubara rata-rata dari berbagai contoh batubara Paleogen.

Endapan batubara Paleogen terbentuk dalam extensional structural setting di lingkungan pengendapan



Gambar 1. Cekungan Batubara Utama di Indonesia (ARI, 2003)

Tabel 1. Kualitas Batubara Rata-rata Beberapa Endapan Batubara Paleogen

TAMBANG	CEKUNGAN	TM % (ar)	IM % (ad)	Ash % (ad)	VM % (ad)	S % (ad)	CV kkal/kg (ad)
Satui	Asam-asam	10	7	8	41.5	0.8	6800
Senakin	Pasir	9	4	15	39.5	0.7	6400
Petangis	Pasir	11	4.4	12.	40.5	0.8	6700
Ombilin	Ombilin	12	6.5	< 8	36.5	0.5-0.6	6900
Parambahan	Ombilin	4	-	10	37.3	0.5	6900

Tabel 2. Kualitas Batubara Rata-rata Beberapa Endapan Batubara Neogen

TAMBANG	CEKUNGAN	TM % (ar)	IM % (ad)	Ash % (ad)	VM % (ad)	S % (ad)	CV kkal/kg (ad)
Prima	Kutai	9	-	4	39	0.5	6800
Roto South	Pasir	24	-	3	40	0.2	5200
Binungan	Tarakan	18	14	4.2	40.1	0.5	6100
Air laya	Sumsel	24	-	5.3	34.6	0.49	5300
Paringin	Barito	24	18	4	40	0.1	5950

transgresi. Batubaranya memiliki karakteristik kadar abu dan sulfur yang tinggi. Batubara Paleogen juga cenderung tidak tebal. Endapan yang mempunyai nilai ekonomis pada umumnya memiliki ketebalan 4 hingga 6 meter. Rank dari batubara Paleogen secara umum lebih tinggi dari batubara Neogen dengan nilai kalori yang lebih tinggi dan kadar kelembaban yang rendah. Beberapa endapan batubara Paleogen di Indonesia memiliki kriteria yang tepat untuk tambang permukaan seperti ketebalan, struktur geologi yang sederhana dan kualitas yang diinginkan pasar, sehingga sangat mendukung sebagai komoditi ekspor untuk thermal coal.

Cekungan Batubara Neogen

Cekungan batubara Neogen terbentuk pada awal Tersier Tengah dalam sistem cekungan foreland, delta dan continental margin serta diendapkan dalam lingkungan regresi. Batubara Neogen pada umumnya jauh lebih tebal dari batubara Paleogen, bahkan ditemukan endapan dengan ketebalan lebih dari 30 meter. Batubara Neogen juga memiliki karakteristik kadar abu dan sulfur yang rendah, bahkan sebagian batubara ini memiliki kadar abu dan sulfur yang sangat rendah (<1%). Tabel 2 memperlihatkan kualitas batubara rata-rata dari beberapa conto batubara Neogen di Indonesia.

Endapan batubara Neogen ditemukan di Cekungan Sumatera Selatan, Cekungan Bengkulu, Cekungan Meulaboh di Aceh, Kutai dan Tarakan di Kalimantan Timur dan Cekungan Barito di Kalimantan Selatan.

Walaupun sebagian batubara Miosen-Pliosen memiliki endapan dengan ketebalan yang memungkinkan untuk ditambang secara komersil, ditambah kadar abu dan sulfur yang rendah serta struktur geologi yang sederhana, rank dari batubara ini bervariasi. Sebagian besar memiliki rank rendah

(lignite) dengan kadar moisture yang tinggi dan nilai kalori yang rendah. Hal inilah yang menjadi kendala dalam pemasaran batubara Neogen sebagai komoditi ekspor. Sebagian besar batubara Neogen rank rendah saat ini dimanfaatkan untuk keperluan dalam negeri sebagai sumber energi untuk pembangkit tenaga listrik.

Di beberapa daerah, terdapat pula endapan batubara Neogen yang memiliki rank tinggi hingga antrasit. Ini disebabkan sebagian batubara tersebut terkena thermal effect dari suatu kegiatan magma. Sebagai contoh adalah batubara Bukit Asam, Sumatera Selatan, Sumatera Barat dan dengan skala yang lebih kecil di Cekungan Kutai.

Berdasarkan karakter dari masing-masing kelompok batubara seperti yang diuraikan di atas, maka dapat dibuat suatu ringkasan yang memperlihatkan perbandingan secara umum kedua kelompok batubara Indonesia (Tabel 3).

ANALISIS DATA

Data untuk keperluan tulisan ini dihimpun dari data sekunder dan data primer. Data sekunder merupakan data analisis laboratorium yang merupakan bagian dari hasil penyelidikan terdahulu baik yang dilakukan oleh Pusat Sumber Daya Geologi (sebelumnya Direktorat Sumber Daya Mineral) maupun sektor swasta. Sedangkan data primer merupakan hasil analisis laboratorium sejumlah conto batubara yang diambil secara langsung di lapangan. Data primer ini selain berupa hasil analisis kandungan sulfur, juga hasil analisis petrografi organik untuk mengetahui sejauh mana korelasi antara kandungan sulfur dengan beberapa parameter material organik.

Berdasarkan persentase volume atau kadar sulfur yang dikandung batubara, kandungan sulfur dikelompokkan menjadi 4 (empat) yaitu rendah, sedang, tinggi dan kisaran lebar dengan kriteria sebagai berikut :

Tabel 3. Perbandingan Karakteristik Batubara Paleogen dan Neogen

Batubara Paleogen	Batubara Neogen
Terbentuk dalam sistem <i>Intermountain</i> dan <i>continental margin basins</i> dalam lingkungan pengendapan transgresi.	Terbentuk dalam sistem <i>back deep</i> , <i>deltaic</i> dan <i>continental margin basin</i> dalam lingkungan regresi
Batubara relatif tipis tapi kontinyu.	Ketebalan batubara bervariasi, pada umumnya jauh lebih tebal dari batubara Neogen
Kadar abu dan sulfur yang lebih tinggi	Kadar abu dan sulfur yang rendah
Rank tinggi dengan kadar moisture yang rendah dan nilai kalori yang tinggi	Sebagian besar berjenis <i>sub-bituminous</i> dan <i>lignite</i> dengan kadar moisture yang tinggi dan nilai kalori yang rendah.
Umumnya merupakan batubara komoditi ekspor	Sebagian besar dimanfaatkan untuk keperluan dalam negeri terutama sebagai <i>steaming coal</i>

- rendah, apabila kandungan sulfur : $S < 0.6\%$
- sedang, apabila kandungan sulfur : $0.6\% < S < 0.8\%$
- tinggi, apabila kandungan sulfur : $S > 0.8\%$
- kisaran lebar, apabila kandungan sulfur : S menunjukkan nilai yang meliputi kelompok rendah, sedang dan tinggi.

Pada tulisan ini kriteria kandungan sulfur diadopsi dari Casagrande (1987) dimana kandungan sulfur yang memenuhi regulasi lingkungan untuk peringkat (rank) lignit $< 0.6\%$, sedangkan untuk peringkat bituminus $< 0.8\%$. Pada sejumlah daerah angka kandungan sulfur sangat bervariasi dengan gap yang sangat besar, sedangkan angka tersebut tidak dapat diambil rata-ratanya begitu saja karena dapat memberikan data kandungan sulfur yang rancu. Dengan demikian dibuatlah kriteria 'kisaran lebar' sehingga yang berkepentingan dapat mengetahui secara apa adanya kualitas batubara berdasarkan kandungan sulfur dari suatu daerah tertentu.

Tabel 4. Kriteria penentuan komposisi maseral

Kelimpahan m.o. kualitatif	% Material Organik
do (dominant)	$om > 60\%$
ma (major)	$10.0 \leq om \leq 49.9\%$
ab (abundant)	$2.0 \leq om \leq 9.9\%$
co (common)	$0.5 \leq om \leq 1.9\%$
sp (sparse)	$0.1 \leq om < 0.49\%$
ra (rare)	$om < 0.1\%$
an (absent)	$om = 0.0\%$

Analisis petrografi dilakukan untuk menentukan rank batubara dengan didasarkan pada pengukuran reflektan vitrinit maksimum (R_{vmax}) dan analisis maseral dengan menggunakan fasilitas 'fluorescence mode' pada mikroskop. Komposisi maseral ditentukan secara semi-kuantitatif dengan kriteria seperti yang tertera dalam Tabel 4.

Data kandungan sulfur baik data primer maupun sekunder disajikan dalam Tabel 5. Sedangkan Tabel 6 berisi

data ringkasan hasil analisis petrografi sejumlah contoh batubara.

DISKUSI

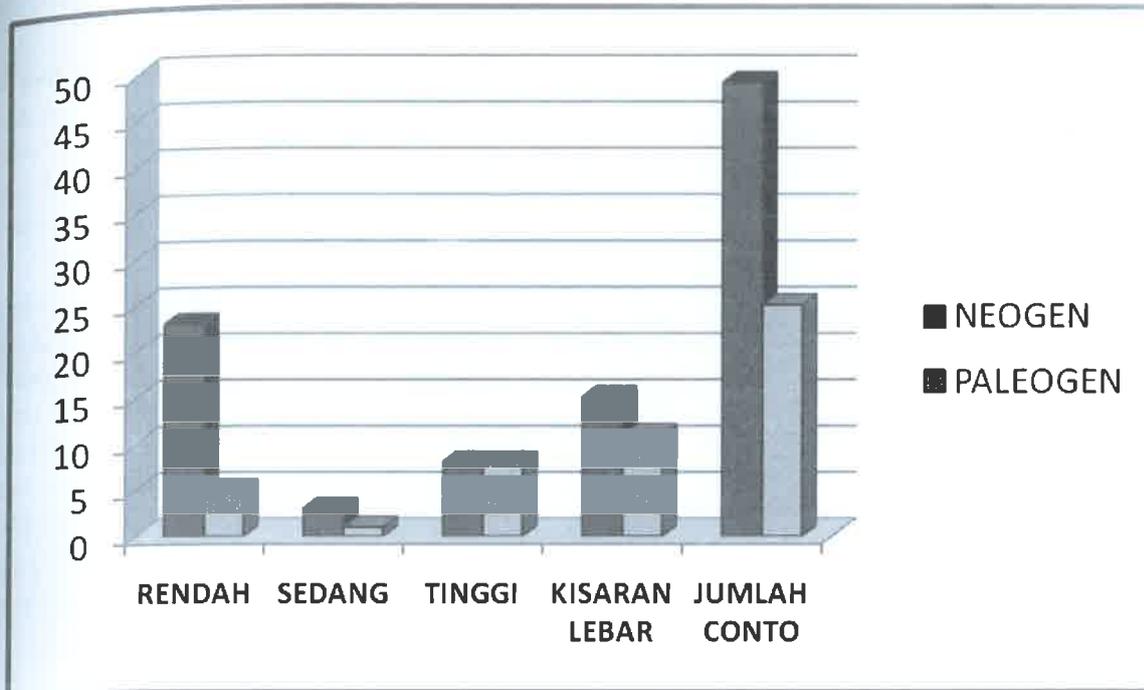
Baik data primer maupun data sekunder berasal dari berbagai formasi dan cekungan batubara di Indonesia. Walaupun demikian data tersebut tidak dapat begitu saja dianggap mewakili seluruh batubara yang ada di Indonesia. Ada beberapa faktor yang perlu mendapat perhatian di dalam menentukan suatu representative samples, diantaranya adalah sebagai berikut :

- metoda pemercontohan (sampling method) misalnya jarak antar conto baik vertikal maupun lateral
- banyaknya conto
apakah conto yang diambil untuk dianalisis sesuai jumlahnya untuk suatu daerah eksplorasi dengan luas tertentu atau hanya mewakili suatu seam batubara atau formasi pembawa batubara
- basis analisis, mulai dari preparasi sampai dengan analisis

Tidak semua faktor di atas dapat dipenuhi karena sebagian data berupa data sekunder yaitu data yang berasal dari laporan-laporan penyelidikan terdahulu sulit untuk ditelusuri proses pengolahan datanya.

Secara keseluruhan data kandungan sulfur diperoleh dari setidaknya 75 daerah atau lokasi dengan berbagai latar belakang cekungan, umur, formasi dan rank batubara yang berbeda (lihat Tabel 5). Dari jumlah ini, 49 conto berasal dari formasi batuan berumur Neogen, 25 formasi lainnya berumur Paleogen, sedangkan 1 conto berasal dari formasi batuan Pra-Tersier.

Gambar 2 memperlihatkan sejumlah 19 daerah / formasi batubara Paleogen dengan kandungan sulfur untuk kategori kisaran lebar dan tinggi (25%), sedangkan sisanya 6 daerah / formasi (8%) adalah batubara dengan kategori sulfur rendah dan sedang. Pada Batubara Neogen, 23 daerah / formasi memperlihatkan kategori kandungan sulfur kisaran lebar dan tinggi (31%) dan 26 daerah / formasi kategori kandungan sulfur sedang dan rendah (35%).



Gambar 2. Kandungan Sulfur Berdasarkan Kategori dari Sejumlah Contoh Batubara di Indonesia

Dengan melihat kepada persentase kandungan sulfur berdasarkan umur / formasi, maka sesuai dengan penelitian terdahulu, kandungan sulfur pada batubara Paleogen umumnya lebih tinggi dari pada kandungan sulfur batubara Neogen (lihat Tabel 3). Walaupun demikian perlu untuk diperhatikan bahwa data untuk formasi batubara Neogen (49 formasi) lebih banyak dibandingkan data formasi batubara Paleogen (26 formasi). Hal lain adalah adanya data kandungan sulfur dengan kisaran lebar di sejumlah daerah/lokasi. Kisaran tersebut bervariasi seperti daerah Krueng Nago, Nanggroe Aceh Darussalam yang berkisar dari 0.2%-4.04% atau daerah Merakai, Kalimantan Barat dimana angka kisaran kandungan sulfur dari 0.30%-6.30%. Kemungkinan terdapatnya kisaran yang besar pada data kandungan sulfur diantaranya adalah : analisis kandungan sulfur bukan berasal dari satu seam tetapi berasal lebih dari satu individual seam yang mungkin juga mempunyai perbedaan pada umur atau lingkungan pengendapannya. Kemungkinan lain adalah berkaitan dengan metoda pengambilan contoh, grab sampling misalnya, cenderung untuk memberikan hasil analisis yang kurang mewakili, terlebih apabila daerah/lokasi penyelidikan mengandung lebih dari satu lapisan batubara tebal.

Contoh batubara dari sejumlah daerah terpilih yang dianalisis untuk kandungan sulfur juga dianalisis petrografi

yang hasilnya disajikan pada Tabel 6. Rank batubara berdasarkan angka reflektan vitrinit, berkisar dari 0.25-0.82 atau jenis batubara lignit sampai high volatile bituminous B, terkecuali batubara dari daerah Bengkulu Utara dan Selatan serta Timika, Papua yang telah mengalami alterasi akibat intrusi magma. Rank batubara daerah ini berkisar dari R_{vmax} 0.41 sampai mendekati 5.0% atau sub-bituminous C sampai meta-antrasit. Komposisi maseral sebagaimana umumnya batubara Tersier, didominasi oleh vitrinit, sedangkan inertinit (kecuali daerah Timika, Papua) dan liptinit hadir sebagai minor element.

Dari uraian di atas berdasarkan pendekatan analisis kandungan sulfur, dan analisis mikroskop terlihat bahwa batubara yang diteliti dalam kajian ini berasal dari bermacam rank, dari lignit meta antrasit, kelompok umur seperti Neogen dan Paleogen, formasi dan tatanan tektoniknya yang dicerminkan oleh cekungan pengendapan batubaranya seperti intramontan, 'back-arc basin', kratonik, deltaik atau flufiatil. Namun sejauh ini belum terlihat adanya 'trend' atau pola sebaran tertentu dari kandungan sulfur, artinya, tinggi atau rendahnya kandungan sulfur tidak tergantung dari rank, kelompok umur dan geologi regionalnya.

Faktor yang tampaknya lebih berpengaruh pada kandungan sulfur batubara Indonesia pada umumnya dan batubara Neogen khususnya, berkaitan dengan lingkungan pengendapan dan paleoclimate pada saat pembentukan batubara Neogen yang dianggap sama dengan endapan peat

modern. Iklim ekuatorial dengan curah hujan yang tinggi sepanjang tahun, mengakibatkan gambut tumbuh sebagai ombrogeneous atau domed peats (kubah gambut). Gambut berkembang diatas muka air tanah hingga pada suatu ketinggian yang tidak terpengaruh oleh flooding yang dapat menjadi kontributor utama kadar abu dan material mineral dalam batubara.

Secara teori, inkorporasi sulfur telah dimulai saat batubara masih dalam bentuk peat, jadi apabila peat tadi tidak mendapatkan sumber sulfur, baik dalam bentuk sulfat, sulfida maupun organik, bisa diperkirakan batubara tersebut tidak atau kurang mengandung sulfur. Sebaliknya, adapula suatu lingkungan pengendapan batubara setempat yang memungkinkan terjadinya pengayaan unsur sulfur dengan adanya faktor geologi dan geokimia yang mendukungnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan telaahan kandungan sulfur pada batubara baik melalui data sekunder, seperti studi literatur, laporan penyelidikan terdahulu dan laporan yang berasal dari sektor swasta, maupun data primer, seperti hasil olahan data

lapangan dari daerah terpilih, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Pada beberapa publikasi disebutkan bahwa batubara Indonesia secara umum dianggap rendah kadar sulfurnya, walaupun berdasarkan hasil analisis, di beberapa lokasi juga diperoleh batubara dengan kadar sulfur tinggi bahkan mencapai 9.8% (Formasi Sihapas, Sumatera Barat).
2. Hasil studi ini menunjukkan tidak terlihat adanya trend atau pola sebaran kandungan sulfur yang jelas pada batubara Indonesia, meskipun data batubara berasal dari latar belakang geologi yang bervariasi seperti rank, umur atau geologi regional. Variasi kandungan sulfur kemungkinan lebih dipengaruhi oleh lingkungan pengendapan batubara yang bersifat lebih lokal.
3. Tidak terlihat hubungan yang signifikan antara kandungan sulfur dengan kelimpahan material atau jenis material organik tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Casagrande, D.J., 1987. *Sulphur in peat and coal*, in : Scott, A.C. (ed.), *Coal and Coal-bearing Strata : Recent Advances*, Geol. Soc. Spec. Publ., No. 32, p. 87-105

Tabel 5. Kandungan Sulfur Dalam Berbagai Formasi Pembawa Batubara Di Indonesia (basis analisis 'adb')

No.	LOKASI/DAERAH	PROVINSI	FORMASI	UMUR	KANDUNGAN SULFUR	KATEGORI
1	Krueng Nago	NAD	Tutut	Neogen	0.20 - 4.04	Kisaran Lebar
2	Krueng Seunagan, Samatiga	NAD	Tutut	Neogen	0.26 - 1.04	Kisaran Lebar
3	Alasa, Pulau Nias	SUMATERA UTARA	Lelemtua	Neogen	0.16	Rendah
4	Barus, Sorkam	SUMATERA UTARA	Barus	Neogen	0.09 - 2.04	Kisaran Lebar
5	TEGUH PERSADA COAL	SUMATERA BARAT	Sihapas	Neogen	1.99 - 9.78	Tinggi
6	Bukit Medang, Kuantan Riau	RIAU	Talangakar	Paleogen	1.35 - 3.02	Tinggi
7	ABADI BATUBARA CEMERLANG	RIAU	Palembang, AT	Neogen	0.74	Sedang
8	LUBUK JAMBI	RIAU	Talangakar	Paleogen	1.12	Tinggi
9	RIAU BARA HARUM	RIAU	Muaraenim	Neogen	0.42 - 1.82	Kisaran Lebar
10	Batuampar	RIAU	Lakat	Paleogen	0.30 - 0.67	Rendah
11	Penadah, Basaampekk	SUMATERA BARAT	Lemau	Neogen	0.91	Tinggi
12	Stenkol	JAMBI	Muaraenim	Neogen	0.30 - 0.60	Rendah
13	Sungai Lalangi	BENGGKULU	Lemau	Neogen	0.22 - 0.35	Rendah
14	Air Banai	BENGGKULU	Lemau	Neogen	0.76 - 2.14	Tinggi
15	Taba Penanjung	BENGGKULU	Lemau	Neogen	< 1.00	Sedang
16	KILISUCI PARAMITA	BENGGKULU	Lemau	Neogen	0.29 - 0.84	Kisaran Lebar
17	Sungai Malam	SUMATERA SELATAN	Muaraenim	Neogen	0.36	Rendah
18	Lubuk Mahang	SUMATERA SELATAN	Muaraenim	Neogen	0.26 - 0.80	Kisaran Lebar
19	Bentayan	SUMATERA SELATAN	Muaraenim	Neogen	0.24 - 0.50	Rendah
20	Bayunglencir	SUMATERA SELATAN	Muaraenim	Neogen	0.23 - 1.27	Kisaran Lebar
21	Mesuji	SUMATERA SELATAN	Muaraenim	Neogen	0.72 - 1.90	Tinggi
22	Pagardewa	SUMATERA SELATAN	Muaraenim	Neogen	0.27 - 0.56	Rendah
23	Padangratu, Mesuji	LAMPUNG	Talangakar	Paleogen	0.80 - 0.98	Tinggi
24	Bojongmanik	BANTEN	Bojongmanik	Neogen	0.89 - 4.19	Tinggi
25	Nangah, Merakai, Senaning	KALIMANTAN BARAT	Ketungau	Paleogen	0.30 - 6.30	Kisaran Lebar
26	Pangkalan Bun	KALIMANTAN TENGAH	Dahor	Neogen	0.34 - 1.20	Kisaran Lebar
27	Dahlia, Barito Utara	KALIMANTAN TENGAH	Batuayau	Paleogen	0.65	Sedang
28	Laung Tuhip	KALIMANTAN TENGAH	Batuayau	Paleogen	0.39	Rendah
29	Kampungkotor, Tumbangsalio	KALIMANTAN TENGAH	Puruk Cahu	Paleogen	0.20 - 2.78	Kisaran Lebar
30	Mamput, Bronang	KALIMANTAN TENGAH	Tanjung	Paleogen	0.19 - 1.11	Kisaran Lebar

Tabel 5. Data Kandungan Sulfur Pada Batubara Indonesia (Lanjutan) (basis analisis 'adb')

No.	LOKASI/DAERAH	PROVINSI	FORMASI	UMUR	KANDUNGAN SULFUR	KATEGORI
31	Murangon, Barito Utara	KALIMANTAN TENGAH	Batuayau	Paleogen	1.07	Tinggi
32	Teweh Tengah	KALIMANTAN TENGAH	Tanjung	Paleogen	0.28 - 0.99	Kisaran Lebar
33	Lempanang	KALIMANTAN TENGAH	Pulaubalang	Neogen	0.25	Rendah
34	Kandui Barito Utara	KALIMANTAN TENGAH	Pamaluan	Paleogen	0.19 - 2.74	Kisaran Lebar
35	Buntok, Barito Selatan	KALIMANTAN TENGAH	Tanjung	Paleogen	0.91	Tinggi
36	Pulau Sebatik	KALIMANTAN TIMUR	Tabul, Sajau	Neogen	-	Rendah
37	Pulau Bunyu	KALIMANTAN TIMUR	Sajau	Neogen	0.13 - 1.10	Kisaran Lebar
38	Pulau Tarakan	KALIMANTAN TIMUR	Sajau	Neogen	0.32	Rendah
39	Tanjung Nanga	KALIMANTAN TIMUR	Langap	Neogen	0.12 - 0.15	Rendah
40	S. Mangkupadi, Tanjung Palas	KALIMANTAN TIMUR	Latih	Neogen	0.12 - 1.94	Kisaran Lebar
41	Punan Area	KALIMANTAN TIMUR	Labanan	Neogen	0.44	Rendah
42	Binungan, Birang	KALIMANTAN TIMUR	Labanan	Neogen	0.65	Sedang
43	Kelai Area	KALIMANTAN TIMUR	Labanan	Neogen	0.37	Rendah
44	Kutai Timur	KALIMANTAN TIMUR	Domaring	Neogen	1.20	Tinggi
45	Landus, Berau	KALIMANTAN TIMUR	Kuaro	Paleogen	1.20 - 2.20	Tinggi
46	INDEXIM COALINDO TUHUP	KALIMANTAN TIMUR	Balikpapan	Neogen	0.50 - 0.60	Rendah
47	Wahau	KALIMANTAN TIMUR	Wahau	Neogen	0.14 - 0.34	Rendah
48	BUMI LAKSANA PERKASA	KALIMANTAN TIMUR	Wahau	Neogen	0.29	Rendah
49	Blok Basuimek	KALIMANTAN TIMUR	Manumbar, Maluwi	Neogen	0.46 - 0.68	Rendah
50	Sangata	KALIMANTAN TIMUR	Balikpapan	Neogen	0.48	Rendah
51	TAMBANG DAMAI SUMITOMO	KALIMANTAN TIMUR	Balikpapan	Neogen	1.00 - 2.40	Tinggi
52	Marangkayu	KALIMANTAN TIMUR	Balikpapan	Neogen	0.78 - 2.02	Rendah
53	Bontang	KALIMANTAN TIMUR	Pulaubalang	Neogen	0.20 - 0.57	Rendah
54	Buana Jaya	KALIMANTAN TIMUR	Pamaluan	Paleogen	0.18 - 0.40	Rendah
55	Batuayau	KALIMANTAN TIMUR	Pamaluan	Paleogen	0.20 - 0.35	Rendah
56	Ratah Barat	KALTIM, KALTENG	Batuayau	Paleogen	0.46 - 1.36	Kisaran Lebar
57	S. Nyerebubgan, Anap	KALTIM, KALTENG	Batuayau	Paleogen	0.30 - 1.40	Kisaran Lebar
58	S. Kiding	KALIMANTAN TIMUR	Balikpapan	Neogen	0.12 - 0.66	Rendah
59	Pamakan Utara, Kotabaru	KALIMANTAN TIMUR	Pamaluan	Paleogen	0.17 - 1.45	Kisaran Lebar
60	S. Ayuh, S. Tului, Barito Selatan	KALIMANTAN SELATAN	Tanjung	Paleogen	0.43 - 1.48	Kisaran Lebar

Tabel 5. Data Kandungan Sulfur Pada Batubara Indonesia (Lanjutan) (basis analisis 'adb')

No.	LOKASI/DAERAH	PROVINSI	FORMASI	UMUR	KANDUNGAN SULFUR	KATEGORI
61	BARA PRAMULYA ABADI	KALIMANTAN SELATAN	Warukin	Neogen	0.19 - 1.58	Kisaran Lebar
62	ANTANG GUNUNG MERATUS	KALIMANTAN SELATAN	Warukin	Neogen	0.08 - 0.25	Rendah
63	SUMBER KURNIA BUANA	KALIMANTAN SELATAN	Tanjung	Paleogen	0.60 - 1.39	Kisaran Lebar
64	JORONG BARUTAMA GREYTON	KALIMANTAN SELATAN	Warukin	Neogen	0.12 - 1.20	Kisaran Lebar
65	Asam - Asam	KALIMANTAN SELATAN	Warukin	Neogen	0.16	Rendah
66	SIGMA LUHUR INDAH	KALIMANTAN SELATAN	Tanjung	Paleogen	0.24 - 0.35	Rendah
67	Kanibungan, Binguang	KALIMANTAN SELATAN	Tanjung	Paleogen	0.39 - 2.80	Kisaran Lebar
68	Timbawana	SULAWESI TENGAH	Tomata	Neogen	0.27 - 0.53	Rendah
69	Boneheu, Mamuju	SULAWESI SELATAN	Toraja	Paleogen	0.82 - 3.50	Tinggi
70	Enrekang	SULAWESI SELATAN	Toraja	Paleogen	0.73 - 1.32	Tinggi
71	Pangkep - Barru	SULAWESI SELATAN	Malawa	Neogen	0.88 - 3.37	Tinggi
72	Horna Bintuni, Manokwari	PAPUA	Steenkol	Neogen	0.44 - 2.01	Kisaran Lebar
73	Blok B Sekwen Tengah	PAPUA	Steenkol	Neogen	0.47 - 3.47	Kisaran Lebar
74	Blok A Bintuni	PAPUA	Steenkol	Neogen	0.41 - 1.84	Kisaran Lebar
75	Mimika, Fak - Fak	PAPUA	Aiduna	Pra-Tersier	0.32 - 0.58	Rendah

Keterangan : Batubara Paleogen dan Pre-Tersier

Tabel 6 RINGKASAN HASIL ANALISIS PETROGRAFI BATUBARA DARI BERBAGAI DAERAH TERPILIH DI INDONESIA

No	D A E R A H	UMUR	KISARAN R _v (%)	KISARAN KOMPOSISI MASERAL (% , semi-kuantitatif)							MM
				V	I	Spor	Res	Kut	Sub	Lpdt	
1	Lubuk Sikaping, Rokan, Sumatera Barat	Pal.	0.55 – 0.82	ma-do	sp-co	ra-sp	ra-sp	an-sp	an	ra	ab-ma
2	Kamang, Kab.Sawahlunto-Sijunjung, Sumbar	Pal.	0.64 – 0.68	do	sp	an-ra	ra-sp	ra-sp	an	an-ra	co-ab
3	Pagardewa, Kab. OKI, Sumatera Selatan	Neo.	0.25 – 0.36	do	sp-co	ra-sp	ra-sp	sp-co	an	ra	ab-ma
4	Kab. OKU-OKI, Sumatera Selatan	Neo.	0.26 – 0.45	do	co-ab	sp	ab	ab	sp-co	an-sp	ab-ma
5	Kab. Bengkulu Utara-Selatan, Bengkulu *)	Pal.	0.41 – 4.11	do	an-ab	an-sp	ra-sp	an-sp	an	ra	co-ma
6	Marangkayu, Kab. Kukar, Kalimantan Timur	Neo.	0.38 – 0.53	do	sp-co	an-sp	sp-ab	sp-ab	an	ra	ab
7	Buana Jaya, Kab. Kukar, Kalimantan Timur	Neo.	0.36 – 0.51	do	sp-co	ra-sp	sp-co	sp-ab	an	ra-sp	sp-ab
8	Muara Wahau, Kab. Kutai, Kalimantan Timur	Neo.	0.26 – 0.30	do	sp-co	ra-sp	sp-co	sp-co	an	ra	ab
9	Bontang, Kalimantan Timur	Neo.	0.39 – 0.64	do	ra-ab	ra-sp	sp-ab	an-ab	an-sp	an-sp	sp-ab
10	Timika, Papua *)	Pre-T.	2.30 – 4.39	do	co-ma	an	an	an	an	an	ab-ma

CATATAN :
 V = Vitritinit
 I = Inertinit
 Spor = Sporinit
 Res = Resinit
 Kut = Kutinit
 Sub = Suberinit
 Lpdt = Liptodetrinit
 MM = Material Mineral
 Pal = Paleogen
 Neo = Neogen
 Pre-T = Pre-Tersier
 *) = Thermally altered coal zone

Qualitative Abundance O.M. :

do (dominant) : om > 60%
 ma (major) : 10.0 ≤ om ≤ 49.9%
 ab (abundant) : 2.0 ≤ om ≤ 9.9%
 co (common) : 0.5 ≤ om ≤ 1.9%
 sp (sparse) : 0.1 ≤ om ≤ 0.49%
 ra (rare) : om < 0.1%
 an (absent) : om = 0.0%