

**PETROGRAFI DAN GEOKIMIA BATUBARA
DI DAERAH PAHIRANGAN DAN SEKITARNYA,
KABUPATEN KOTAWARINGIN TIMUR, PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

**PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY PROPERTIES OF PAHIRANGAN COAL,
EAST KOTAWARINGIN REGENCY, CENTRAL KALIMANTAN PROVINCE**

Sigit A. Wibisono, Eska P. Dwitama, dan Iudhi O. Prahesthi

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi

sigit.arso@esdm.go.id

ABSTRAK

Komposisi maseral dan mineral serta peringkat batubara merupakan beberapa parameter yang digunakan untuk penentuan karakteristik batubara. Penelitian di daerah Pahirangan dan sekitarnya bertujuan mengetahui karakteristik batubara Formasi Dahor berupa komposisi maseral dan mineral serta peringkat batubara. Komposisi maseral dan mineral dilakukan dengan analisis petrografi untuk mengetahui material organik pembentuk batubara, sementara identifikasi peringkat batubara dilakukan dengan analisis geokimia dan pengukuran reflektansi vitrinit. Analisis dilakukan terhadap 42 conto di Formasi Dahor. Komposisi kelompok maseral utama didominasi oleh huminit yang berkisar antara 64,40% s.d. 93,60% dan sebagian kecil inertinit (2,00% s.d. 20,40%) serta liptinit (0,00% s.d. 10,00%). Berdasarkan parameter hasil perhitungan, nilai reflektansi vitrinit, kandungan air, *Hardgrove Grindability Index*, unsur hidrogen, oksigen, dan karbon mengindikasikan batubara di daerah penelitian termasuk dalam peringkat lignit-subbituminus, sedangkan material organik pembentuk batubara berasal dari tumbuhan berkayu.

Kata kunci: geokimia, petrografi, reflektansi vitrinit, batubara, huminit

ABSTRACT

Maceral and mineral composition as well as coal rank are used to identify coal characteristics. The objective of coal research in Pahirangan area and its vicinity is to identify coal characteristics in Dahor Formation based on maceral and mineral composition as well as coal rank. Maceral and minerals compositions were determined by organic petrography analysis to identify organic material in coal, while the identification of coal rank was carried out by geochemical analysis and vitrinite reflectance measurement. 42 coal samples were subjected to these analyses. Laboratory analyses results indicate that main maceral group composition is dominated by huminite (64.40% to 93.60%), followed by inertinite (1.40% to 20.00%) and liptinite (0.00% to 7.40%). Assesment on the value of vitrinite reflectance, moisture content, hardgrove grindability index, hydrogen, oxygen, and carbon elements indicates that Pahirangan coals is lignite-subbituminous in which formed from woody plants.

Keywords: *petrographic, geochemistry, vitrinite reflectance, coal, huminite*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara produsen batubara di dunia dengan sumber daya dan cadangan batubara masing-masing sebesar 151,399 miliar ton dan 39,890 miliar ton (Anonim, 2018) yang

sebagian besar terdistribusi di Sumatera dan Kalimantan. Kalimantan Tengah memiliki jumlah sumber daya dan cadangan batubara masing-masing sebesar 10,100 miliar ton dan 2,698 miliar ton atau sekitar 6% dari total sumber daya dan cadangan batubara Indonesia.

Batubara di provinsi ini umumnya didominasi oleh peringkat batubara kalori sedang - sangat tinggi (Anonim, 2018).

Maseral merupakan komponen organik dalam batubara yang dapat terlihat di bawah mikroskop. Pengelompokan maseral berdasarkan bentuk morfologi, warna pantul, ukuran, relief, komposisi kimia, struktur dalam, tingkat pematubaraan, dan intensitas refleksi dibagi menjadi 3 kelompok utama, yaitu vitrinit, inertinit, dan liptinit (Stach dkk., 1982).

Perubahan peringkat batubara dapat terjadi pada saat proses diagenesis yang menyebabkan perubahan maseral dalam batubara oleh suhu, tekanan, dan waktu geologi. Proses ini secara tidak langsung menggambarkan, baik kedalaman dan gradien geotermal, maupun pengaruh panas dari intrusi batuan beku dan fluida hidrotermal yang terjadi pada saat proses pematubaraan (O'keefe dkk., 2013). Peringkat batubara berkaitan dengan tingkat kematangan batubara dan dipengaruhi oleh salah satu atau gabungan dari faktor tekanan, suhu, dan waktu geologi selama proses pematubaraan.

Secara umum, peringkat batubara dapat diidentifikasi melalui kandungan zat terbang, air, karbon tertambat, abu, nilai kalori, karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur, dan oksigen. Selain itu, peringkat batubara dapat diidentifikasi berdasarkan nilai reflektansi vitrinit yang terkandung di dalamnya.

Analisis geokimia merupakan salah satu analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi peringkat batubara, terdiri atas analisis proksimat dan ultimat. Analisis proksimat merupakan salah satu metode dasar dalam penentuan peringkat batubara meliputi; penentuan kandungan zat terbang (*volatile matter*), kadar air (*moisture*), karbon tertambat (*fixed carbon*), dan abu (*ash*), sedangkan analisis ultimat bertujuan untuk mengidentifikasi unsur-unsur kimia

yang terdapat dalam batubara meliputi karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur, dan oksigen (Belkin dkk., 2010; Baihaqi dkk., 2017; Rautenbach dkk., 2018).

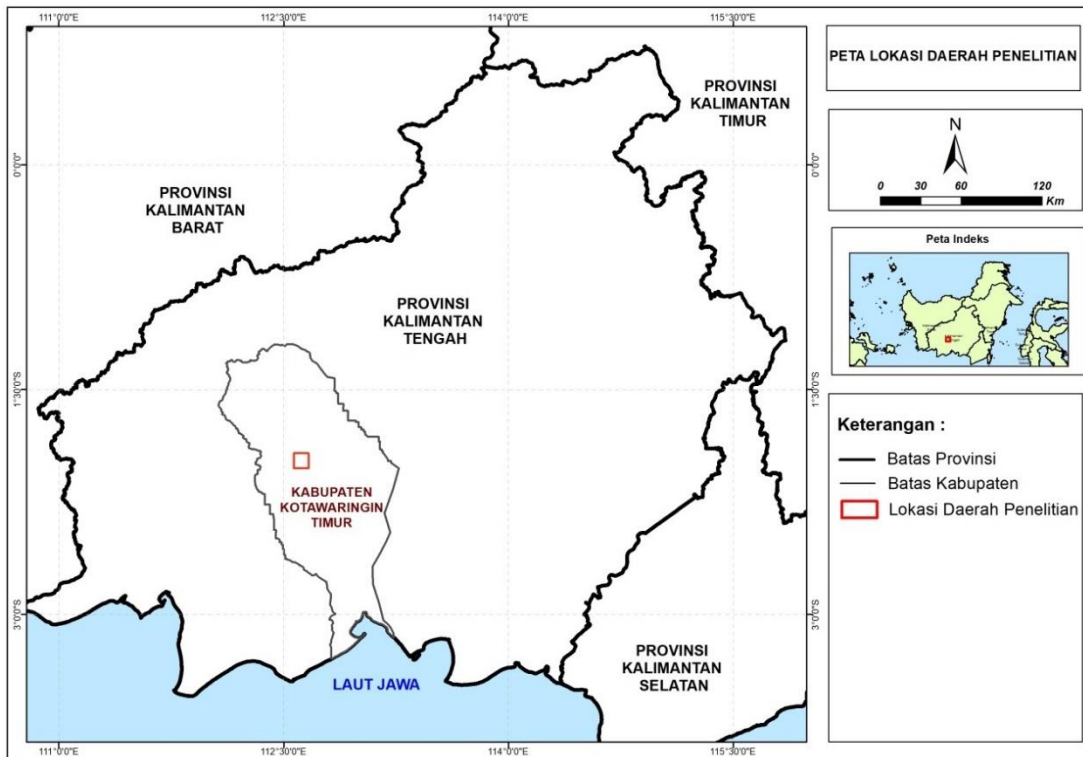
Selain analisis geokimia, penentuan peringkat batubara dapat dilakukan dengan menggunakan analisis petrografi organik. Analisis ini merupakan salah satu analisis yang digunakan untuk mengetahui tingkat kematangan (peringkat) dan komposisi maseral dalam batubara (Cook, 1982; Teichmuller, 1989; Diessel, 1992; Taylor dkk., 1998; Scott, 2002; Amijaya dan Littke, 2005; Baihaqi dkk., 2017).

Analisis geokimia dan petrografi dilakukan terhadap conto inti bor batubara untuk mengetahui karakteristik batubara Formasi Dahor berupa komposisi maseral dan mineral serta peringkat batubara di daerah tersebut. Conto batubara diambil dari daerah Pahirangan dan sekitarnya, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. (Gambar 1).

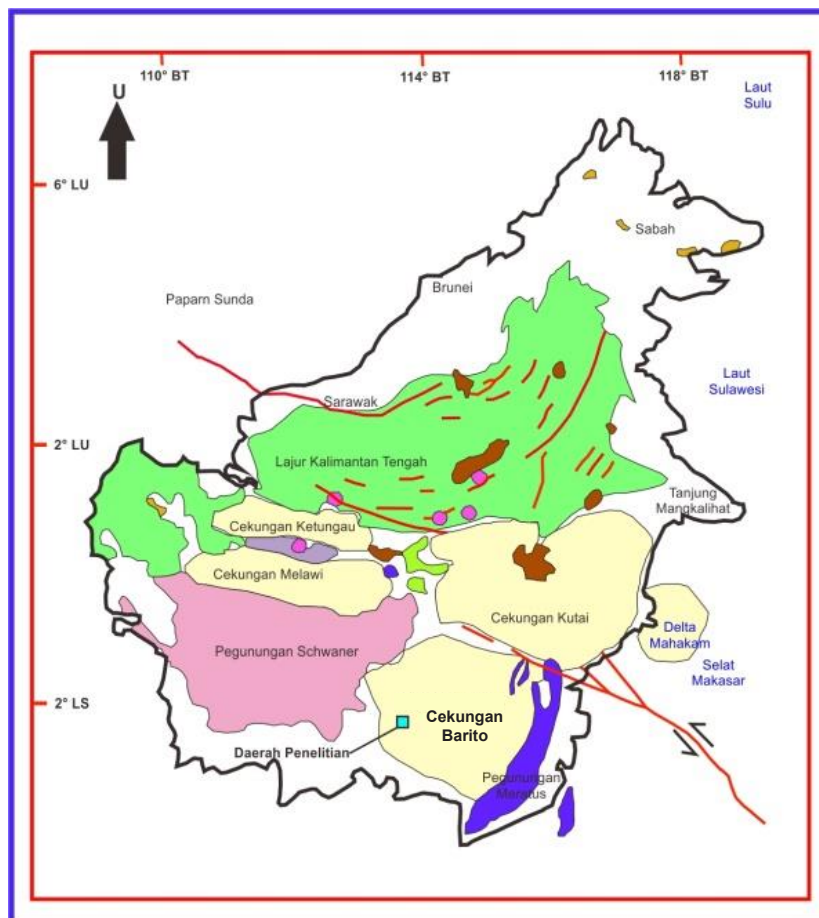
GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Daerah Pahirangan dan sekitarnya terletak di bagian barat dari Cekungan Barito yang merupakan salah satu cekungan sedimen yang memiliki potensi hidrokarbon dan batubara di Indonesia. Cekungan Barito dibatasi oleh Pegunungan Schwaner di bagian barat, Cekungan Kutai di bagian utara, dan Pegunungan Meratus di bagian timur (Gambar 2).

Proses sedimentasi di Cekungan Barito terdiri atas fase transgresif dan regresif (Siregar dan Sunaryo, 1980). Fase transgresif terjadi pada umur Eosen - Miosen Awal, bersamaan dengan pengendapan Formasi Tanjung dan Formasi Berai, sedangkan fase regresif berlangsung pada umur Miosen Tengah - Pliosen, bersamaan dengan pengendapan Formasi Warukin dan Formasi Dahor (Kusuma dan Nafi, 1986).



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan percontoh batubara.



Gambar 2. Tatanan tektonik Pulau Kalimantan (modifikasi dari Kusnama, 2008)

Stratigrafi daerah penelitian disusun oleh batuan berumur Tersier terdiri atas Satuan Batupasir - Batulempung (Formasi Dahor) dan Endapan Aluvial (Gambar 3).

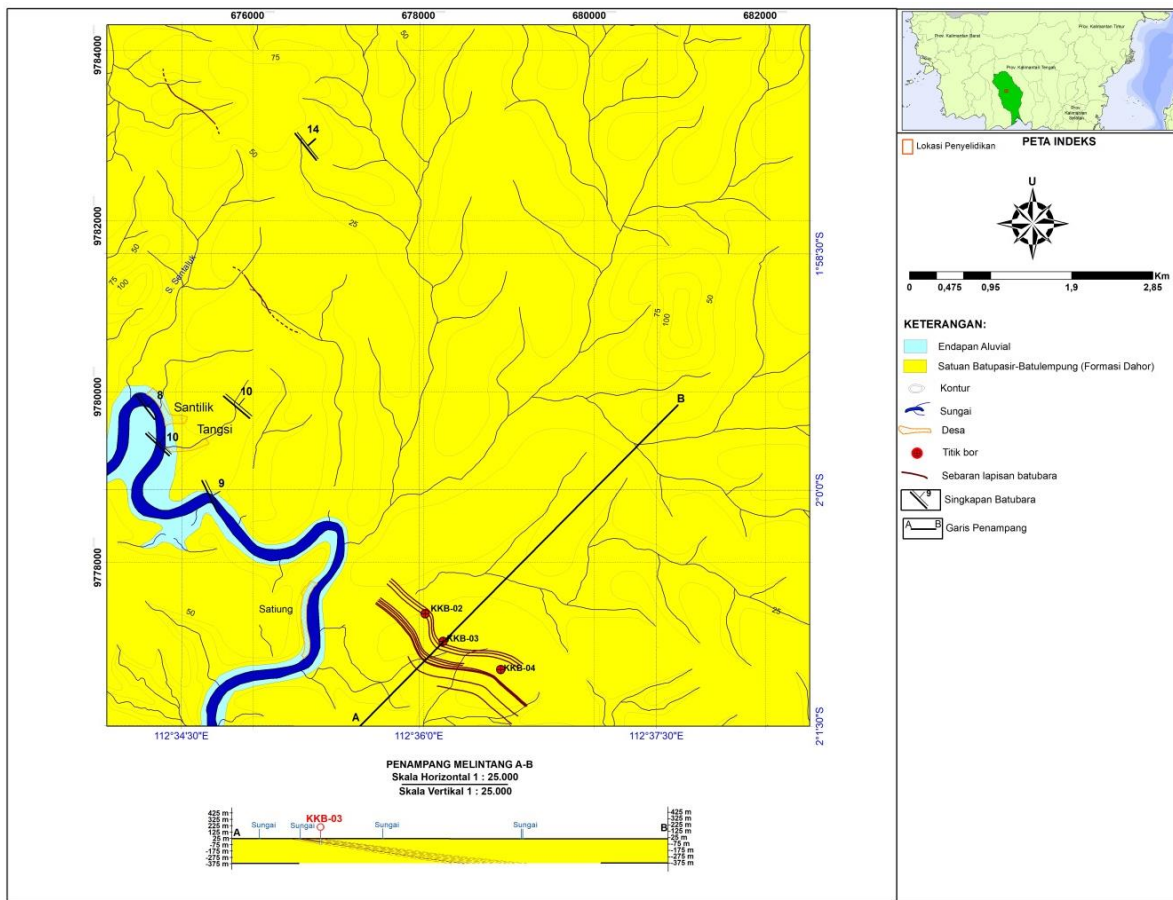
Formasi Dahor berumur Miosen Tengah - Plistosen sebagai formasi pembawa batubara di daerah penelitian, terdiri atas konglomerat berwarna coklat kehitaman, agak padat, komponen terdiri atas fragmen kuarsit dan basal, berukuran 1 cm sampai 3 cm, kemas terbuka dengan matriks berukuran pasir. Konglomerat ini berselingan dengan batupasir berwarna kekuningan sampai kelabu, berbutir sedang - kasar, setempat berstruktur

sedimen silang-siur. Batulempung warna kelabu, agak lunak, karbonan setempat mengandung lignit, tersingkap sebagai sisipan dalam batupasir dengan ketebalan 20 cm s.d. 60 cm (Nila dkk., 1995).

Kenampakan megaskopis (litotipe) batubara di Formasi Dahor berwarna hitam - kecoklatan, kilap kusam, segar - sedikit lapuk, agak kompak, kekerasan sedang - getas. Bagian atas batubara membentuk struktur menyerpih atau berlembar dan sebagian mudah hancur/retak, terdapat struktur *cleaf*, sisipan batulempung kelabu - kecokelatan, dan banyak pengotor mineral lempung serta resin.

Tabel 1. Tabulasi titik pengeboran di daerah penelitian.

Kode Bor	Koordinat		Elevasi (m)	Kedalaman Bor (m)	Batubara yang ditembus (m)		
	X (B.T.)	Y (L.S.)			Dari	Sampai	Tebal
KKB-02	112°36'08,80"	2°00'57,70"	25,00	100	20,32	20,65	0,35
					25,20	25,40	0,20
					26,50	27,60	1,10
					30,10	31,25	1,15
					33,00	34,70	1,70
					36,65	37,80	1,15
					38,90	42,40	3,50
					5,70	7,90	2,20
					12,15	13,15	1,00
					21,00	24,15	3,15
					37,05	37,50	0,45
					42,15	42,40	0,25
					43,65	43,95	0,30
					44,20	44,95	0,75
KKB-03	112°36'00,90"	2°00'47,60"	24,90	100	48,35	50,00	1,65
					53,60	55,60	2,00
					60,65	61,70	1,05
					62,10	66,10	4,00
					75,55	75,75	0,20
					87,00	88,30	1,30
					15,00	15,30	0,30
					22,30	23,70	1,40
					24,45	29,95	5,50
					30,35	32,80	2,45
					34,80	35,60	0,80
					56,75	57,45	0,70
					58,40	60,80	2,40
					75,50	75,70	0,20
75,85	76,15	0,30					
76,35	76,55	0,20					
84,25	84,60	0,35					
85,60	85,85	0,25					
86,80	87,90	1,10					
KKB-04	112°36'30,90"	2°01'08,80"	23,50	100	58,40	60,80	2,40
					75,50	75,70	0,20
					75,85	76,15	0,30
					76,35	76,55	0,20
					84,25	84,60	0,35
					85,60	85,85	0,25
					86,80	87,90	1,10



Gambar 3. Peta geologi dan sebaran batubara di daerah penelitian (modifikasi dari Nila dkk., 1995)

HASIL ANALISIS

Geologi

Analisis korelasi lapisan batubara menunjukkan bahwa endapan batubara membentuk pola homoklin dengan arah jurus relatif barat laut-tenggara dengan kemiringan relatif landai (8° s.d. 12°) ke arah timur laut, sehingga kompleksitas struktur daerah penelitian dianggap sederhana dan tidak banyak berpengaruh pada pelamparan lateral maupun vertikal lapisan batubara tersebut. Meskipun demikian, secara stratigrafis terdapat lapisan yang menunjukkan pola menebal, menipis atau menghilang dan mengikuti pelamparan jurus lapisan.

Interpretasi hasil korelasi lapisan batubara berdasarkan data profil litologi dari ketiga titik bor menghasilkan 10 lapisan yang mempunyai ketebalan bervariasi antara 1

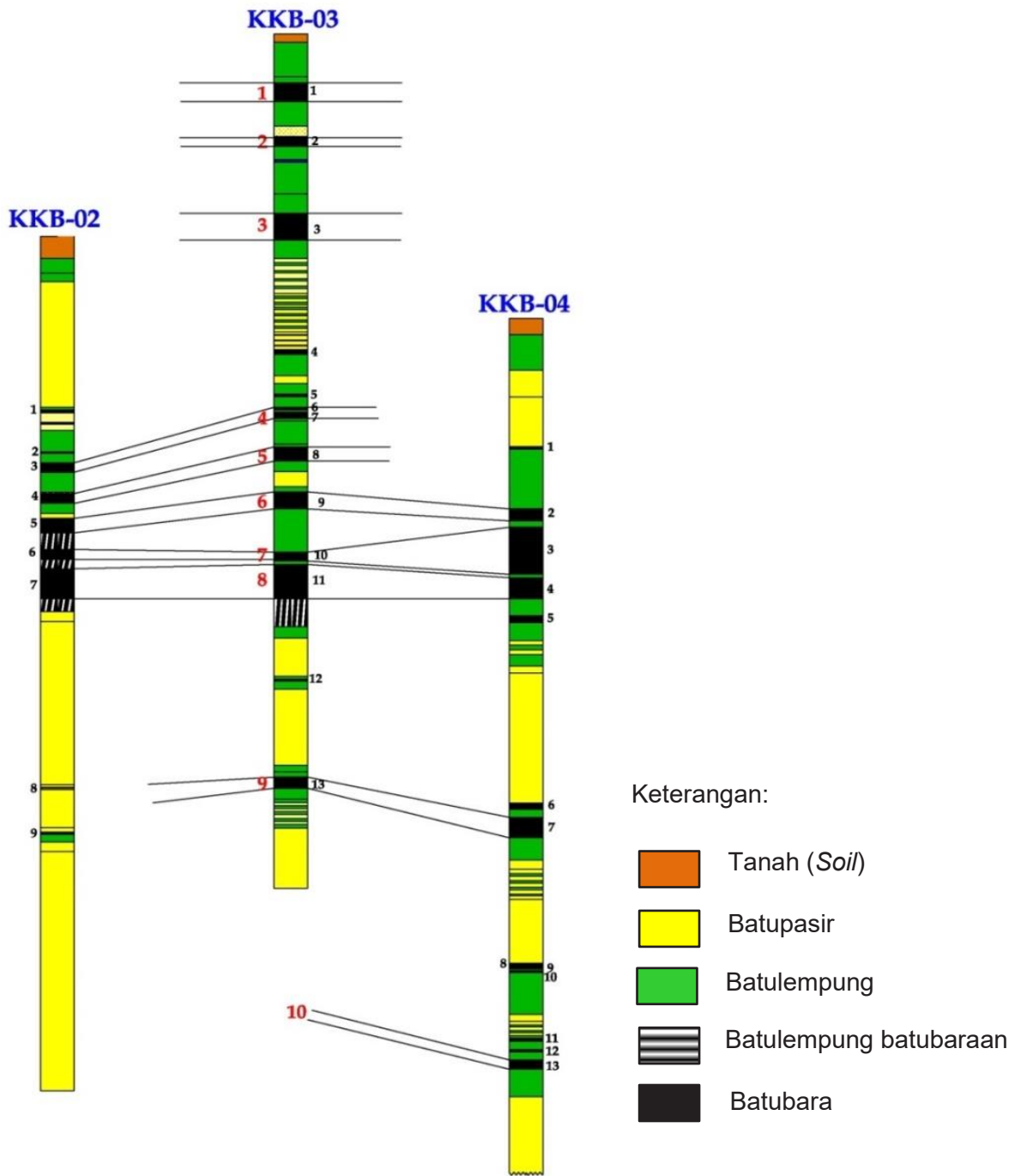
meter dan 5,5 meter, yang terdapat dalam Satuan Batupasir - Batulempung (Formasi Dahor) dan diberi notifikasi dari atas ke bawah, yaitu lapisan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 (Gambar 4).

Lapisan 1, 2, dan 3 merupakan lapisan batubara yang ditemukan pada titik bor KKB-03 dengan kedalaman lapisan bervariasi antara 5,7 meter dan 24,15 meter. Ketebalan ketiga lapisan batubara berkisar dari 1 meter sampai 3,15 meter dengan kisaran kemiringan lapisan relatif landai yaitu 10° s.d. 11° .

Lapisan 4 dan 5 merupakan lapisan batubara yang ditembus oleh titik bor KKB-02 dan KKB-03 dengan kedalaman lapisan bervariasi antara 26,5 meter dan 50 meter. Ketebalan kedua lapisan berkisar dari 1,1 meter sampai 1,15 meter dengan kemiringan lapisan sebesar 8° .

Lapisan 6, 7, dan 8 merupakan lapisan batubara yang ditemukan pada titik bor KKB-02, KKB-03, dan KKB-04 dengan kedalaman lapisan bervariasi antara 22,3 meter dan 66,1 meter dengan kemiringan lapisan berkisar berkisar dari 8° sampai 12°.

Lapisan 9 dan 10 merupakan lapisan batubara yang ditembus oleh titik bor KKB-03 dan KKB-04 dengan kedalaman lapisan bervariasi antara 58,4 meter dan 88,3 meter dengan kemiringan lapisan berkisar dari 11° sampai 12°.



Gambar 4. Korelasi lapisan batubara di daerah penelitian (tanpa skala)

Analisis Petrografi

Analisis petrografi organik yang dilakukan terhadap 42 conto batubara dari daerah Pahirangan terdiri dari pengukuran nilai reflektansi vitrinit dan komposisi maseral. Pengukuran nilai reflektansi vitrinit/huminit menunjukkan nilai Rvmax 0,27% s.d. 0,4% dengan nilai rata-rata 0,34%, sementara komposisi maseral didominasi kelompok maseral huminit (64,4% s.d. 93,6%), liptinit (0% s.d. 10%), dan inertinit (2% s.d. 20,4%). Selain ketiga kelompok maseral tersebut, analisis petrografi organik juga mengidentifikasi adanya pengotor dalam batubara yang meliputi; mineral lempung (0% s.d. 21,2%), oksida besi (0% s.d. 4,6%), dan pirit (0% - 7,6%) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Analisis Geokimia

- Proksimat

Hasil analisis proksimat terhadap 42 conto inti bor yang berasal dari 10 lapisan batubara di daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil analisis dalam basis udara kering (*air dried basis/adb*) menunjukkan kandungan zat terbang

(*volatile matter/VM*) sebesar 29,19% s.d. 47,72%, air (*moisture/M*) sebesar 7,37% s.d. 13,74%, karbon tertambat (*fixed carbon/FC*) sebesar 24,85% s.d. 50,39%, abu (*ash*) sebesar 3,41% s.d. 38,6%.

Selain keempat parameter tersebut, penentuan nilai kalori (*calorific value/CV*) dilakukan dengan menggunakan analisis *combustion properties*, sedangkan nilai HGI dan densitas ditentukan dengan menggunakan analisis *physical properties*. Hasil analisis ketiga parameter tersebut dalam basis adb menunjukkan kisaran nilai kalori (3.539 kal/g s.d. 5.803 kal/g), densitas (1,4% s.d. 1,75%), dan HGI (38 s.d. 64).

- Ultimat

Hasil analisis ultimat dilakukan terhadap 42 conto inti bor yang berasal dari 10 lapisan batubara di daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil analisis dalam basis daf menunjukkan kisaran unsur karbon (65,33% s.d. 72,25%), hidrogen (4,51% s.d. 5,63%), nitrogen (0,47% s.d. 1,03%), sulfur (0,12% s.d. 4,38%), dan oksigen (21,44% s.d. 27,15%).

Tabel 2. Tabulasi hasil analisis petrografi batubara di daerah penelitian

Kode Conto	Lapisan Batubara	Kedalaman Conto (m)	Reflektansi				Mineral Lempung	Oksida Besi	Pirit
			Vitrinit/Huminit (Rv/Ro)	Huminit	Inertinit	Liptinit			
			%	%	%	%	%	%	
KKB-02-1	-	20,32 - 20,65	0,40	81,60	14,00	4,40	0,00	0,00	0,00
KKB-02-2	-	25,20 - 25,40	0,34	81,20	12,00	0,00	6,00	0,60	0,20
KKB-02-3	4	26,50 - 27,60	0,32	83,00	9,40	0,00	5,60	0,00	2,00
KKB-02-4	5	30,10 - 31,25	0,39	89,80	9,40	0,80	0,00	0,00	0,00
KKB-02-5	6	33,00 - 34,70	0,34	85,80	6,20	0,00	6,20	1,00	0,80
KKB-02-6	7	36,65 - 37,80	0,32	72,80	7,20	1,40	7,40	3,60	7,60
KKB-02-7	8	38,90 - 40,00	0,38	73,20	18,20	0,00	5,80	1,40	1,40
KKB-02-8	8	40,00 - 41,00	0,33	93,60	4,40	0,00	1,40	0,00	0,60
KKB-02-9	8	41,00 - 42,40	0,36	83,60	8,60	0,40	5,40	0,60	1,40
KKB-03-1	1	5,70 - 7,00	0,32	76,60	13,20	1,60	8,20	0,00	0,40
KKB-03-2	1	7,00 - 7,90	0,35	75,40	15,80	0,00	8,00	0,40	0,40
KKB-03-3	2	12,15 - 13,15	0,37	76,80	6,40	0,40	11,00	4,60	0,80
KKB-03-4	3	21,00 - 22,00	0,39	79,60	9,80	1,60	7,00	1,40	0,60
KKB-03-5	3	22,00 - 23,00	0,29	81,20	13,20	2,00	2,60	0,20	0,80
KKB-03-6	3	23,00 - 24,00	0,33	86,80	5,60	1,80	3,80	0,00	2,00
KKB-03-7	-	37,05 - 37,50	0,31	81,80	9,00	1,60	5,00	0,80	1,80
KKB-03-8	4	44,20 - 44,95	0,34	64,80	8,60	0,60	21,20	3,80	1,00
KKB-03-9	5	48,35 - 49,20	0,36	84,80	8,60	3,20	2,40	0,00	1,00
KKB-03-10	5	49,20 - 50,00	0,35	93,20	3,20	1,80	0,80	0,40	0,60

Kode Conto	Lapisan Batubara	Kedalaman Conto (m)	Reflektansi	Huminit	Inertinit	Liptinit	Mineral Lempung	Oksida Besi	Pirit
			Vitrinit/Huminit (Rv/Ro) %						
KKB-03-11	6	53,60 - 54,60	0,34	79,20	14,20	2,60	2,40	0,00	1,60
KKB-03-12	6	54,60 - 55,60	0,34	74,20	8,20	4,80	7,40	2,80	2,60
KKB-03-13	7	60,65 - 61,70	0,30	75,00	6,00	2,40	10,60	0,60	5,40
KKB-03-14	8	62,10 - 63,00	0,28	80,80	6,60	3,20	2,80	0,80	5,80
KKB-03-15	8	63,00 - 64,00	0,34	72,60	2,80	1,80	19,20	1,20	2,40
KKB-03-16	8	64,00 - 65,00	0,37	90,00	4,20	3,00	1,80	0,00	1,00
KKB-03-17	8	65,00 - 66,10	0,35	88,20	6,00	2,40	2,40	0,80	0,20
KKB-03-18	9	87,00 - 88,00	0,39	88,60	5,40	1,40	2,80	0,40	1,40
KKB-03-19	9	88,00 - 88,30	0,38	91,00	2,00	4,40	0,20	1,20	1,20
KKB-04-1	-	15,00 - 15,30	0,27	84,80	7,00	7,40	0,00	0,00	0,60
KKB-04-2	6	22,30 - 23,70	0,37	72,00	11,20	6,60	3,20	0,80	6,20
KKB-04-3	7	24,45 - 25,45	0,37	74,80	17,20	5,60	0,40	0,20	1,80
KKB-04-4	7	25,45 - 26,45	0,38	66,80	20,00	6,00	3,00	0,30	4,00
KKB-04-5	7	26,45 - 27,45	0,39	67,00	19,00	9,60	0,80	0,20	3,40
KKB-04-6	7	27,45 - 28,45	0,32	84,80	8,20	2,60	3,40	0,20	0,80
KKB-04-7	7	28,45 - 29,45	0,32	76,40	5,40	9,20	1,60	0,60	6,80
KKB-04-8	8	30,35 - 31,35	0,34	64,40	20,40	10,00	2,60	0,20	2,40
KKB-04-9	8	31,35 - 32,80	0,33	77,80	11,40	8,40	1,20	0,20	1,00
KKB-04-10	-	34,80 - 35,60	0,36	83,40	8,80	3,20	3,60	0,40	0,60
KKB-04-11	-	56,75 - 57,45	0,35	88,20	5,20	3,20	2,00	0,40	1,00
KKB-04-12	9	58,40 - 59,60	0,38	88,80	6,20	2,00	1,40	0,00	1,60
KKB-04-13	9	59,60 - 60,80	0,37	86,20	7,40	1,80	2,00	0,60	2,00
KKB-04-14	10	86,80 - 87,90	0,31	76,60	12,40	1,80	2,20	2,80	4,20

Tabel 3. Tabulasi hasil analisis proksimat, *physical* dan *combustion properties* di daerah penelitian

Kode Conto	Lapisan Batubara	Kedalaman Conto (m)	FM	TM	M	VM	FC	Ash	TS	SI	HGI	SG	CV
			% (ar)			% (adb)				(adb)			kal/g (adb)
KKB-02-1	-	20,32 - 20,65	43,76	49,71	10,58	38,05	36,31	15,07	0,36	0	-	1,56	4,774
KKB-02-2	-	25,20 - 25,40	40,56	46,25	9,58	34,90	32,37	23,26	0,38	0	53	1,61	4,281
KKB-02-3	4	26,50 - 27,60	41,54	47,12	9,84	36,35	32,30	21,82	0,30	0	50	1,61	4,408
KKB-02-4	5	30,10 - 31,25	46,63	52,62	11,23	41,98	42,49	4,31	0,30	0	43	1,47	5,562
KKB-02-5	6	33,00 - 34,70	45,38	51,30	10,84	38,94	38,11	12,12	0,58	0	45	1,55	5,011
KKB-02-6	7	36,65 - 37,80	40,37	45,13	7,98	34,22	28,69	29,12	2,49	0	56	1,68	4,063
KKB-02-7	8	38,90 - 40,00	44,27	49,74	9,82	41,29	33,52	15,38	0,69	0	51	1,54	4,905
KKB-02-8	8	40,00 - 41,00	45,46	51,58	11,23	43,07	39,19	6,53	0,26	0	43	1,48	5,419
KKB-02-9	8	41,00 - 42,40	45,17	50,96	10,56	44,25	36,81	8,38	0,34	0	48	1,46	5,412
KKB-03-1	1	5,70 - 7,00	46,99	51,97	9,40	43,55	37,82	9,24	0,30	0	-	1,47	5,361
KKB-03-2	1	7,00 - 7,90	42,34	47,23	8,48	35,45	28,56	27,52	0,33	0	-	1,65	4,018
KKB-03-3	2	12,15 - 13,15	45,00	50,38	9,78	43,67	34,36	12,20	0,22	0	59	1,48	5,193
KKB-03-4	3	21,00 - 22,00	46,03	51,58	10,28	46,59	35,76	7,38	0,22	0	-	1,46	5,534
KKB-03-5	3	22,00 - 23,00	47,07	52,99	11,19	47,72	37,68	3,41	0,16	0	-	1,45	5,575
KKB-03-6	3	23,00 - 24,00	47,29	53,16	11,14	46,02	39,42	3,43	0,23	0	-	1,44	5,672
KKB-03-7	-	37,05 - 37,50	45,24	50,75	10,07	40,01	30,82	19,11	0,31	0	43	1,56	4,616
KKB-03-8	4	44,20 - 44,95	38,59	44,52	9,21	34,51	30,23	26,07	0,26	0	48	1,65	4,112
KKB-03-9	5	48,35 - 49,20	50,32	55,82	11,07	41,06	40,26	7,62	1,38	0	-	1,49	5,301
KKB-03-10	5	49,20 - 50,00	44,26	50,33	10,89	39,09	39,88	10,15	0,58	0	-	1,55	5,089
KKB-03-11	6	53,60 - 54,60	45,33	51,46	11,22	41,47	41,33	5,99	0,35	0	-	1,48	5,402
KKB-03-12	6	54,60 - 55,60	41,02	46,65	9,55	35,84	32,42	22,20	0,74	0	-	1,61	4,399
KKB-03-13	7	60,65 - 61,70	37,50	42,70	8,32	33,82	27,44	30,43	2,57	0	64	1,72	3,980
KKB-03-14	8	62,10 - 63,00	41,12	46,38	8,94	35,24	31,56	24,26	2,93	0	-	1,60	4,383

Kode Conto	Lapisan Batubara	Kedalaman Conto (m)	FM	TM	M	VM	FC	Ash	TS	SI	HGI	SG	CV
			% (ar)			% (adb)				(adb)			kal/g (adb)
KKB-03-15	8	63,00 - 64,00	36,86	41,51	7,37	29,19	24,85	38,60	0,94	0	-	1,75	3.539
KKB-03-16	8	64,00 - 65,00	44,61	50,74	11,06	40,08	40,56	8,31	0,61	0	-	1,45	5.362
KKB-03-17	8	65,00 - 66,10	43,68	49,52	10,37	35,97	35,59	18,08	0,40	0	-	1,53	4.656
KKB-03-18	9	87,00 - 88,00	46,90	52,80	11,11	41,42	41,92	5,57	0,63	0	-	1,42	5.555
KKB-03-19	9	88,00 - 88,30	46,18	53,57	13,74	38,39	43,33	4,55	0,22	0	-	1,44	5.331
KKB-04-1	-	15,00 - 15,30	50,01	55,51	11,01	40,20	41,16	7,63	0,18	0	-	1,44	5.358
KKB-04-2	6	22,30 - 23,70	42,03	47,38	9,23	39,87	34,20	16,71	0,32	0	45	1,51	4.838
KKB-04-3	7	24,45 - 25,45	44,02	49,25	9,35	36,52	50,39	3,74	0,14	0	58	1,41	5.803
KKB-04-4	7	25,45 - 26,45	45,00	50,40	9,82	45,36	40,75	4,08	0,14	0	-	1,40	5.695
KKB-04-5	7	26,45 - 27,45	44,05	49,48	9,71	45,36	40,76	4,18	0,10	0	-	1,41	5.705
KKB-04-6	7	27,45 - 28,45	45,65	51,16	10,13	45,45	40,19	4,24	0,14	0	-	1,40	5.685
KKB-04-7	7	28,45 - 29,45	44,66	49,74	9,18	40,75	34,75	15,33	0,16	0	51	1,49	4.940
KKB-04-8	8	30,35 - 31,35	45,32	50,80	10,02	44,49	39,39	6,11	0,16	0	-	1,41	5.589
KKB-04-9	8	31,35 - 32,80	42,47	47,77	9,21	38,68	32,73	19,40	0,19	0	-	1,53	4.611
KKB-04-10	-	34,80 - 35,60	42,89	48,60	10,00	42,33	35,56	12,12	0,14	0	-	1,46	5.211
KKB-04-11	-	56,75 - 57,45	44,36	51,21	12,31	37,96	39,69	10,05	0,22	0	-	1,47	4.969
KKB-04-12	9	58,40 - 59,60	44,65	50,90	11,29	42,86	41,62	4,23	0,20	0	38	1,42	5.684
KKB-04-13	9	59,60 - 60,80	43,38	49,46	10,73	41,24	36,20	11,84	0,18	0	-	1,46	5.158
KKB-04-14	10	86,80 - 87,90	39,59	45,18	9,25	37,73	31,26	21,76	0,28	0	47	1,53	4.587

Keterangan:

FM: Free Moisture
CV: Calorific Value

FC: Fixed Carbon
M : Moisture

SG: Specific Gravity
SI : Swelling Index

TM: Total Moisture
VM: Volatile Matter

TS : Total Sulphur
HGI: Hardgrove Grindability Index

Tabel 4. Tabulasi hasil analisis ultimat batubara di daerah penelitian

Kode Conto	Lapisan Batubara	Kedalaman Conto (m)	Karbon	Hidrogen	Nitrogen	Sulfur	Oksigen
			% (daf)				
KKB-02-1	-	20,32 - 20,65	68,72	4,92	0,97	0,49	24,90
KKB-02-2	-	25,20 - 25,40	67,91	5,12	0,92	0,57	25,48
KKB-02-3	4	26,50 - 27,60	68,01	5,15	0,91	0,43	25,49
KKB-02-4	5	30,10 - 31,25	70,36	4,76	0,89	0,36	23,63
KKB-02-5	6	33,00 - 34,70	69,39	4,84	0,84	0,75	24,18
KKB-02-6	7	36,65 - 37,80	66,07	5,40	0,75	3,97	23,82
KKB-02-7	8	38,90 - 40,00	68,86	5,00	0,92	0,92	24,29
KKB-02-8	8	40,00 - 41,00	69,97	4,86	0,95	0,31	23,91
KKB-02-9	8	41,00 - 42,40	70,19	5,13	0,86	0,42	23,40
KKB-03-1	1	5,70 - 7,00	69,11	5,09	0,98	0,37	24,45
KKB-03-2	1	7,00 - 7,90	66,14	5,33	0,87	0,51	27,15
KKB-03-3	2	12,15 - 13,15	69,41	5,17	0,79	0,29	24,34
KKB-03-4	3	21,00 - 22,00	69,92	5,23	0,98	0,27	23,59
KKB-03-5	3	22,00 - 23,00	70,09	5,14	0,93	0,19	23,66
KKB-03-6	3	23,00 - 24,00	69,91	4,93	0,98	0,27	23,90
KKB-03-7	-	37,05 - 37,50	68,06	5,26	0,92	0,44	25,32
KKB-03-8	4	44,20 - 44,95	66,58	5,38	0,82	0,41	26,81
KKB-03-9	5	48,35 - 49,20	69,23	4,92	0,95	1,70	23,20
KKB-03-10	5	49,20 - 50,00	68,47	4,83	0,92	0,73	25,04
KKB-03-11	6	53,60 - 54,60	69,42	4,82	0,91	0,43	24,42
KKB-03-12	6	54,60 - 55,60	68,19	5,12	0,85	1,08	24,77
KKB-03-13	7	60,65 - 61,70	65,33	5,52	0,67	4,19	24,29
KKB-03-14	8	62,10 - 63,00	66,89	5,22	0,72	4,38	22,79
KKB-03-15	8	63,00 - 64,00	68,10	5,51	0,76	1,74	23,89
KKB-03-16	8	64,00 - 65,00	70,06	4,89	0,91	0,76	23,39
KKB-03-17	8	65,00 - 66,10	68,59	4,89	0,87	0,56	25,09

Kode Conto	Lapisan Batubara	Kedalaman Conto (m)	Karbon	Hidrogen	Nitrogen % (daf)	Sulfur	Oksigen
KKB-03-18	9	87,00 - 88,00	70,19	4,86	0,98	0,75	23,22
KKB-03-19	9	88,00 - 88,30	69,67	4,51	0,80	0,27	24,75
KKB-04-1	-	15,00 - 15,30	69,17	4,77	0,47	0,22	25,37
KKB-04-2	6	22,30 - 23,70	67,90	5,22	0,80	0,43	25,65
KKB-04-3	7	24,45 - 25,45	69,57	5,09	0,91	0,16	24,28
KKB-04-4	7	25,45 - 26,45	69,36	5,01	0,93	0,16	24,55
KKB-04-5	7	26,45 - 27,45	69,30	4,99	0,86	0,12	24,73
KKB-04-6	7	27,45 - 28,45	71,90	5,14	0,85	0,16	21,96
KKB-04-7	7	28,45 - 29,45	70,97	5,32	0,86	0,21	22,64
KKB-04-8	8	30,35 - 31,35	72,25	5,21	0,89	0,19	21,45
KKB-04-9	8	31,35 - 32,80	70,01	5,36	0,87	0,27	23,48
KKB-04-10	-	34,80 - 35,60	72,17	5,38	0,82	0,19	21,44
KKB-04-11	-	56,75 - 57,45	70,75	4,81	1,03	0,29	23,12
KKB-04-12	9	58,40 - 59,60	72,25	5,00	0,96	0,24	21,55
KKB-04-13	9	59,60 - 60,80	71,69	5,27	0,92	0,23	21,90
KKB-04-14	10	86,80 - 87,90	71,41	5,63	0,78	0,41	21,77

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis geologi, jumlah lapisan batubara di daerah Pahirangan adalah 10 lapisan dengan ketebalan bervariasi antara 1 meter dan 5,5 meter dan kedalaman bervariasi antara 5,7 meter s.d. 87,9 meter berada pada satuan batupasir - batulempung Formasi Dahor.

Komposisi kelompok maseral utama seluruh conto batubara di daerah penelitian didominasi oleh huminit (64,4% s.d. 96,3%) yang mengindikasikan bahwa material organik pembentuk batubara berasal dari tumbuhan tingkat tinggi yang mengandung serat kayu (akar, batang, dahan, dan serat daun), sementara komposisi liptinit yang relatif rendah (0% s.d. 10%) mengindikasikan bahwa material organik penyusun dan pembentuk batubara umumnya tidak berasal dari tumbuhan tingkat rendah (alga, spora, dan kutikula). Selain itu, komposisi inertinit yang relatif rendah (1,4% s.d. 20%) mengindikasikan batubara terendapkan pada lingkungan yang basah, tingkat oksidasi rendah, dan tergenang oleh air yang menghalangi proses oksidasi dan pembusukan (Stach dkk., 1982).

Pengukuran nilai reflektansi vitrinit/huminit merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan tingkat kematangan batuan induk. Hasil

pengukuran nilai reflektansi vitrinit seluruh conto batubara berkisar antara 0,27% dan 0,4% yang mengindikasikan tingkat kematangan batuan induk mengalami tahapan proses diagenesis (Flores, 2014) dan termasuk kategori belum matang ($R_o < 0,6\%$) (Waples, 1985).

Komposisi mineral seluruh conto batubara didominasi oleh mineral lempung (0% s.d. 21,2%), serta sebagian kecil pirit (0% s.d. 7,6%) dan oksida besi (0% s.d. 4,6%). Komposisi mineral lempung sebagai pengotor dalam batubara yang relatif tinggi umumnya menyebabkan penurunan peringkat batubara.

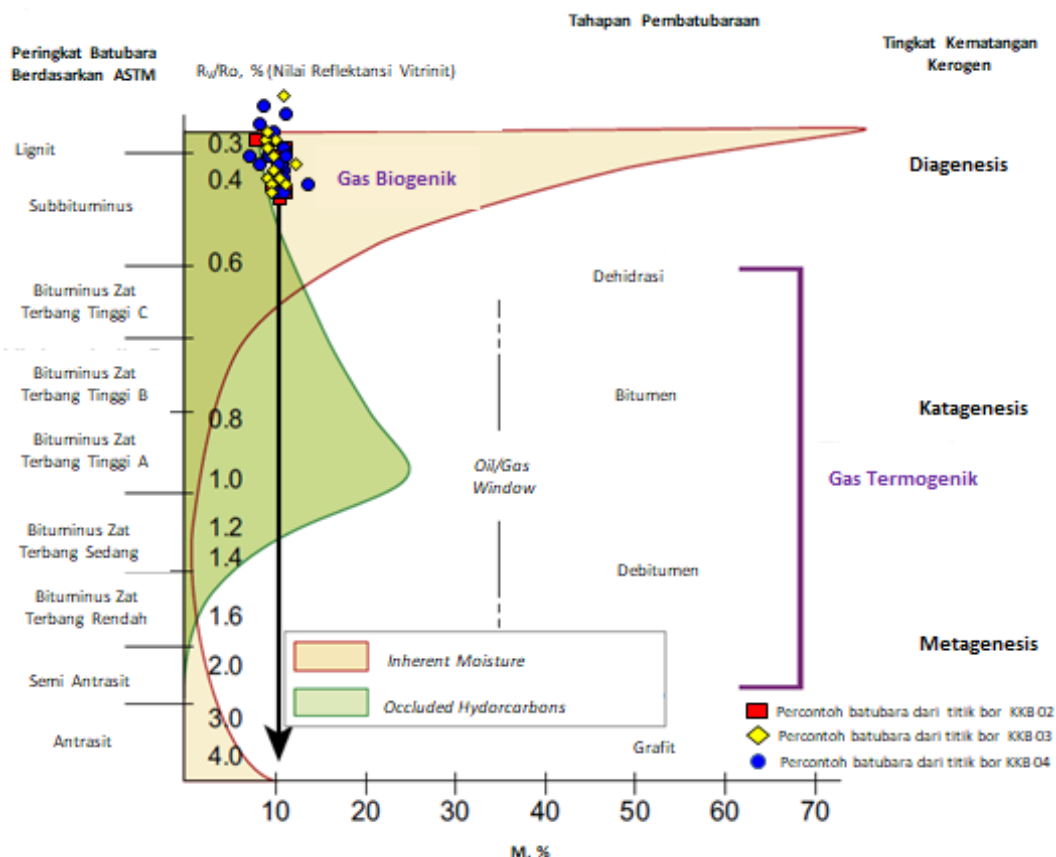
Parameter kandungan kelembaban (*moisture*) dalam analisis proksimat dan nilai reflektansi vitrinit dalam analisis petrografi dapat digunakan untuk mengidentifikasi peringkat batubara di daerah penelitian. Berdasarkan hasil interpretasi dari parameter kandungan *moisture* (*M*) dan R_v pada Tabel 2 dan 3, batubara di daerah penelitian termasuk dalam peringkat lignit-subbituminus dan produk hidrokarbon yang dihasilkan berupa gas biogenik (Flores, 2014) (Gambar 5).

Penentuan peringkat batubara dapat pula ditentukan berdasarkan indeks *Hardgrove Grindability Index* (HGI) yaitu indeks yang menggambarkan tingkat kemudahgerusan batubara oleh alat penggerus yang proses

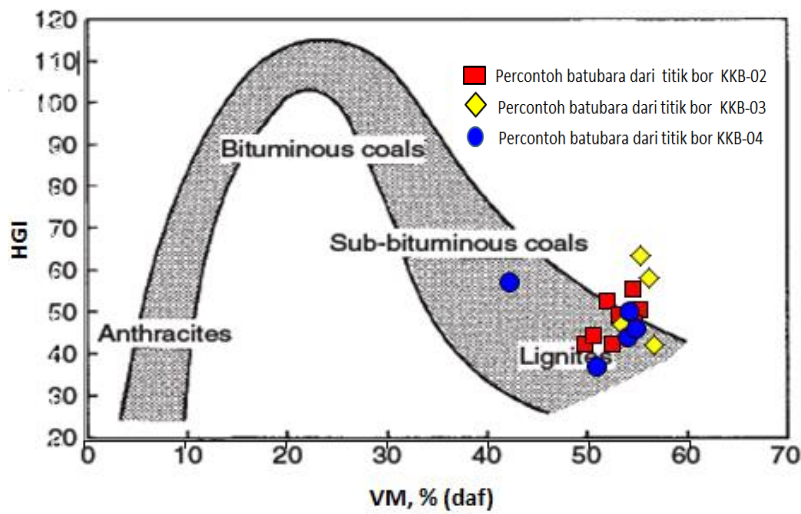
pembakaran batubaranya menggunakan partikel halus (*pulverized fuel*). Semakin tinggi nilai peringkat suatu batubara (kecuali antrasit), semakin tinggi juga nilai HGI-nya (Berkowitz, 1979). Hubungan nilai HGI juga dapat dipengaruhi faktor lainnya seperti kandungan abu batubara yang rendah dan nilai zat terbang (Rance, 1975). Kombinasi parameter nilai HGI dan kandungan zat terbang (*volatile matter/VM*) dapat digunakan untuk mengidentifikasi peringkat batubara (Berkowitz, 1979). Berdasarkan nilai HGI dan VM pada Tabel 3, batubara di daerah penelitian termasuk dalam peringkat lignit-subbituminus (Gambar 6).

Penentuan peringkat batubara berdasarkan analisis ultimat dapat dilakukan dengan perbandingan antara

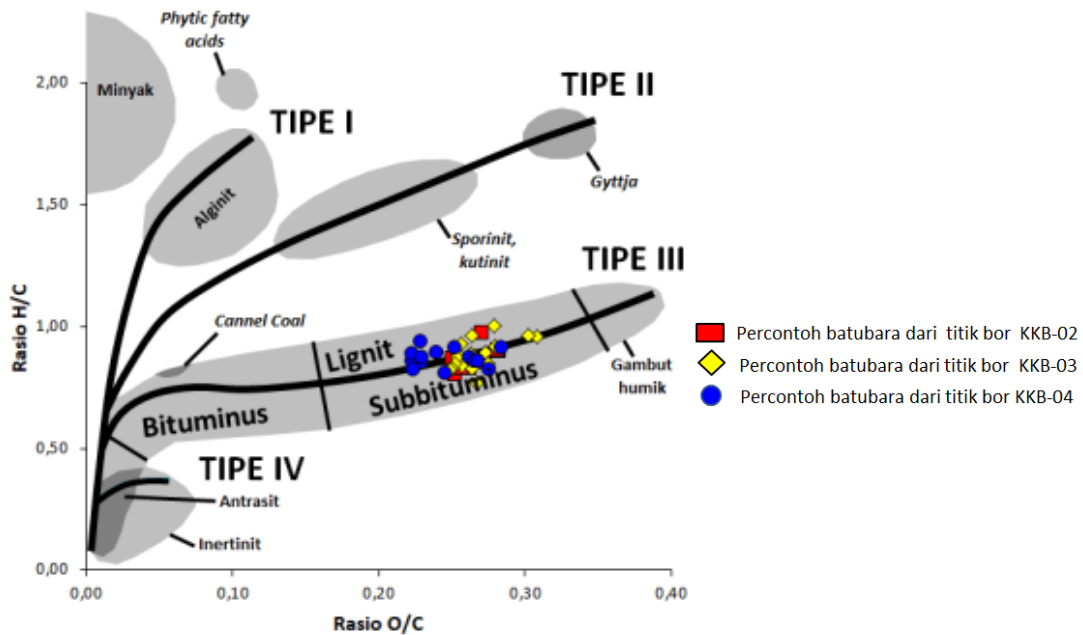
unsur hidrogen dengan karbon (H/C) dan oksigen dengan karbon (O/C) yang kemudian diplot dalam diagram van Krevelen yang telah dimodifikasi oleh Cornelius (1978). Berdasarkan hasil perhitungan H/C dan O/C yang kemudian dilakukan *plotting* dalam diagram van Krevelen tersebut mengindikasikan bahwa batubara di daerah penyelidikan termasuk dalam peringkat lignit-subbituminus dengan kerogen Tipe III (Gambar 7). Tipe III sebagian besar terdiri dari maseral huminit/vitrinit yang mengindikasikan material tumbuhan pembentuk dan penyusun batubara berasal dari tumbuhan yang mengandung serat kayu dan mempunyai kecenderungan untuk menghasilkan dan menyimpan gas dalam jumlah besar. (Tissot dan Welte, 1984).



Gambar 5. Plot silang antara kandungan *moisture* (M) dengan nilai reflektansi Vitrinit (Rv) (modifikasi dari Flores, 2014).



Gambar 6. Plot silang antara parameter VM terhadap HGI (modifikasi dari Berkowitz, 1979).



Gambar 7. Plot rasio H/C dan O/C (modifikasi dari Cornelius, 1978).

KESIMPULAN

Komposisi kelompok maseral batubara di daerah penelitian umumnya didominasi oleh huminit mengindikasikan bahwa material organik pembentuk batubara berasal dari tumbuhan yang mengandung serat kayu dan terendapkan pada lingkungan basah dengan tingkat oksidasi serta komposisi inertinit relatif rendah. Variasi nilai reflektansi vitrinit (0,27% s.d. 0,4%) mengindikasikan batubara sebagai batuan induk memiliki tingkat kematangan termal hidrokarbon “belum matang”

(<0,6%) dikarenakan masih dalam tahap diagenesis. Komposisi mineral didominasi oleh mineral lempung, sementara mineral lempung dapat bertindak sebagai pengotor dalam batubara yang dapat menyebabkan penurunan peringkat batubara.

Peringkat batubara di daerah penelitian yang relatif rendah (lignit-subbituminus) berdasarkan hasil analisis petrografi dan geokimia dapat disebabkan oleh komposisi mineral khususnya lempung yang relatif tinggi dan nilai reflektansi vitrinit yang relatif rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada unit Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral yang telah membantu pembiayaan dalam kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Amijaya, H. dan 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 (2018): *Pemutakhiran data dan neraca sumber daya energi*, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung, Indonesia, (Tidak dipublikasikan).

AS 2856.2 (1998): *Coal petrography part 2: Maceral analysis*, Standards Association of Australia, The Crescent, Homebush, NSW.

ASTM D2798 (2011): *Standard test method for microscopical determination of the vitrinite reflectance of coal*, PA.

ASTM D7582-12 (2012): *Standard Test Methods for Proximate Analysis of Coal and Coke by Macro Thermogravimetric Analysis*, PA.

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.

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*, 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

Flores, R. (2014): *Coal and coalbed gas fueling the future*, Elsevier Inc, Waltham, MA, USA.

Kusnama (2008): Batubara Formasi Warukin di Daerah Sampit dan Sekitarnya, Kalimantan Tengah, Pusat Survei Geologi, Bandung.

Kusuma, M. I. dan Nafi, A. N. (1986): Prospek hidrokarbon Formasi Warukin di Cekungan Barito, Kalimantan, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XIV IAGI*, Jakarta, 105-124.

Nila, E. S., Rustandi, E., dan Heryanto, R. (1995): Peta Geologi Lembar Palangkaraya, Kalimantan, Skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

O’Keefe, J. M. K., Bechtel, A., Christianis, K., Dai, S., Dimichele, W. A., Eble, C. A., Esterle, J. S., Mastalerz, M., Raymond, A. L., Valentim, B. V., Wagner, N. J., Ward, C. R., dan Hower, J. C. (2013): On the fundamental difference between coal rank and coal type, *International Journal of Coal Geology*, 118, 58-87.

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.
- Siregar, M. S. dan Sunaryo, R. (1980): Depositional environment and hydrocarbon prospects, Tanjung Formation, Barito Basin, Kalimantan. *Proceedings Indonesian Petroleum Association*, 9th annual convention, 379-400.
- Stach, E., Malkowsky, M-Th., Teichmuller, M. Taylor, G. H., Chandra, D., Teichmuller, R. Stach's textbook of coal petrology, 3rd (1982): Stach's textbook of coal petrology, 3rd edition, Gebruder Borntraeger, Berlin-Stuggart, 535.
- 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 form the viewpoint of coal petrology, *International Journal of Coal Geology*, Elsevier Science Publishers B.V., 12, 1-87.
- Tissot, B. P. dan Welte, D. H. (1984): *Petroleum formation and occurrence*. 2nd Edition. Berlin, Springer-Verlag, 699.
- Waples, D. (1985): *Geochemistry in Petroleum Exploration*, International Human Resources Co., Boston, 232.

Diterima	: 20 Februari 2019
Direvisi	: 25 Maret 2019
Disetujui	: 31 Mei 2019