

PERBANDINGAN KARAKTERISTIK BATUBARA FORMASI WARUKIN ATAS DAN WARUKIN BAWAH TERHADAP GAS CONTENT DI CEKUNGAN BARITO

Monikha^{1*}, Nurdrajat¹, Reza Moh. Ganjar¹, Yusi Firmansyah¹,
M. Abdurachman².

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

²Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung

*Korespondensi: monikha15001@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada daerah Ampah, Upau, dan Paser, Cekungan Barito, Kalimantan. Cekungan Barito merupakan salah satu cekungan pembawa batubara yang juga mempunyai potensi cadangan gas metana batubara yang besar. Merupakan cekungan kedua setelah cekungan Sumatera Selatan yang memiliki potensi sebesar 101,6 Tcf. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik batubara, kandungan gas, dan perbandingan pengaruh karakteristik batubara terhadap *gas content*. Berdasarkan nilai *fuel ratio* batubara, peringkat batubara pada daerah Ampah adalah Lignit, sedangkan Upau dan Paser adalah *Bituminous High Volatile*. Interpretasi lingkungan pengendapan menggunakan litofasies. Lingkungan pengendapan daerah Upau adalah *Transitional Lower Delta Plain* yang merupakan bagian dari Formasi Warukin Atas dan daerah Paser adalah *Lower Delta Plain* yang merupakan bagian dari Formasi Warukin Bawah. Batubara pada daerah Upau lebih tebal dibandingkan daerah Paser. *Gas Content* terbesar berada pada daerah Paser yakni 18,79 hingga 121,34 scf/ton, sedangkan daerah Ampah yakni 0,6 hingga 4,39 scf/ton dan Upau yakni 34,9 hingga 49,83 scf/ton. Tingginya *gas content* pada daerah Paser dibandingkan dua daerah lainnya disebabkan oleh *Moisture* rendah, *Volatile Matter* tinggi, *Fixed Carbon* tinggi, Kandungan abu rendah, *Calorific Value* tinggi, Karbon tinggi, Oksigen rendah, dan Nilai Reflektan Vitritinit yang tinggi.

Kata kunci: Cekungan Barito; Formasi Warukin; karakteristik batubara; gas content

ABSTRACT

This research was conducted in the Ampah, Upau, and Paser areas, Barito Basin, Kalimantan. The Barito Basin is one of the coal carrier basins which also has a large potential of coalbed methane reserves. It is the second basin after the South Sumatra basin which has a potential of 101.6 Tcf. This study aims to determine the characteristics of coal, gas content, and the comparison of the characteristics of coal to gas content. Based on the coal fuel ratio value, the rank of coal in the Ampah area is Lignite, while Upau and Paser are Bituminous High Volatile. Interpretation of depositional environments using lithofasies. The depositional environment of the Upau area is the Transitional Lower Delta Plain which is part of the Upper Warukin Formation and Paser area is the Lower Delta Plain which is part of the Lower Warukin Formation. Coal in the Upau area is thicker than the Paser region. The largest Gas Content is in the Paser area, which is 18.79 to 121.34 scf/ton, while the Ampah area is 0.6 to 4.39 scf/ton and Upau is 34.9 to 49.83 scf/ton. The high content gas in the Paser area compared to the other two regions is caused by low Moisture, High Volatile Matter, High Fixed Carbon, Low ash content, High Calorific Value, High Carbon, Low Oxygen, and high Vitrinite Reflect Value.

Keywords:

Keywords: Barito Basin; Warukin Formation; coal characteristics; gas content

1. PENDAHULUAN

Potensi Gas Metana Batubara di Indonesia saat ini cukup besar dan menduduki posisi

ke-6 terbesar di dunia, yakni 453 Tcf dan tersebar dalam 11 cekungan. Salah satu cekungan yang mempunyai cadangan besar yakni Cekungan Barito dengan cadangan

mencapai 101,6. Jumlah tersebut merupakan terbesar kedua di Indonesia (Steven dan Hadiyanto, 2004).

Gas Metana Batubara merupakan gas yang terkandung didalam pori-pori batubara yang berasal dari selulosa tumbuhan sehingga terbentuk bersamaan dengan terbentuknya batubara. Daerah dengan formasi pembawa batubara yakni Formasi Warukin Bawah diyakini memiliki kandungan gas yang lebih banyak dibandingkan Formasi Warukin Atas. Sehingga tidak semua batubara memiliki kandungan gas yang tinggi, terdapat karakteristik batubara yang mempengaruhi tinggi rendahnya suatu gas didalam batubara.

Untuk mengetahui potensi daerah Gas Metana Batubara yang ekonomis disuatu daerah, diperlukan penelitian mengenai karakteristik batubara untuk mengetahui banyak kandungan gas serta pengaruhnya yang terdapat pada suatu daerah penelitian, sehingga dapat diketahui mana daerah yang berpotensi untuk diproduksi Gas Metana Batubara.

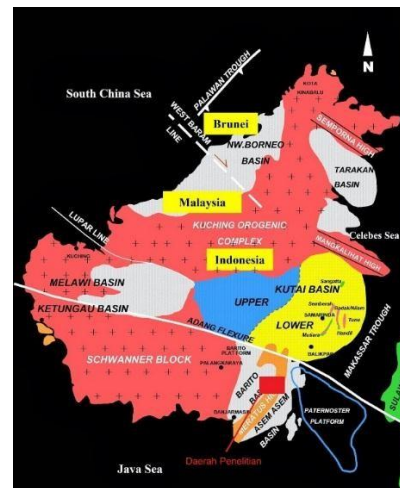
2. TINJAUAN PUSTAKA

Geologi Regional

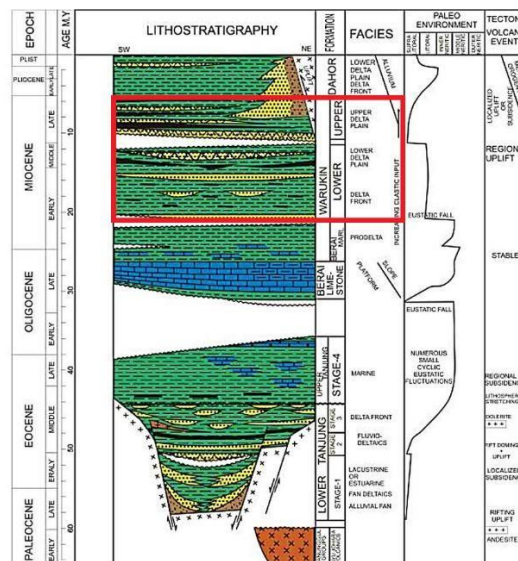
Cekungan Barito merupakan cekungan bertipe *foreland* berbentuk asimetris yang terletak di bagian Tenggara pulau Kalimantan. Cekungan ini terbentuk pada Tersier Awal ditandai dengan adanya rezim regangan sehingga terjadi *rifting* yang menyebabkan terbentuknya cekungan, kemudian rezim kompresi, yang terjadi pada Kala Miosen Tengah bersamaan dengan pengangkatan Tinggian Meratus. Sehingga saat ini rekaman struktur dari Cekungan Barito dicirikan dengan konsentrasi struktur yang berupa lipatan berarah Timurlaut – Baratdaya yang dibatasi dengan sesar-sesar naik dengan kemiringan tajam (Kusuma dan Darin, 1989).

Terdapat 5 (lima) siklus utama pengendapan yang terjadi pada Cekungan Barito, Eosen Tengah – Eosen Akhir, Oligosen Awal, Oligosen Akhir, Miosen Awal – Miosen Akhir, dan Miosen Akhir – Pliosen. Formasi

Warukin, sebagai formasi yang diteliti terbentuk pada siklus keempat, ditandai dengan adanya transgresi yang menyebabkan terendapkan Formasi Lower Warukin, terdiri atas deltaic *sands*, *silts*, *shales*, dan batubara. Siklus ini diakhiri oleh pengangkatan Meratus yang terjadi pada Miosen Tengah. Kemudian terendapkan Formasi Upper Warukin yang terdiri dari sedimen nonmarine hingga *marginal marine* dengan lapisan batubara tebal, *sands*, *silts* dan *shale*.



Gambar 1. Fisiografi Pulau Kalimantan, tanpa skala (Bachtiar, Andang, 2008)



Gambar 2. Stratigrafi Cekungan Barito (Kusuma and Darin, 1989)

Batubara

Batubara didefinisikan sebagai suatu endapan yang terdiri dari bahan-bahan

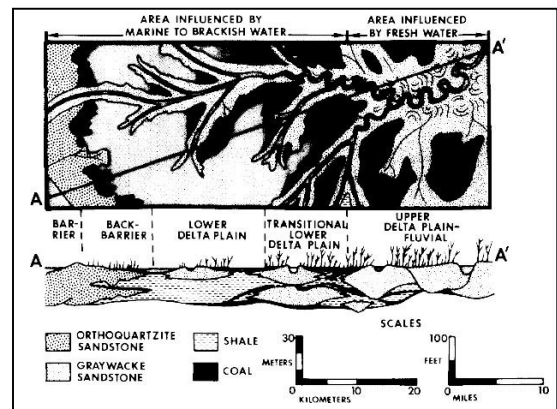
organik maupun anorganik yang terbentuk akibat hasil akumulasi sisa-sisa tumbuhan yang telah mengalami pepadatan melalui proses ubahan secara kimia serta metamorfosa oleh panas dan tekanan selama waktu geologi (Wood dkk., 1983).

Berdasarkan ASTM (American Society for Testing Materials) batubara memiliki lima peringkat berdasarkan dalam proses pembatubaraan, antara lain, Gambut, Lignit, Sub bituminus, Bituminus, Antrasit.

Lingkungan pengendapan adalah suatu tatanan geomorfologi tertentu, tempat proses fisika, kimia, dan biologi beroperasi menghasilkan jenis endapan sedimen tertentu (Boggs, 1995). Interpretasi lingkungan pengendapan dilakukan dengan studi asosiasi fasies dan suksesi fasies.

Horne (1978), membuat model lingkungan pengendapan batubara di lingkungan delta, dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Lingkungan Pengendapan Barrier dan Back-Barrier, memiliki tipe perlapisan tipis dengan sebaran yang memanjang sejajar dengan jurus perlapisan, ukuran butir menghalus, permeabilitas baik, dan memiliki perselingan serpih gampingan dan batuan karbonat yang bergradasi menjadi serpih akibat pengaruh gelombang dan pasang surut.
2. Lingkungan Pengendapan Lower Delta Plain, terdapat serpih dan batulanau yang mengkasar ke atas serpih dan batulanau yang mengkasar ke atas, batubaranya tipis, pola sebarannya umumnya sepanjang channel atau jurus pengendapan, bentuk lapisan ditandai oleh hadirnya splitting oleh endapan crevasse splay dan kandungan sulfurnya agak tinggi.
3. Lingkungan Pengendapan Transitional Lower Delta Plain, batubara memiliki ketebalan lapisan lebih dari 10 meter, kandungan sulfur agak rendah.
4. Lingkungan Pengendapan Upper Delta Plain-Fluvial, Batubara dengan ketebalan lebih dari 10 meter, kandungan sulfur rendah, Lapisan batubara cenderung sejajar dengan kemiringan.



Gambar 3. Model lingkungan pengendapan batubara di lingkungan delta (J.C.Horne et. Al., 1978)

Analisis Kualitas Batubara

Analisis proksimat merupakan metode awal dalam penentuan kualitas batubara yang meliputi penentuan kandungan kadar air, zat terbang, abu, karbon tertambat, dan nilai kalor dalam batubara. Dengan mengetahui kadar air dan abu dapat memperkirakan berapa nilai kalori dari batubara, semakin tinggi kadar air dan abu akan menghasilkan kalori yang rendah. Analisis proksimat dapat digunakan untuk menentukan kelas (rank) batubara.

Analisis ultimat adalah analisis sederhana yang digunakan untuk mengetahui unsur-unsur pembentuk batubara dengan hanya memperhatikan unsur kimia pembentuk yang penting dan mengabaikan keberadaan senyawa kompleks yang ada di dalam batubara. Analisa Ultimat dilakukan untuk menentukan kadar karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N) dan sulfur (S) dalam batubara.

Analisis Petrografi Organik dilakukan untuk mengetahui maseral yang terdapat dalam batubara. Umumnya yang dianalisis yakni kandungan Vitrinit, Liptinit, Inertinit, dan Reflektan Vitrinit. Dapat juga menganalisis sub maseral.

Kandungan Gas Batubara

Kandungan gas pada batubara terdiri setidaknya atas nitrogen, hidrogen, oksigen, karbon monoksida, karbondioksida, dan metana.

Analisis kandungan dan komposisi gas dilakukan langsung terhadap sampel inti batubara hasil dari pengeboran. Setiap sampel inti batubara dimasukkan ke dalam tabung kanister dengan panjang ukuran 50 centimeter. Pengukuran gas terukur (Q2) dilakukan hingga gas yang terdapat dalam tabung kanister telah habis keluar disimpan dalam tabung ukur yang kemudian dihitung jumlahnya. Pengukuran gas sisa (Q3) dilakukan dengan menghancurkan sampel inti batubara (*crushing*) yang terdapat dalam tabung kanister. Pengukuran gas yang hilang (Q1) dilakukan berdasarkan perhitungan nilai regresi linier hasil pengukuran gas terukur (Q2).

Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi ialah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel penulis memberikan kriteria sebagai berikut menurut (Sarwono, 2006):

- 0 : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- $>0 - 0,25$: Korelasi sangat lemah
- $>0,25 - 0,5$: Korelasi cukup
- $>0,5 - 0,75$: Korelasi kuat
- $>0,75 - 0,99$: Korelasi sangat kuat
- 1 : Korelasi sempurna

3. METODE

Penelitian ini menggunakan data yang berasal dari sampel batubara sumur AMP-01 dan AMP-02 pada daerah Ampah, sumu UP-01 pada daerah Upau, PSR-01 dan PSR-02 pada daerah Paser.

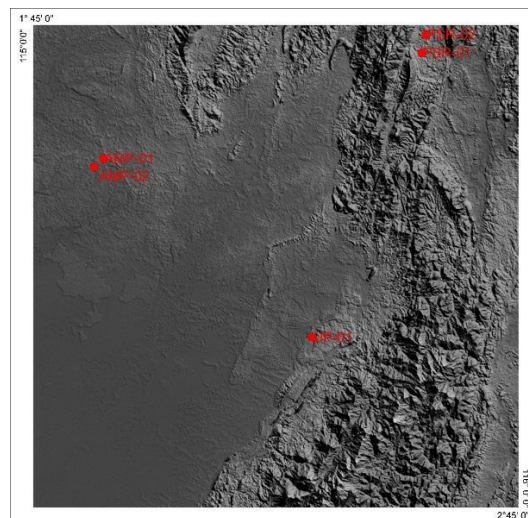
Metode yang digunakan berupa interpretasi data log pengeboran untuk mengetahui lingkungan pengendapan menggunakan analisis litofasies, terdapat dua log pengeboran yakni UP-01 (Upau) mewakili Formasi Warukin Atas, dan PSR-02 (Paser) mewakili Formasi Warukin Bawah.

Interpretasi data kimia batubara dan gas untuk mengetahui rank batubara dengan melihat nilai *fuel ratio* masing-masing

batubara serta mengetahui karakteristik batubara yang mempengaruhi *gas content*.

Data analisis proksimat yang digunakan adalah *moisture*, *volatile matter*, *fixed carbon*, *ash*, dan *calorific value*. Data analisis ultimat yang digunakan adalah *carbon* dan *oxygen*. Sedangkan data petrografi organik yang digunakan adalah reflektan vitrinit. Semua data analisis yang digunakan merupakan analisis batubara pada kedalaman bor > 200 meter.

Data analisis gas yang digunakan adalah total gas pada batubara dalam (scf/ton), sehingga pada penelitian ini gas yang terkandung tidak hanya gas metana.



Gambar 4. Lokasi titik pengeboran daerah penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lingkungan Pengendapan

Berdasarkan data log pengeboran yang telah dianalisis litofasies, didapat bahwa lingkungan pengendapan sumur UP-01 adalah *transitional lower delta plain* dengan batubara yang tebal dan berwarna hitam kecekelatan, dan sumur PSR-02 adalah *lower delta plain*, dengan batubara yang tipis berwarna hitam mengkilap, dominasi sedimen batulempung kehitaman.

Peringkat Batubara

Berdasarkan perhitungan nilai fuel ratio dengan membagi fixed carbon dengan volatile matter, menurut D.White (1915)

daerah penelitian memiliki peringkat batubara *Lignite* hingga *Sub bituminous* dengan nilai berkisar 0,65-0,86 di daerah Ampah, 0,87-0,96 di daerah Upau, dan 0,42-1,3 di daerah Paser (Gambar 5).

Gambar 5. Klasifikasi jenis batubara berdasarkan nilai fuel ratio (D. White 1915)

TIPE BATUBARA	FIXED CARBON /VOLATILE MATTER RATIO
Coke	92
Anthracite	24
Semi-Anthracite	8.6
Semi-bituminous	4.3
Bituminous low volatile	2.8
Bituminous medium volatile	1.9
Bituminous high volatile	1.3
Lignite	0.9

Tabel 1. Perbandingan Upau dan Paser

DAERAH	UPAU	PASER
SUMUR	UP-01	PSR-02
FORMASI	WARUKIN ATAS	WARUKIN BAWAH
RANK BATUBARA	SUB BITUMINUS	LIGNIT - SUBBITUMINUS
BATUAN PENGAPIT	BATUPASIR	BATULEMPUNG
KEDALAMAN	343,45 M	483,4 M

Hubungan Karakteristik Batubara dengan Gas Content

Korelasi analisis proksimat, ultimat, dan reflektansi vitrinit terhadap gas content, diperoleh angka koefisien korelasi 0,4-0,7 yang mencerminkan korelasi yang cukup-kuat (Sarwono, 2006). Hal ini dapat menyimpulkan bahwa karakteristik batubara dari analisis-analisis tersebut mempengaruhi tinggi rendahnya gas content.

Berdasarkan analisis korelasi yang telah dilakukan (Tabel 2), dapat terlihat *trend* semakin tinggi kandungan *volatile matter*, *fixed carbon*, *calorific value*, karbon, dan nilai reflektansi vitrinit, maka semakin tinggi juga *gas content*-nya. Berbeda dengan *trend* kandungan *moisture*, *ash*, dan oksigen

yang semakin rendah jika semakin tinggi kandungan gasnya.

Jika suatu batubara memiliki **kandungan air** yang semakin rendah, maka semakin tinggi *gas content*-nya. Ini berkaitan dengan proses pembatubaraan, semakin meningkatnya kedalaman, semakin tinggi temperatur dan tekanan dari *subsidence* yang menyebabkan porositas batuan berkurang dan kandungan air yang terdapat pada batubara berkurang atau *expel moisture* (Sunarli, 2016). Hal ini dibuktikan dengan daerah Paser yang memiliki kandungan air terendah dan kandungan gas yang tertinggi dibandingkan daerah Ampah.

Daerah Paser memiliki kandungan ***Volatile Matter*** yang paling tinggi, berbanding lurus dengan tingginya kandungan gas pada daerah ini. Hal ini berkaitan dengan saat pembentukan gas metana batubara, karbondioksida dan air merupakan *volatile* yang pertama dihasilkan (Sunarli, 2016). Sehingga *volatile matter* juga dapat dijadikan identifikasi untuk tinggi gas metana batubara.

Fixed carbon yang tinggi, dapat meningkatkan jumlah gas yang terdapat pada batubara. Hal ini dikaitkan dengan pori dari batubara yang semakin besar jika nilai *fixed carbon* tinggi. Nilai *fixed carbon* didapat dengan mengurangi seratus persen dengan persen kandungan air, abu, dan *volatile matter*, sehingga semakin tinggi *fixed carbon* semakin tinggi pori yang memungkinkan gas terperangkap. Pada daerah Upau dan Paser, nilai *fixed carbon* relatif tinggi, hal ini sebanding dengan jumlah gas yang terdapat pada kedua daerah.

Semakin rendah **kandungan abu (*ash*)**, dapat meningkatkan kapasitas pori yang terdapat pada batubara, sehingga gas yang mungkin terperangkap dalam batubara semakin besar. Walaupun daerah Paser memiliki kandungan abu yang tertinggi dibandingkan daerah Ampah dan Upau, jika dilihat dari *trend* grafik korelasi, teori semakin rendah abu semakin tinggi kandungan gas masih berlaku, karena nilai kandungan abu yang rendah baik di daerah

Paser, Upau, maupun Ampah memiliki kandungan gas yang tinggi.

Secara teori, batubara dengan kualitas tinggi akan menghasilkan gas metana yang lebih banyak dengan bituminus sebagai peringkat batubara tertinggi yang menghasilkan gas metana batubara. **Calorific value** dapat digunakan untuk mengetahui peringkat batubara, karena batubara kualitas tinggi dapat mengeluarkan kadar kalor yang tinggi dibandingkan kualitas rendah. Daerah Paser memiliki nilai kalor relatif lebih tinggi dibandingkan daerah Ampah dan Upau, berbanding lurus dengan kandungan gas yang dihasilkan oleh batubara daerah Paser yang tertinggi.

Carbon merupakan unsur yang mudah terbakar dalam batubara. Semakin tinggi kadar karbon dalam batubara, maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan, sehingga semakin bagus kualitas batubara dan memungkinkan gas lebih banyak terbentuk jika karbon pada batubara tinggi. Hal ini dibuktikan daerah Paser yang memiliki kandungan karbon lebih tinggi dibandingkan daerah Upau dan Ampah, dan kandungan gas yang tertinggi.

Secara teori, semakin tinggi kualitas batubara maka semakin rendah kadar **oksigen** yang ada didalamnya. Sehingga jika dikaitkan dengan kandungan gas, semakin tinggi kandungan gas, maka semakin rendah kadar oksigen. Rendahnya oksigen disebabkan oleh semakin dalam batubara tertimbun, maka semakin sedikit oksigen yang masuk. Kadar oksigen daerah Paser relatif lebih rendah dibandingkan daerah Ampah, sesuai dengan teori, daerah Paser memiliki kandungan gas lebih tinggi.

Reflektan vitrinit dapat digunakan untuk mengetahui peringkat batubara, sehingga semakin tinggi persentase reflektan vitrinit maka semakin tinggi gas yang dapat dihasilkan oleh batubara. Berbanding lurus dengan hal tersebut, daerah Paser memiliki persentase reflektan vitrinit lebih tinggi dibandingkan daerah Ampah, dan memiliki kandungan gas yang tinggi.

Pembahasan

Tingginya *gas content* pada Formasi Warukin Bawah (daerah Paser) dibandingkan Warukin Atas (daerah Upau dan Ampah) dapat disebabkan oleh lingkungan pengendapannya yakni *Lower Delta Plain* yang mana pembentukan batubara di lingkungan ini biasanya melalui adanya transportasi sehingga batubara relatif tipis dan cepat tertimbun oleh sedimen diatasnya, ketika sedimen diatas batubara tersebut semakin tebal, kenaikan suhu dan tekanan akan lebih cepat dibandingkan batubara di Formasi Warukin Atas yang pengendapannya secara insitu di *Transitional Lower Delta Plain* dan memiliki batubara yang tebal. Batuan sedimen yang banyak berkembang di Formasi Warukin Bawah adalah batulempung hingga batupasir sangat halus, juga pengapit batubara umumnya adalah batulempung, dengan sifat batulempung yang impermeable, gas yang terdapat pada batubara tidak mudah *expel*.

Dengan karakteristik lingkungan pengendapan dan batubaranya yang memungkinkan *gas content* lebih banyak terserap dalam batubara, Formasi Warukin Bawah juga memiliki karakteristik kimia batubara yang juga dapat menjadi faktor penting tingginya *gas content* di Formasi Warukin Bawah, diantaranya: Nilai *Moisture* yang lebih **rendah** dibandingkan daerah Ampah, *Volatile matter* yang lebih **tinggi** dibandingkan daerah Ampah, *Fixed Carbon* yang lebih **tinggi** dibandingkan daerah Ampah, namun relatif sama dengan daerah Upau, Kandungan abu yang lebih **rendah** dibandingkan daerah Ampah, namun jauh lebih tinggi dibandingkan daerah Upau, *Calorific Value* yang relatif lebih tinggi dibandingkan daerah Ampah dan Upau, persen karbon yang lebih **tinggi** dibandingkan daerah Ampah, Persen oksigen yang lebih **rendah** dibandingkan Ampah, dan Nilai reflektan vitrinit yang lebih **tinggi** dibandingkan Ampah.

Tabel 2. Perbandingan Karakteristik Batubara Warukin Atas dan Warukin Bawah

DAERAH	AMPAH		UPAU	PASER	
SUMUR	AMP-01	AMP-02	UP-01	PSR-01	PSR-02
FORMASI	WARUKIN ATAS			WARUKIN BAWAH	
LINGKUNGAN PENGENDAPAN	-		TRANSITIONAL LOWER DELTA PLAIN	LOWER DELTA PLAIN	
RANK BATUBARA	Lignite	Lignite	Sub Bituminus	Lignit - Sub Bituminus	Lignit - Sub Bituminus
Gas Content (scf/ton)	0,6-4,39		34,92-49,83	18,79-121,34	
Moisture (%)	9,44-12,41		9,81-10,67	2,96-9,20	
Volatile Matter (%)	34,1-51,74		43,09-46,29	15,96-62,04	
Fixed Carbon (%)	24,23-38,32		40,82-49,66	11,59-45,92	
Ash (%)	3,26-31,54		2,46-5,58	3,73-60,89	
Total Sulphur (%)	0,2-1,51		0,08-0,18	0,41-6,64	
Calorific Value (cal/gr)	38,53-6127		5642-5917	1785-7441	
Carbon (%)	71,97-74,97		-	63,9-78,37	
Hydrogen (%)	4,82-5,9		-	5,13-7,53	
Oxygen (%)	11,65-21,87		-	10,45-19,65	
Reflectance Vitrinite (%)	0,26-0,34		-	0,36-0,54	
KET:					
	Nilai Tertinggi				

5. KESIMPULAN

Peringkat batubara di daerah penelitian adalah *Lignite* hingga *Sub bituminous* berdasarkan kandungan fuel ratio. Lingkungan pengendapan daerah Upau adalah Transitional Lower Delta Plain yang merupakan lingkungan pengendapan Formasi Warukin Atas, dan daerah Paser Lower Delta Plain yang merupakan Formasi Warukin Bawah.

Daerah Paser memiliki kandungan gas content yang tertinggi (18,79 hingga 121,34 scf/ton).

Formasi Warukin Bawah terendapkan di lingkungan *Lower Delta Plain*, ini menyebabkan Warukin Bawah memiliki batubara yang tipis namun dikarenakan batubara cepat tertimbun sedimen lain sehingga suhu dan tekanan lebih cepat meningkat, batubarapun akan lebih cepat naik peringkat (sub-bituminus) sehingga

memiliki kandungan gas tinggi. Karakteristik kimia batubara yang mempengaruhi tingginya nilai gas pada Formasi Warukin Bawah antara lain; Moisture rendah, *Volatile matter* tinggi, *Fixed Carbon* tinggi, Kandungan abu rendah, *Calorific Value* tinggi, Karbon tinggi, Oksigen rendah, dan Nilai Reflektan Vitrinit yang tinggi dibandingkan dengan Formasi Warukin Atas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi yang telah memberikan izin penggunaan data dan dukungannya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

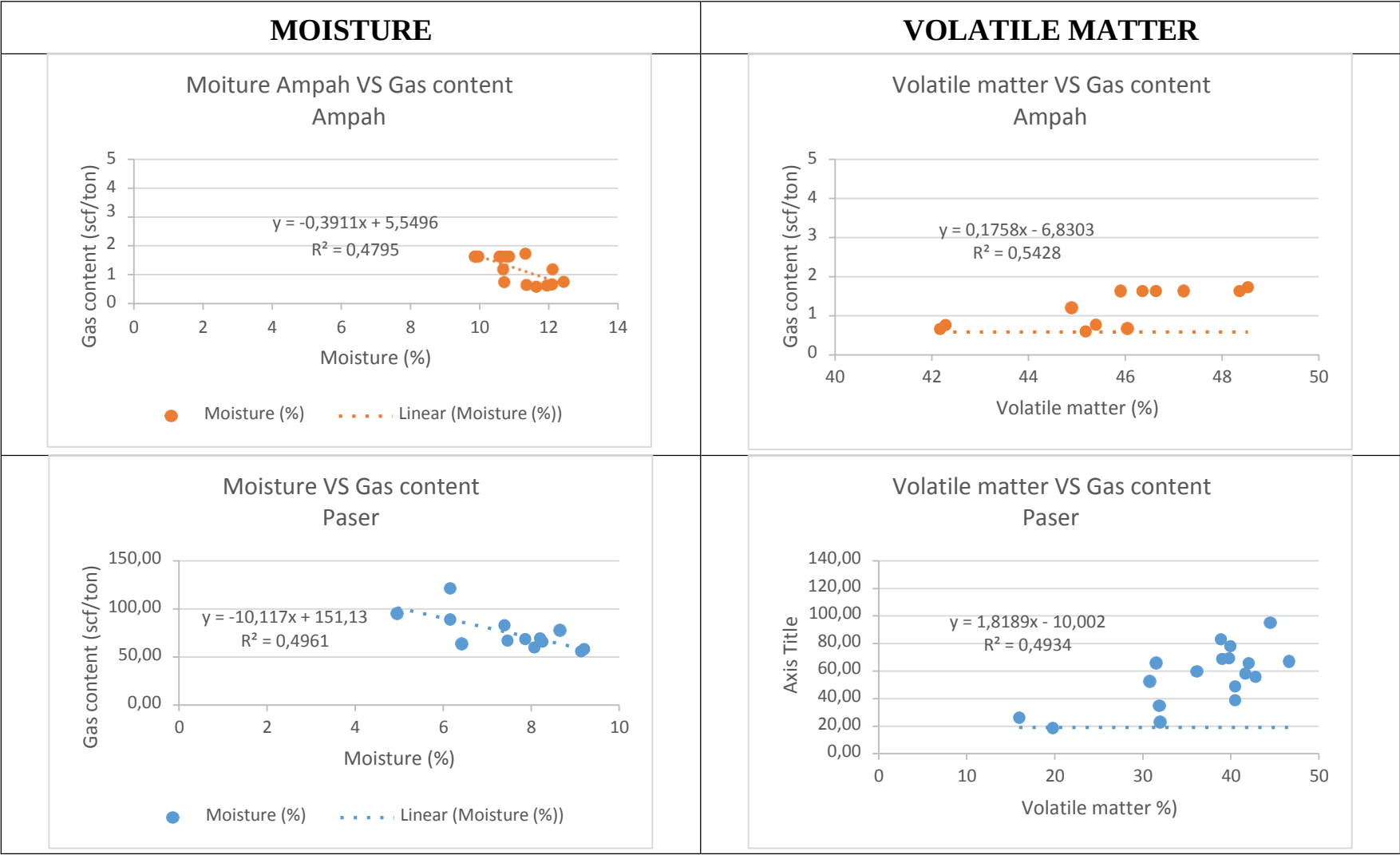
ASTM, 2011. Classification of coals by rank (ASTM D388), Annual Book of ASTM Standards, Section 05.05.

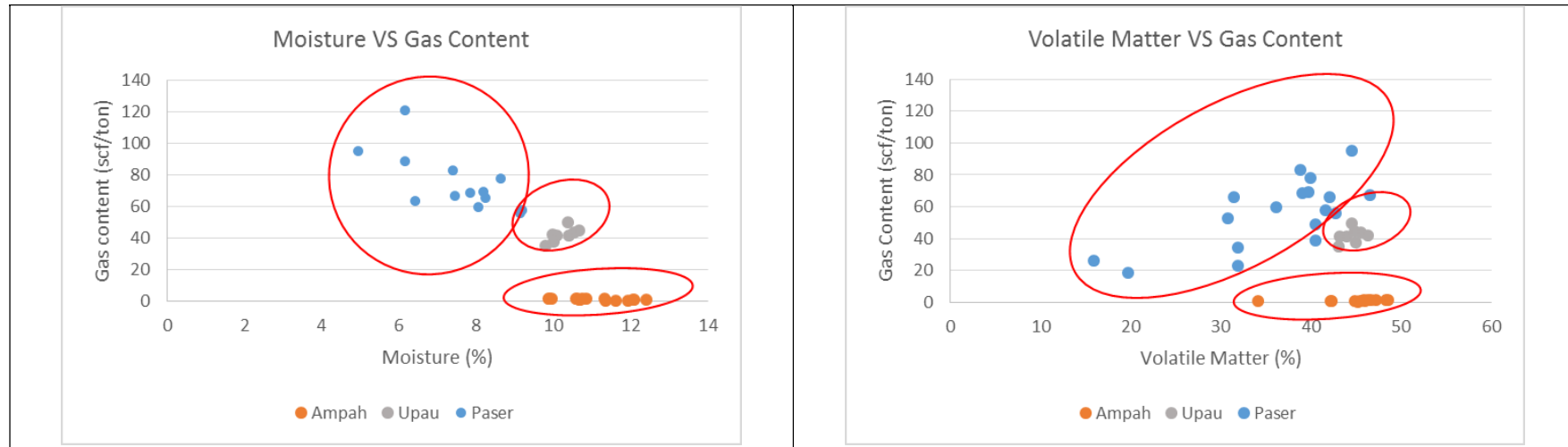
- American Society for Testing and Materials, Wes Conshohocken, PA.
- Bachtiar, Andang. 2008. Geologi Pulau Kalimantan. Bandung. ITB.
- Boggs, Sam, J. R., 1995, Principles of Sedimentology and Stratigraphy, University of Oregon, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Horne, J.C., Ferm, J.C., Caruccio, F.T., and Baganz, B.P., 1978, Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region: In American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 62 (12), p. 2379-2411.
- Kusuma, I. and Darin, T., 1989, The Hydrocarbon Potential of the Lower Tanjung Formation, Barito Basin, Kalimantan Selatan, in Proceedings of IPA 18th, Annual Convention, p. 107-138
- Laporan Penelitian Sumur Geologi Untuk Tambang Dalam Dan Cbm Di Daerah Paser Dan Sekitarnya, Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. 2014. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung. Tidak Diterbitkan
- Laporan Pengeboran Dalam Untuk Evaluasi Potensi Cbm Dan Batubara Bawah Permukaan Di Daerah Ampah, Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. 2016. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung. Tidak Diterbitkan
- Laporan Pengeboran Dalam Untuk Evaluasi Potensi Cbm Dan Batubara Bawah Permukaan Di Daerah Upau Dan Sekitarnya Kabupaten Tabalong Dan Kabupaten Balangan-Provinsi Kalimantan Selatan. 2015. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung. Tidak Diterbitkan
- Sarwono, Jonathan dan Budiono Herlina. 2012. Statistik Terapan Aplikasi untuk Riset Skripsi, Tesis, dan Disertasi menggunakan SPSS, AMOS dan Excel. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo-Kompas Gramedia.
- Stevens, S.H., dan Hadiyanto, 2004, Indonesia: Coalbed Methane Indicators and Basin Evaluation, SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, Perth, Australia
- Sunarli, Ardi., 2016. Hubungan antara gas content dengan karakteristik batubara dan implikasinya terhadap kualitas reservoir gas metana batubara, formasi warukin atas lapangan tanjung II, kalimantan selatan. Tesis, UGM, tidak diterbitkan
- White D., 1915, Some relations in origin between coal and petroleum: J Wahs Acad Sci 5.
- Wood G.H.Jr., Kehn T.M., Carter M.D. & Cullberston W.C., 1983, Coal Resources Classification System of The U.S.Geological Survey, United States Department of The Interior, Alexandria.

Tabel 3. Perhitungan *Fuel ratio* Daerah Penelitian

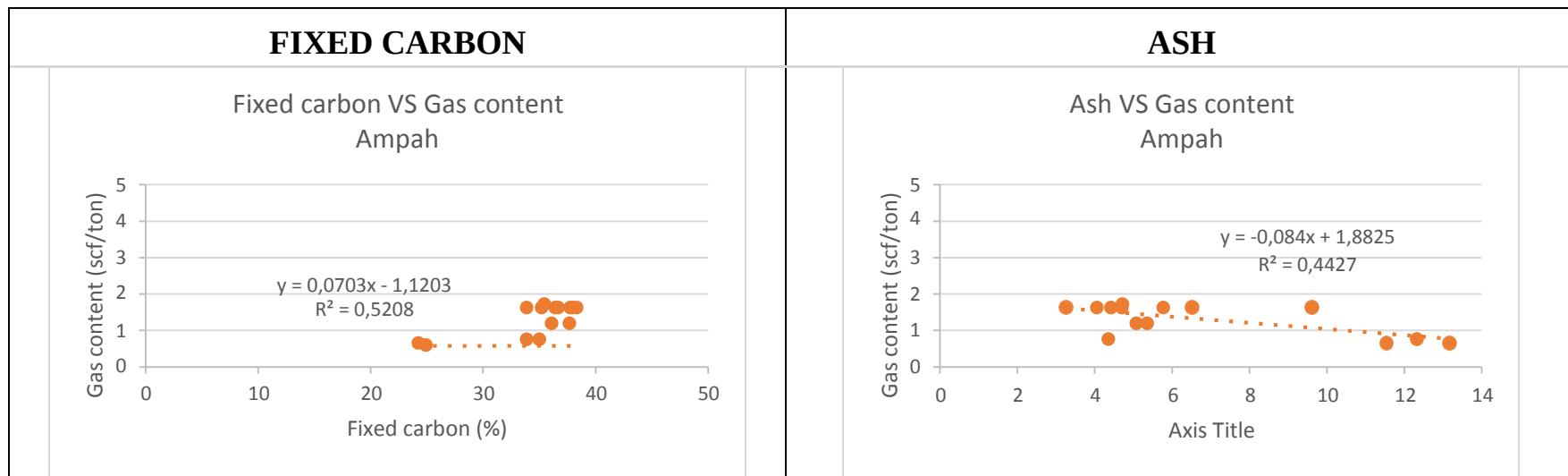
SUMUR	LAPISAN	Volatil Matter	Fixed Carbon	Fuel Ratio	RANK BATUBARA
AMP-01	A1	48,54	35,43	0,73	Lignite
	A2	45,39	37,85	0,83	Lignite
	A3	42,17	36,32	0,86	Lignite
	A4	34,10	24,23	0,71	Lignite
AMP-02	B1	48,25	37,62	0,78	Lignite
	B2	46,63	33,89	0,73	Lignite
	B3	48,36	35,2	0,73	Lignite
	B4	47,20	37,98	0,80	Lignite
	B5	48,66	36,67	0,75	Lignite
	B6	50,35	36,42	0,72	Lignite
	B7	46,35	38,32	0,83	Lignite
	B8	45,90	37,75	0,82	Lignite
	B9	48,65	36,09	0,74	Lignite
	B10	44,89	37,66	0,84	Lignite
	B11	45,18	34,92	0,77	Lignite
	B12	46,04	38,3	0,83	Lignite
	B13	47,00	34,62	0,74	Lignite
	B14	47,10	36,19	0,77	Lignite
	B15	51,74	33,88	0,65	Lignite
	B16	42,28	34,99	0,83	Lignite
PSR-01	C1	40,49	40,37	1,00	Sub Bituminus
	C2	40,49	40,37	1,00	Sub Bituminus
	C3	31,95	41,51	1,30	Sub Bituminus
	C4	19,77	16,38	0,83	Lignite
	C5	44,50	45,92	1,03	Sub Bituminus
	C6	31,50	32,37	1,03	Sub Bituminus
	C7	39,55	43,44	1,10	Sub Bituminus
	C8	39,55	43,44	1,10	Sub Bituminus
PSR-02	D1	31,88	27,87	0,87	Lignite
	D2	42,80	42,31	0,99	Sub Bituminus
	D3	39,02	36,59	0,94	Sub Bituminus
	D4	62,04	26,04	0,42	Lignite
	D5	38,85	29,86	0,77	Lignite
	D6	41,66	41,2	0,99	Sub Bituminus
	D7	30,76	24,59	0,80	Sub Bituminus
	D8	36,13	36,62	1,01	Sub Bituminus
	D9	39,94	41,81	1,05	Sub Bituminus
	D10	42,03	44,22	1,05	Sub Bituminus
	D9	46,61	42,2	0,91	Sub Bituminus
	D10	39,78	42,21	1,06	Sub Bituminus
	D11	15,96	11,59	0,73	Lignite
UP-01	E1	46,29	49,66	1,07	Sub Bituminus
	E2	43,09	41,53	0,96	Sub Bituminus
	E3	43,97	40,82	0,93	Sub Bituminus
	E4	45,04	41,95	0,93	Sub Bituminus
	E5	45,56	41,17	0,90	Sub Bituminus
	E6	44,87	41,32	0,92	Sub Bituminus
	E7	44,52	49,66	1,12	Sub Bituminus
	E8	43,23	43,92	1,02	Sub Bituminus

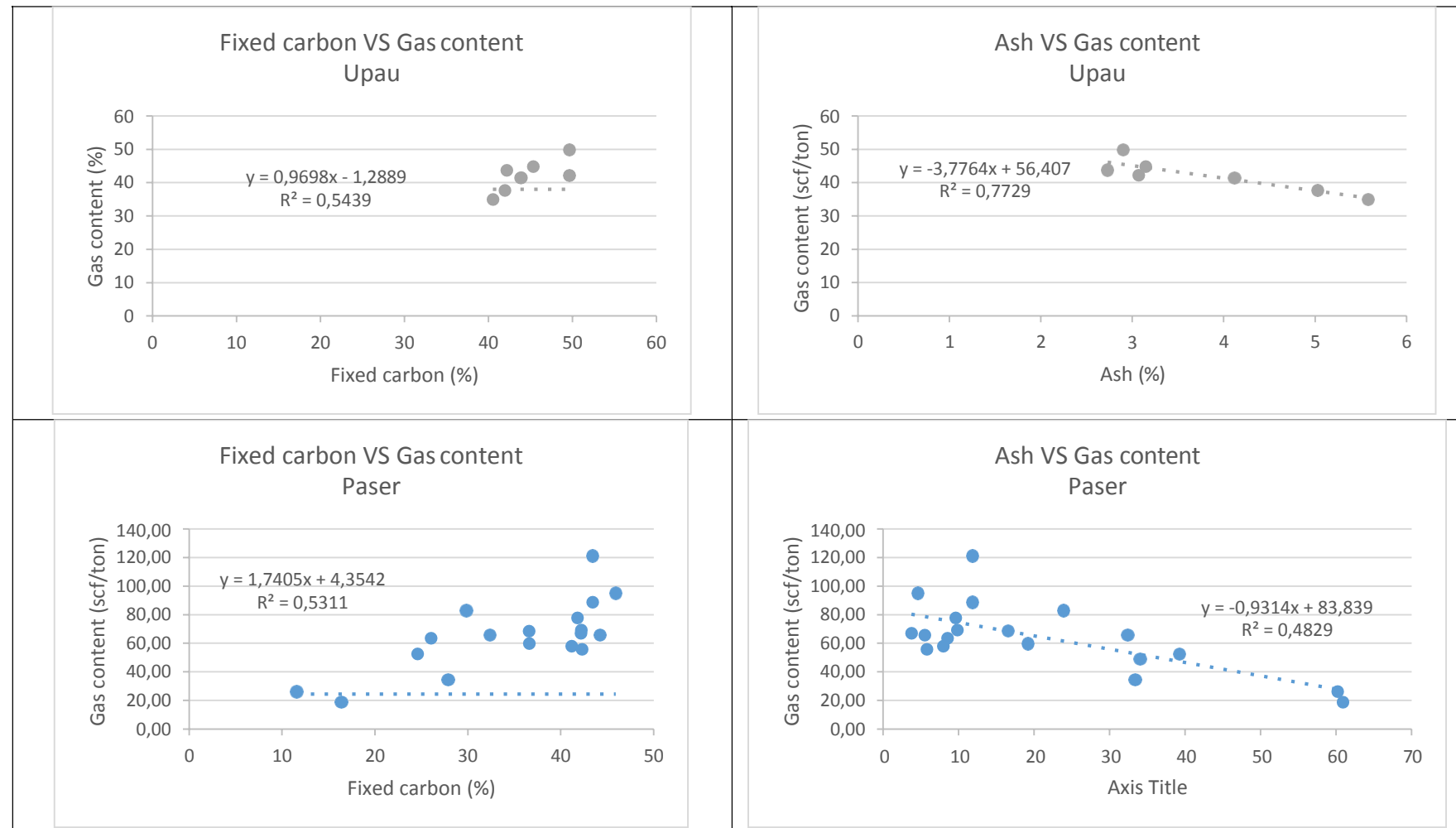
Tabel 3. Grafik Korelasi *Moisture* dan *Volatile Matter*



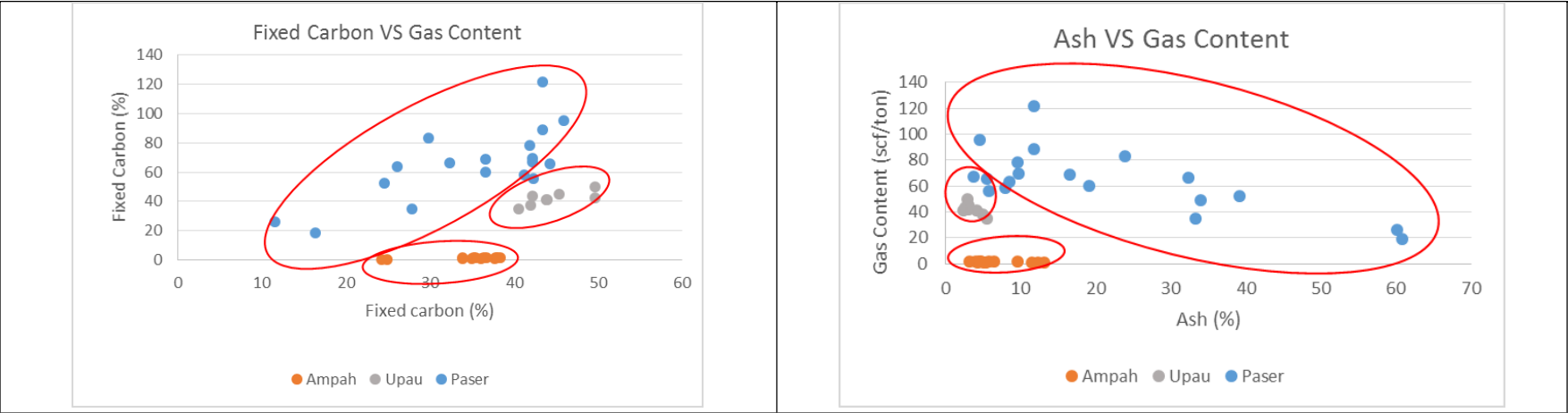


Tabel 4. Grafik Korelasi *Fixed Carbon* dan *Ash*

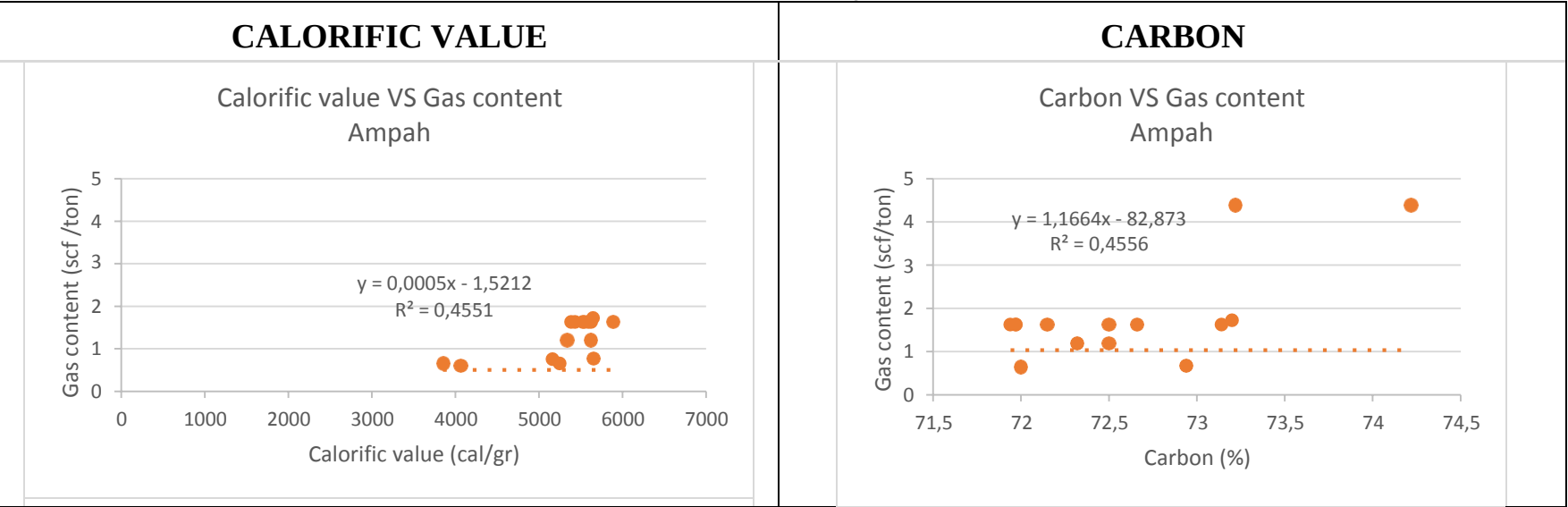


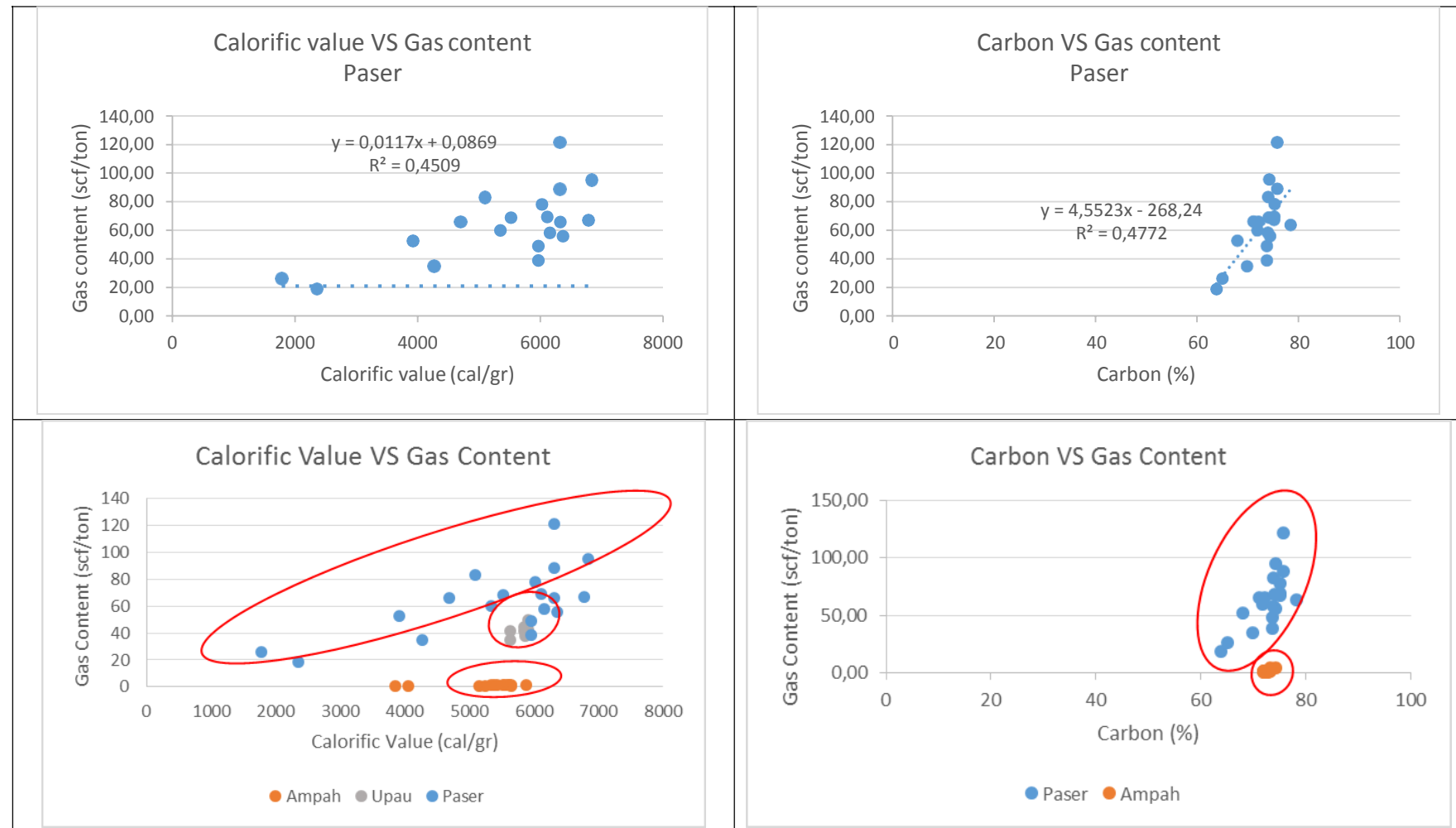


Perbandingan karakteristik batubara Formasi Warukin Atas dan Warukin Bawah terhadap Gas Content di Cekungan Barito (Monikha)



Tabel 5. Grafik Korelasi *Calorific Value* dan *Carbon*





Tabel 6. Grafik Korelasi *Oxygen* dan *Reflectance Vitrinite*

