

Modifikasi Persamaan *Proximate Log* ‘*Standard*’ sebagai Hasil Studi Lapangan CBM Rambutan - Sumatra Selatan

Oleh: Bambang Agus W.¹⁾, Kosasih¹⁾, dan Ken Sawitri²⁾

Pengkaji Teknologi¹⁾, Perekayasa Muda²⁾, pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi “LEMIGAS” Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12230

Tromol Pos : 6022/KBYB-Jakarta 12120, Telepon : 62-21-7394422, Faksimile : 62-21-7246150

Teregistrasi I Tanggal 1 Maret 2010; Diterima setelah perbaikan tanggal 25 Maret 2010

Disetujui terbit tanggal: 31 Agustus 2010

SARI

Hasil studi terdahulu¹ (2008) telah menunjukkan bahwa persamaan-persamaan ‘*standard*’ yang umum digunakan pada evaluasi log untuk perhitungan kandungan gas pada lapangan *coalbed methane* (CBM) tidak cocok untuk diterapkan pada perconton batubara dilapangan CBM Rambutan-Sumatera Selatan (RSS). Pada studi tersebut, telah diperoleh hasil reformulasi persamaan log ‘*conventional*’ (persamaan Mavor, Kim, dan Mullen et al) yang dapat digunakan untuk perhitungan kandungan gas (*gas content*) untuk seam 3 dan seam P.

Studi saat ini adalah studi kelanjutan dari studi terdahulu, dengan lebih banyak melibatkan data proximate hasil pengukuran laboratorium dibanding dengan studi terdahulu, diharapkan studi saat ini akan menghasilkan reformulasi yang lebih baik. Pada studi ini, sebanyak 134 perconton batubara baik berupa *core* ataupun *cutting* yang diambil sebagai representasi dari lima lapisan batubara (*seam*) pada kelima sumur CBM lapangan RSS akan digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki persamaan log ‘*conventional*’ agar dapat dipakai pada evaluasi CBM untuk semua lapisan batubara di lapangan RSS.

Kata kunci : persamaan log ‘*conventional*’, *proximate*, *gas content*, *gas lost*, lapangan RSS, sumur CBM.

ABSTRACT

The previous study (2008) showed that the standard equation commonly used for coalbed methane log evaluation of gas content determination are simply inapplicable for CBM coal samples of South Sumatera Rambutan (SSR) fields. In that study was obtained the log ‘conventional’ equation (Mavor, Kim, and Mullen et al) reformulation to calculate gas content for coal seam-3 and seam-P.

Recent study is carry over of the previous study, with used a more laboratory proximate data compared to the previous study, this study expected results better reformulation. Totally of 134 coal samples as well as core and cutting which taken from five coal seam of five SSR were used as basic to improve ‘conventional’ log equation in order to be applied for CBM evaluation of all seams SSR field.

Key words : persamaan log ‘*conventional*’, *proximate*, *gas content*, *gas lost*, lapangan RSS, sumur CBM.

I. PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir ini Pemerintah Indonesia memberikan peluang besar di dalam pengembangan sumber energi bersih lingkungan, salah satunya adalah gas metana dari batubara. Di Indo-

nesia, lapangan Rambutan Sumatra Selatan (RSS) telah dicanangkan sebagai lokasi pilot proyek *Coalbed Methane* (CBM). Sejak tahun 2003 pengembangan CBM di lapangan itu telah dilakukan dan hingga saat ini telah dibor 5 sumur CBM (sumur CBM#1 –

CBM#5). Sejalan dengan pemboran tersebut telah terkumpul sejumlah percontoh batubara (*core dan cutting*) yang diambil dari berbagai lapisan seam (*Formasi Muaraenim*). Kedalaman dari kelima sumur tersebut antara 610 sampai dengan 915 meter (2000 - 3000 feet) dan diperoleh informasi bahwa adanya kandungan gas metana sekurang-kurangnya terdapat pada 5 (lima) lapisan batubara (*seam*) dengan kisaran ketebalan antara 4.5 sampai 12.7 meters (14.5 – 41.6 ft), dengan tebal keseluruhan *seam* mencapai 53 meter (175 ft). Tidak kurang dari 45 meter (154 ft) percontonya berupa teras inti (*core*) dan serbuk bor (*cutting*) sepanjang 40 meter (130 ft) mewakili lima seam telah diambil selama pemboran lima sumur CBM tersebut.

Lapangan Rambutan yang merupakan daerah penelitian dan pengembangan CBM (*coal bed methane*) terletak di Kecamatan Benakat, Kabupaten Muaraenim – Sumatra Selatan, atau pada posisi koordinat 103°41" – 103°43"BT dan 3°26' – 3°25'LS, berada di antara kota Prabumulih di sebelah timur, kota Lubuk Linggau dan Muara Beliti berada di sebelah barat, dan kota Lahat di bagian utara. Letak lokasi penelitian ini lebih kurang 180 km barat kota Palembang. Lapangan ini juga termasuk di dalam konsesi perusahaan minyak PT. Medco Energi wilayah Sumatra Selatan. Secara geologi regional termasuk ke dalam Cekungan Sumatra Selatan.

Sejak tahun 2003 hingga sekarang, telah dibor lima sumur (sumur CBM#1 – CBM#5) dengan pola *five spot* seperti tampak pada peta sumur CBM (lihat Gambar 1). Sebanyak lima lapisan batubara (*5 seam*) sebagai sasaran penelitian ini terletak pada formasi Muaraenim (Miosen akhir) pada kedalaman antara 400 – 945 meter (1350 – 3100 feet) di bawah permukaan laut. Lapisan batubara sebagai objek penelitian CBM termasuk dalam Formasi Muaraenim, di mana formasi batuan ini terletak selaras di atas Formasi Air Benakat. Litologinya terdiri atas batupasir, batulanau, batulempung dan batubara. Lingkungan pengendapan formasi ini adalah paparan delta-laguna. Ketebalan batuan pada formasi ini bervariasi antara 200 – 800 meter, umur Miosen Akhir sampai Pliosen dan kaya akan batubara. Endapan batuan antar-lapisan batubara menunjukkan adanya pengaruh lingkungan laut, tetapi tidak ditemukan adanya fosil foraminifera, kecuali fosil-fosil keluarga *Lamelibranchiata/pelycypoda* yang dijumpai di beberapa tempat.

Di dalam Formasi Muaraenim terdapat paling

tidak 12 lapisan batubara utama, dari bawah ke atas yaitu lapisan batubara Kladi, Merapi, Petai (C), Suban (B), Mangus (A), Burung, Benuang, Kebon, Benakat/Jelawatan, Lematang, Niru. Pengendapan batubara di formasi ini dipengaruhi saat susut laut pada peristiwa perubahan muka air laut yang terjadi pada kala Miosen (Taupitz, 1987, Pujobroto, 1996). Berdasarkan fasiesnya Shell Mijnbouw (1978) membagi Formasi Muaraenim menjadi empat (4) unit, yaitu: M1 hingga M4 seperti terlihat pada Gambar 2.

Berbagai uji laboratorium telah dilakukan oleh Laboratorium CBM terhadap percontoh batubara yang berhasil diambil dari kelima sumur CBM tersebut, baik berupa serbuk bor (*cutting*) ataupun teras inti (*core*) dengan jumlah 134 percontoh batubara (lihat Table 1). Analisis laboratorium tersebut meliputi uji *Proximate*, uji *Ultimate*, pengukuran densitas, pengukuran kandungan gas dalam batubara (*gas content*), dan *adsorption isotherm*.

Secara umum data yang diperlukan untuk perhitungan dalam evaluasi *Coalbed Methane* (CBM) menggunakan persamaan-persamaan log '*conventional*' pada umumnya digunakan secara langsung untuk memperoleh data *gas content* dan *proximate* yang terdiri dari kadar abu (*ash content*), kadar lembab (*moisture*), kadar zat terbang (*volatile matter*) dan *fixed carbon* yang diperlukan untuk menghitung cadangan gas metana dari batubara (CBM).

Meskipun persamaan-persamaan log *conventional* (diberikan oleh Kim, Mavor et al, Mullen) dilahirkan dari hasil penelitian dengan jumlah data yang sangat banyak dan dapat digunakan secara umum, namun demikian ternyata hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan log *conventional* tidak seluruhnya dapat diterapkan atau tidak cocok untuk contoh batubara lapangan RSS, hasil yang diperoleh jauh berbeda dari hasil pengukuran laboratorium. Evaluasi dan pengukuran ulang terhadap data laboratorium telah menunjukkan bahwa kesalahan bukan berasal dari data laboratorium tetapi persamaan log *conventional* yang perlu diadakan penyesuaian terhadap karakteristik batubara lapangan RSS. Aktivitas yang telah dilakukan pada studi ini adalah melakukan analisis *proximate* (laboratorium) terhadap seluruh percontoh, termasuk pengukuran ulang terhadap percontoh yang mempunyai hasil dicurigai tidak benar, re-evaluasi dan peninjauan kembali terhadap persamaan log *conventional*

(komparasi data) sehingga akan diperoleh reformulasi baru yang lebih mewakili dari karakteristik batubara di lapangan RSS.

Dengan pertimbangan bahwa heterogenitas batubara sangat tinggi, baik pelamparan secara horizontal maupun vertikal, lagipula biaya pemboran pengambilan contoh batubara (*core*) sangat mahal, maka studi ini dilakukan untuk memperoleh persamaan baru sebagai penyempurnaan hasil studi terdahulu¹ (2008) agar dapat digunakan dan diterapkan untuk semua lapisan batubara (*seam*) di lapangan RSS. Maka studi ini sangat diperlukan untuk kepentingan pengembangan CBM lapangan RSS di kemudian hari. Dibanding dengan studi terdahulu¹ (2008), studi saat ini didukung lebih banyak data dengan melibatkan analisis *proximate* sebanyak 134 percontoh batubara mewakili lima *seam* (*Seam* 1, 2, 3, 5 dan P) yang diambil dari lima sumur CBM lapangan RSS (sumur CBM-1 – CBM-5). Pada studi terdahulu¹ (2008) telah diperoleh hasil reformulasi persamaan dari penerapan data laboratorium dari dua sumur (sumur CBM-3 dan CBM-4) dan hanya berlaku untuk dua *seam* yaitu *seam* 3 dan *seam* P.

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan log '*standard*' bila dibandingkan dengan hasil analisis *proximate* di laboratorium ternyata tidak cocok dan tidak sesuai, hal ini ditunjukkan oleh plot hubungan antara parameter hasil perhitungan dengan hasil pengukuran laboratorium. Namun demikian, persamaan yang berkaitan dengan data kadar abu

(*ash content*) menunjukkan kecocokan, sehingga persamaan log yang diberikan oleh Mullen (1989) layak digunakan karena menunjukkan hubungan yang baik antara hasil perhitungan dengan pengukuran laboratorium, hal ini juga ditunjukkan oleh hasil studi terdahulu¹ (2008). Sedangkan persamaan dengan parameter lain seperti *moisture*, *volatile*, *fixed carbon* dan *gas content* dipandang perlu dilakukan modifikasi sehingga dapat digunakan/diterapkan untuk evaluasi seluruh lapisan batubara (*seam*) di lapangan RSS.

II. PERSAMAAN LOG 'CONVENTIONAL'

Di bawah ini adalah persamaan log *conventional* yang merupakan persamaan *standard* digunakan didalam evaluasi log CBM, secara umum persamaan ini dapat langsung digunakan untuk perhitungan *proximate* yang terdiri dari kadar abu (*ash content*), *fixed carbon*, *moisture* dan *Volatile matter*. Persamaan yang ditunjukkan oleh Mullen (1989) adalah sebagai berikut :

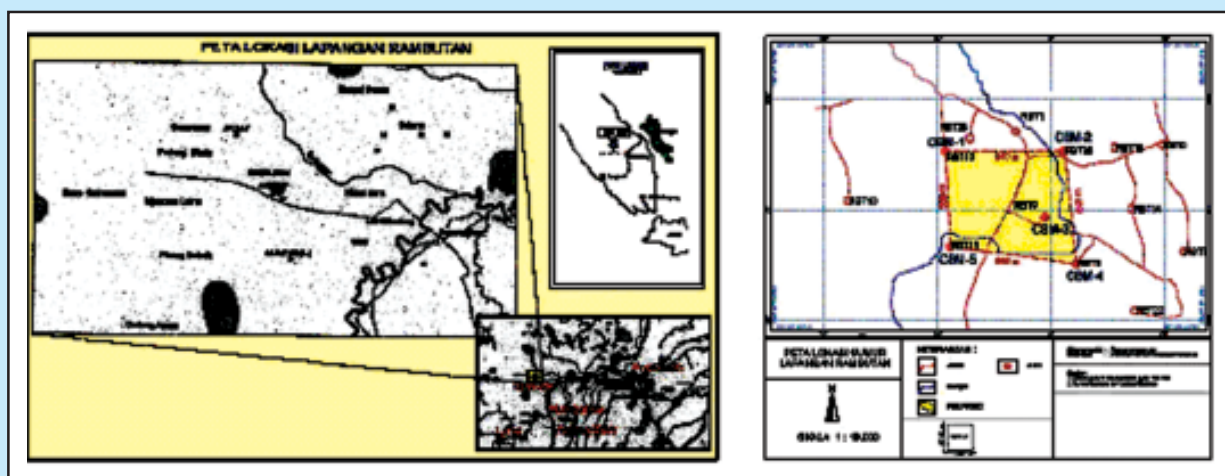
$$V_{ash} = 64.94 * \rho_b - 66.27 \quad (1)$$

$$V_{FC} = -0.517 * V_{ash} + 51.2 \quad (2)$$

$$V_M = -0.1 * V_{ash} + 4.61 \quad (3)$$

$$V_{VM} = 100 - V_{ash} - V_{FC} - V_M \quad (4)$$

di mana V_{ash} , V_{FC} , V_M , V_{VM} , r_b berturut-turut adalah nilai kadar abu (*ash contents*), *fixed carbon*,



Gambar 1
Peta lokasi sumur CBM lapangan Rambutan Sumatra Selatan
(kiri) dan peta pola pemboran *five spot* (kanan)

AGE	FORMATION	LITHOLOGICAL DESCRIPTION	SEAM	DEPOSITION
QUATERNARY	ALUVIUM	Various types of terrestrial deposits, often reworked Kasai deposits		
PLIOCENE	KASAI	Light coloured gravels and tuffaceous sands, at times slightly glauconitic, often with crystalline quartz. Light coloured, bluegreen, and azure blue tuffaceous and kaolin-like clays. Acid pumice, volcanic concretions and tuffaceous sands, few coal lenses. 400 - 1000 m in thick.		Continent
				Strong increase as volcanic activity
MIOCENE	MUARA ENIM	Blue-green tuffaceous clays and sandy clays, some dark-brown coaly clays. Some white and gray, fine to coarse sands, at times slightly glauconitic. Single pumice stone layer in the central Palembang area, 120 - 200 m in thick.	Niru	Limnic brackish
			Lematang	
			Babat/ Benakat	
			Kebon	
	LATE	M3	Sand and silt complex. Underlain by pre-dominantly blue-green and gray-brown clay complex. Few thin calcareous and dolomitic bands. Sand horizon of 3-4 m about 40 m above Mangus with some gas pockets. 100 - 280 m in thick.	Benuang
Burung				
Mangus				
M2	Brown to brown-gray clays and sandy clays. Brown, gray, fine - to medium sands; some green-gray fine-grained sands in lower part. 40 - 120 m in thick.	Suban	Paralic	
		Petai		
MIDDLE	AIR BENAKAT	Brown and grey sands, silts and clays, with minor glauconitic sands. 100 - 250 m in thick.	Merapi	Shallow marine neritic
			KIadi	

Gambar 2
 Stratigrafi Daerah Muaraenim dan Sekitarnya (dikutip dari Sojitz, 2007)

moisture, volatile matter, and bulk density. Data proximate analisis ini dalam satuan fraksi berat dan untuk bulk density dalam gr/cc. Parameter ρ_b biasanya ditentukan dari log density yang umumnya di "run" pada setiap sumur yang baru dibor. Namun pada studi ini nilai bulk density (ρ_b) akan digunakan

nilai yang diperoleh dari pengukuran laboratorium karena mempunyai akurasi lebih tinggi dari pembacaan log.

Persamaan lain adalah besarnya rata-rata kandungan gas (average gas contents), V_{av} , dari Mullen

$$V_{av} = -542 \rho_b + 1053 \quad (8)$$

dan persamaan volume *gas content*, V , dari Mavor et al. (1990) :

$$V = 604.1 - 751.8a_d \quad (9)$$

di mana

$$a_d = \frac{V_{ash}}{(1 - V_M)} \quad (10)$$

III. ANALISIS LABORATORIUM

Data *Bulk density* merupakan parameter yang sangat penting dan menentukan, di mana dengan memasukkan data (*input*) ini pada persamaan-1 maka nilai parameter lain (*proximate*) akan dapat ditentukan. *Bulk density* diukur terhadap semua percontoh batubara (134 percontoh) dengan menggunakan alat *Mercury pump*. Di mana percontoh yang telah diketahui beratnya dimasukan kedalam *sample chamber* pada alat tersebut untuk menentukan *bulk volume* percontoh, dengan rumus perhitungan berat percontoh dibagi dengan *bulk volume* maka *bulk density* dapat dihitung. Verifikasi nilai *bulk density* ini dilakukan pula dengan menggunakan alat *Picnometer*, hasil pengukuran menunjukkan nilai *bulk density* antara kedua metode tersebut di atas hampir sama, dan hanya beberapa percontoh yang mempunyai sedikit perbedaan pada kisaran 0.02 – 0.08 gr/cc. Keyakinan atas akurasi hasil pengukuran *bulk density* cukup tinggi, maka data *bulk density* dari laboratorium inilah yang nyata lebih akurat dibanding *bulk density* dari pembacaan log, sehingga kemudian dipakai sebagai data dasar dalam perhitungan menggunakan persamaan log *conventional* untuk memperoleh nilai *proximate*, *gas absorbed*, dan *gas content* (persamaan 2 – 4).

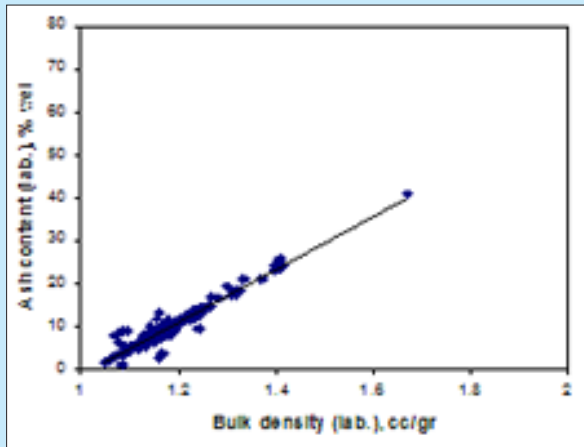
Pengukuran laboratorium pada parameter *proximate* telah dilakukan terhadap 134 percontoh yang mewakili seluruh *seam* (5 *seam*) dari kelima sumur CBM Rambutan (Tabel 1a – 1c). Prosedur analisis didasarkan pada ASTM D 3173 – 00, ASTM D 3174 – 00, dan ASTM D 3175 – 01, masing-masing untuk pengukuran *moisture content* (V_M), *ash content* (V_{ash}), and *volatile matter* (V_{VM}) dalam satuan persen berat. Sedangkan nilai *Fixed carbon* (V_{FC}) diperoleh dari pengurangan 100% dengan ketiga nilai parameter diatas. Analisis *proximate* ini dilakukan pada *air dry basis* (adb), untuk mencerminkan kondisi

sesungguhnya di dalam sumur hasilnya kemudian dikonversikan ke dalam *as received* (ar).

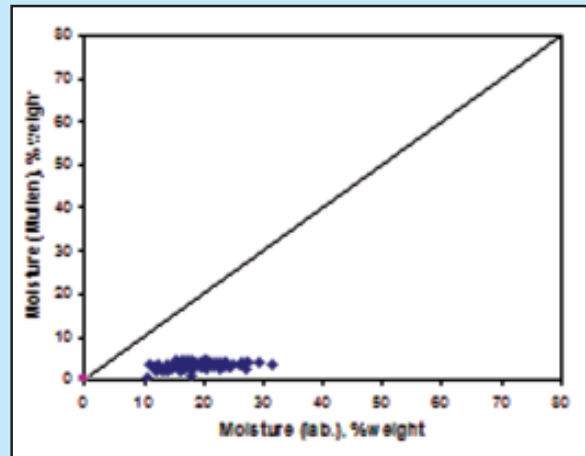
Sebanyak 37 (tiga puluh tujuh) percontoh telah dipilih untuk mewakili seluruh *seam* dari 5 (lima) sumur CBM yang dibor. Percontoh tersebut telah dilakukan pengukuran *adsorption isotherm* di laboratorium. Analisis ini diperoleh hubungan kapasitas simpan maximum gas metana dengan tekanan. Di samping itu, diperoleh pula kapasitas simpan gas pada kondisi tekanan hidrostatik. Kondisi ini mungkin lebih dapat menggambarkan keadaan sebenarnya, di mana ketika dilakukan pekerjaan *logging* kondisinya juga pada tekanan hidrostatik. Pengukuran *Gas content* (*desorbed*) di lapangan (*on site*) dengan menggunakan unit *mobile* laboratorium adalah mengukur volume gas yang ke luar terbebas dari batubara di dalam *canister*. Dalam hal ini tentu terdapat gas yang hilang selama perjalanan *core* batubara dari bawah sumur hingga ke permukaan. Sehingga besarnya volume gas yang diperoleh dianggap sebagai nilai ‘pesimis’. Sedangkan pada pengukuran *adsorption isotherm* di laboratorium, percontoh batubara melalui proses penginjeksian dengan gas metana sampai pada kondisi maksimum, di mana percontoh tersebut sudah tidak mampu lagi menyerap (*absorbed*) gas yang diinjeksikan.

IV. KOMPARASI DATA LABORATORIUM

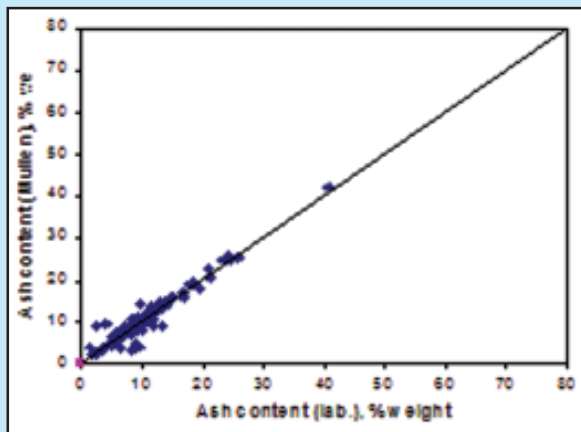
Modifikasi dilakukan terhadap persamaan ‘*standard*’ berdasarkan grafik plot antara data *proximate* hasil uji laboratorium dengan data hasil perhitungan menggunakan persamaan log CBM. Hasil plot menunjukkan kumpulan titik yang tidak beraturan (*scattered*), kecuali pada data *ash content* yang menunjukkan hubungan cukup baik. Grafik plot antara data *bulk density* dengan data *ash content* laboratorium memperlihatkan kumpulan titik yang menunjukkan hubungan yang ‘positif’ (Gambar 3), demikian pula dengan plot nilai *ash content* laboratorium dengan *ash content* perhitungan log (Gambar 4). Sedangkan grafik plot nilai parameter *moisture*, *volatile matter*, *fixed carbon* memperlihatkan kumpulan titik yang *trend*-nya tidak jelas (*scattered*), di mana kumpulan titik data *proximate* hasil perhitungan log letaknya terlihat datar, sedangkan data hasil pengukuran laboratorium mempunyai posisi bervariasi (Gambar 5, Gambar Bambang Agus W.¹⁾, Kosasih¹⁾, dan Ken Sawitri²⁾ 6,



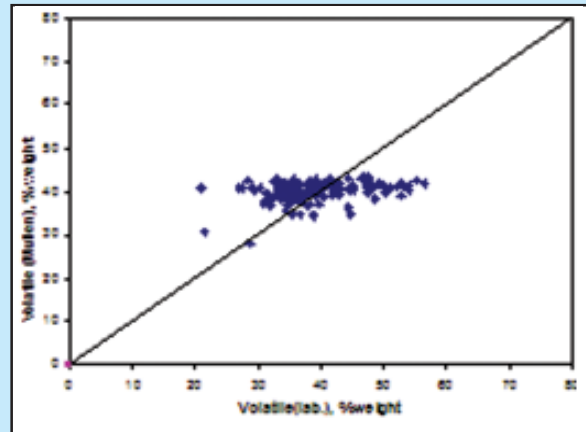
Gambar 3
Grafik plot data Bulk density vs ash content hasil pengukuran laboratorium



Gambar 5
Grafik plot data moisture content (laboratorium) vs Moisture content-persamaan 'standard' Mullen



Gambar 4
Grafik plot data ash content hasil pengukuran laboratorium vs ash content-persamaan 'standart' Mullen



Gambar 6
Grafik plot data Volatile matter (laboratorium) vs Volatile matter-persamaan 'standart' Mullen

dan Gambar 7). Untuk dapat menetralsir-nya, maka dilakukan plot antara data *ash content* dengan data *moisture*, dan *fixed carbon* dari hasil pengukuran laboratorium.

Gambar 8 memperlihatkan grafik yang menunjukkan perbedaan yang besar antara data *gas content* hasil pengukuran di lapangan (total Q1, Q2 dan Q3) dengan data *gas absorbed (gas content)* yang diukur di laboratorium, di mana hasil pengukuran volume *gas absorbed* (di laboratorium) lebih besar dari

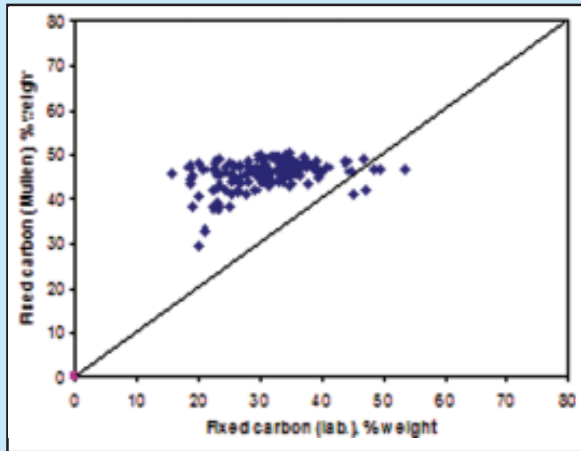
gas content (desorbed) yang diukur di lapangan. Perbedaan ini mungkin akibat hilangnya kandungan gas (*gas lost*) yang cukup besar dari percontoh batubara pada saat proses pengambilan percontoh (*coring*). Proses pengambilan percontoh (*coring*) masih dilakukan dengan teknik yang digunakan pada perminyakan, dimana pengangkatan teras inti (*core retrieval*) dari target lapisan batubara hingga ke permukaan membutuhkan waktu yang lama, berakibat gas yang hilang (*gas lost*) semakin banyak sehingga volume *gas content* yang diperoleh sangat

Tabel 1a
Data analisis laboratorium dan data analisis log

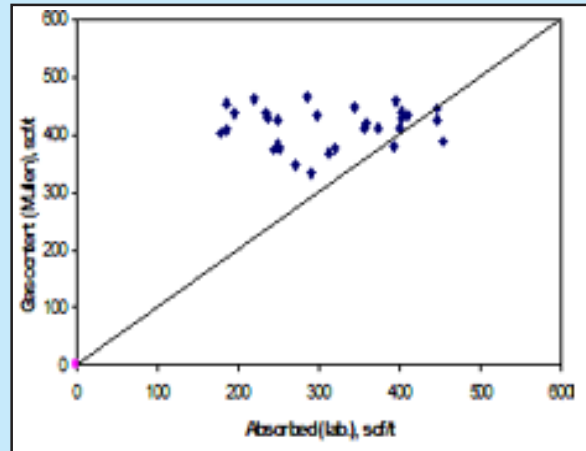
No.	Sample ID	Depth (meter)	Pressure (atm)	Temperature (°C)	Bulk Density Lab.	Ash content		Moisture		Volatile		Fixed Carbon Lab.	Fixed Carbon Mullen	ad = (1-w) Mullen	Gas content Mullen		Gas content Mavor	Gas content Modified Kim	Adsorbed Lab.	Gas content Lapangan
						Lab.	Mullen	Lab.	ar	Lab.	ar				Lab.	ar				
1	CBM#1 S1-01	473.15 - 480.52	47.50	47.52	1.09	4.94	4.76	20.15	4.13	35.74	42.36	39.17	48.73	0.05	450.00	553.91	18.41	185	6	
2	CBM#1 S1-02	480.52 - 481.89	48.04	47.57	1.10	5.07	5.31	23.88	4.08	34.15	42.16	36.89	48.46	0.06	455.61	559.81	20.19	185	19	
3	CBM#1 S1-27	481.89 - 483.26	48.18	47.61	1.16	12.01	8.93	10.96	3.72	27.36	40.77	49.88	46.58	0.09	425.39	531.69	9.12	285	40	
4	CBM#1 S1-28	483.26 - 484.63	48.31	47.66	1.10	5.77	5.33	17.92	4.08	32.37	42.15	43.94	48.45	0.06	455.43	559.64	15.76	285	30	
5	CBM#2 S1-01	448.97 - 449.73	44.88	46.55	1.09	1.41	4.21	23.70	4.19	28.21	42.58	46.68	49.02	0.04	464.77	568.37	18.12		24	
6	CBM#2 S1-02	453.54 - 454.00	45.34	46.69	1.08	6.46	3.73	20.04	4.24	41.53	42.76	31.97	49.27	0.04	468.75	572.10	20.34		16	
7	CBM#3 S1-01	463.30 - 463.91	46.32	47.01	1.33	21.06	20.36	14.48	2.57	44.40	36.39	20.05	40.68	0.21	330.00	444.32	19.33		34	
8	CBM#3 S1-02	464.62 - 465.91	46.38	47.03	1.31	18.54	19.12	16.68	2.70	39.56	36.87	25.22	41.31	0.20	340.32	453.67	18.54		20	
9	CBM#1 S2-03	515.11 - 515.93	51.50	48.69	1.18	9.97	10.54	21.66	3.56	35.31	40.15	33.06	45.75	0.11	411.93	519.23	19.76		24	
10	CBM#1 S2-04	515.93 - 516.76	51.58	48.72	1.25	14.40	15.15	20.25	3.10	33.56	38.39	31.79	43.37	0.16	373.49	483.90	18.58	245	28	
11	CBM#1 S2-05	516.76 - 517.58	51.66	48.74	1.16	13.30	9.05	15.00	3.71	27.05	40.72	44.65	45.52	0.09	424.37	530.75	12.55		20	
12	CBM#1 S2-06	517.58 - 518.40	51.74	48.77	1.17	10.06	9.66	20.88	3.64	35.19	40.49	33.87	45.21	0.10	419.31	526.06	19.26		22	
13	CBM#1 S2-07	518.40 - 519.23	51.83	48.80	1.16	7.85	8.95	19.10	3.71	40.40	40.76	32.66	46.57	0.09	425.18	531.50	19.72	250	19	
14	CBM#1 S2-08	519.23 - 520.05	51.91	48.82	1.12	6.86	6.42	21.92	3.97	34.54	41.73	36.88	47.88	0.07	446.33	551.15	19.49		20	
15	CBM#1 S2-10	520.05 - 520.87	51.99	48.85	1.21	10.95	12.17	18.18	3.39	31.43	39.53	39.44	44.91	0.13	398.30	505.67	16.20		44	
16	CBM#1 S2-11	520.87 - 521.70	52.07	48.88	1.25	13.78	14.95	19.27	3.12	31.69	38.46	35.06	43.47	0.15	375.13	485.40	17.36		35	
17	CBM#1 S2-13	521.70 - 522.52	52.16	48.90	1.14	6.21	7.69	20.00	3.84	36.28	41.25	37.51	47.23	0.08	435.76	541.31	18.75		28	
18	CBM#1 S2-14	522.52 - 523.34	52.24	48.93	1.13	6.03	7.42	20.23	3.87	35.40	41.35	38.34	47.36	0.08	437.93	543.34	18.60	195	62	
19	CBM#1 S2-15	523.34 - 524.25	52.32	48.96	1.17	8.83	9.98	16.70	3.61	35.43	40.37	39.04	46.04	0.10	416.65	523.60	16.06		53	
20	CBM#2 S2-03	495.77 - 497.38	48.66	47.77	1.10	8.92	4.92	15.76	4.12	47.30	42.31	28.02	48.66	0.05	458.86	562.84	19.68		51	
21	CBM#2 S2-05	497.38 - 498.99	48.72	47.79	1.15	7.41	8.56	22.51	3.75	47.33	49.91	22.75	46.77	0.09	438.44	534.52	24.47	237	13	
22	CBM#2 S2-06	498.99 - 499.59	48.79	47.81	1.15	7.83	8.23	18.49	3.79	44.86	41.04	29.49	46.94	0.09	431.19	537.08	20.78		56	
23	CBM#2 S2-07	499.59 - 499.20	48.85	47.83	1.16	2.54	9.00	15.93	3.71	41.78	40.74	39.75	46.55	0.09	424.82	531.16	16.61		9	
24	CBM# 3-S2-02	499.87 - 500.48	49.97	48.20	1.19	9.87	10.88	20.60	3.52	39.84	40.02	29.69	45.57	0.11	409.08	516.61	20.66	87	4	
25	CBM# 3-S2-03	500.76 - 501.49	50.06	48.22	1.17	8.99	9.94	14.13	3.62	45.13	49.38	31.75	46.06	0.10	416.91	523.84	17.06		4	
26	CBM# 3-S2-04	501.67 - 502.31	50.15	48.25	1.16	7.77	8.91	15.40	3.72	46.32	49.78	28.51	46.59	0.09	425.54	531.83	19.61		5	
27	CBM# 3-S2-05	502.55 - 503.22	50.24	48.28	1.17	11.09	10.02	16.04	3.61	43.01	49.35	29.85	46.02	0.10	416.30	523.28	18.54		11	
28	CBM# 3-S2-06	503.22 - 503.86	50.31	48.30	1.09	4.75	4.39	20.03	4.17	42.60	42.51	32.62	48.93	0.05	463.29	566.98	20.85	220	10	
29	CBM# 3-S2-07	504.39 - 505.05	50.42	48.34	1.18	10.77	10.11	18.78	3.60	39.21	49.32	31.24	45.97	0.10	415.51	522.55	19.28		5	
30	CBM# 3-S2-08	505.05 - 505.65	50.49	48.36	1.16	9.64	9.28	16.26	3.68	42.89	49.63	31.19	46.40	0.10	422.41	528.93	18.49		4	
31	CBM# 3-S2-09	505.97 - 506.58	50.58	48.39	1.21	11.56	12.51	19.79	3.36	41.88	39.40	26.76	44.73	0.13	395.47	504.06	21.14	248	7	
32	CBM# 3-S2-10	506.88 - 507.49	50.67	48.42	1.24	13.70	13.95	20.87	3.22	39.96	38.85	25.48	43.99	0.14	380.50	493.07	21.21		8	
33	CBM# 4 S2-01	530.96 - 531.10	53.08	49.20	1.41	24.15	25.53	13.67	2.06	38.79	34.41	22.86	38.00	0.26	286.82	415.44	17.07		4	
34	CBM#4 S2-02	534.62 - 535.84	53.45	49.32	1.67	40.80	42.08	10.60	0.40	28.57	28.07	19.91	29.44	0.42	148.67	263.75	12.37		7	
35	CBM# 5 S2-01	537.05 - 539.80	53.69	49.40	1.20	11.22	11.48	15.68	3.46	36.94	39.79	36.17	45.26	0.12	404.09	512.00	15.95		15	
36	CBM# 5 S2-02	541.92 - 541.93	54.09	49.53	1.25	14.30	14.65	15.39	3.15	32.66	38.58	37.65	43.63	0.15	377.66	487.72	14.63	251	18	
37	CBM# 5 S 2-03	541.93 - 543.45	54.18	49.56	1.24	14.00	14.52	19.87	3.16	34.41	39.63	31.72	43.69	0.15	370.73	488.69	18.74		15	

Tabel 1b
Data analisis laboratorium dan data analisis log

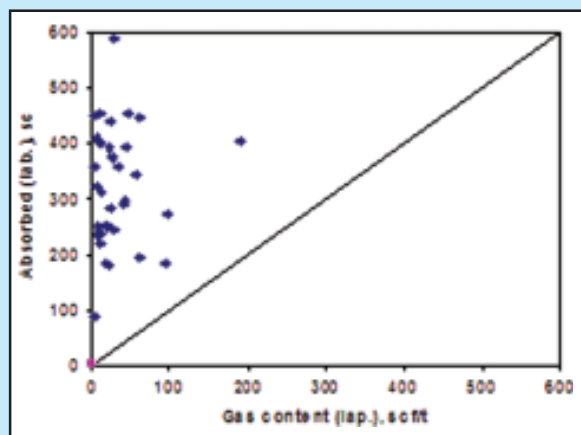
No.	Sample ID	Depth (meter)	Pressure (atm)	Temperature (°C)	Bulk Density Lab.	Ash content Lab.	Ash content Mullen	Moisture Lab.	Moisture Mullen	Volatile Lab.	Volatile Mullen	Fixed Carbon Lab.	Fixed Carbon Mullen	ad -a(1-w) Mullen	Gas content Mullen scft	Gas content Maron scft	Gas content Modified Kim scft	Adsorbed Lab. scft	Gas content Lapangan scft
38	CBM#1 SS-16	524.26 - 525.08	52.41	48.99	1.11	5.63	6.07	22.70	4.00	33.78	41.86	37.69	48.96	0.06	449.22	553.85	19.68	344	57
39	CBM#1 SS-17	525.08 - 525.90	52.49	49.01	1.11	5.78	6.00	22.71	4.01	36.50	41.89	35.01	48.10	0.06	449.61	554.40	20.60		122
40	CBM#1 SS-18	525.90 - 526.72	52.58	49.04	1.15	9.33	8.70	20.60	3.74	34.50	40.86	35.57	46.70	0.07	427.29	533.45	18.83		91
41	CBM#1 SS-19	526.72 - 527.55	52.66	49.07	1.12	6.25	6.55	21.04	3.95	38.97	41.68	33.74	47.81	0.07	445.20	550.10	20.47		75
42	CBM#1 SS-20	527.55 - 528.37	52.74	49.09	1.16	7.99	6.96	14.47	3.71	29.11	40.76	48.44	46.57	0.08	425.14	531.46	12.16	446	60
43	CBM#1 SS-21	528.37 - 529.19	52.82	49.12	1.17	10.72	9.83	21.20	3.63	35.36	40.43	32.71	46.12	0.10	417.86	524.72	19.62		113
44	CBM#1 SS-22	529.19 - 530.02	52.91	49.15	1.14	8.37	7.90	18.96	3.82	37.74	41.16	34.93	44.19	0.08	433.97	539.65	18.72		126
45	CBM#1 SS-23	530.02 - 530.84	52.99	49.17	1.23	11.73	13.66	20.27	3.25	37.88	39.00	30.13	44.19	0.14	386.74	496.04	20.04		96
46	CBM#1 SS-24	530.84 - 531.66	53.07	49.20	1.20	11.94	11.66	18.39	3.44	38.41	39.72	31.26	45.17	0.12	402.94	510.98	18.93		117
47	CBM#1 SS-25	531.66 - 532.49	53.15	49.23	1.23	12.20	13.44	20.59	3.27	34.30	39.04	32.91	44.25	0.14	387.72	496.94	18.96		162
48	CBM#1 SS-26	532.49 - 542.54	53.23	49.25	1.15	9.04	8.69	16.72	3.74	20.75	40.86	53.50	46.71	0.09	427.37	533.53	12.14	403	191
49	CBM#2 SS-08	486.21 - 488.82	49.61	48.06	1.40	24.54	24.54	11.92	2.16	44.65	34.79	18.69	38.51	0.25	295.06	412.84	17.87		21
50	CBM#2 SS-09	487.43 - 489.04	49.73	48.12	1.25	12.89	14.66	19.97	3.14	40.40	38.57	26.74	43.62	0.15	377.53	487.59	20.73	320	7
51	CBM#2 SS-10	488.04 - 489.65	49.79	48.14	1.31	17.67	18.67	17.62	2.72	38.32	36.96	26.39	41.44	0.19	342.42	455.68	18.81		38
52	CBM#3 SS-01	518.16 - 519.77	51.80	48.79	1.14	7.64	7.48	12.40	3.86	53.20	41.33	26.78	47.34	0.08	437.51	542.94	16.34	233	8
53	CBM#3 SS-02	519.77 - 519.96	51.91	48.82	1.11	6.18	6.05	15.35	4.01	47.90	41.87	30.57	48.07	0.06	449.45	554.06	19.10		12
54	CBM#3 SS-03	520.45 - 520.85	52.03	48.86	1.11	5.42	5.49	20.13	4.06	39.23	42.09	35.22	48.36	0.06	454.06	559.38	19.81		12
55	CBM#3 SS-04	520.86 - 521.64	52.08	48.88	1.13	7.20	7.34	16.83	3.88	39.25	41.38	36.73	47.40	0.08	438.60	543.96	17.29		8
56	CBM#3 SS-05	521.65 - 522.48	52.17	48.91	1.12	6.30	6.39	18.73	3.97	41.56	41.74	33.41	47.90	0.07	446.60	551.40	19.71	447	5
57	CBM#3 SS-06	522.82 - 523.48	52.27	48.94	1.14	6.82	6.98	16.73	4.00	42.82	41.86	34.43	48.08	0.06	449.20	553.82	18.38		7
58	CBM#3 SS-07	523.70 - 524.32	52.36	48.97	1.11	7.45	7.51	17.11	3.86	39.34	41.31	36.09	47.31	0.08	437.16	542.64	17.62		5
59	CBM#3 SS-08	524.61 - 525.21	52.45	49.00	1.15	8.10	8.13	15.99	3.80	42.77	41.08	33.55	47.00	0.08	432.97	537.69	17.56	358	3
60	CBM#3 SS-09	525.54 - 526.19	52.54	49.03	1.17	9.34	9.54	17.16	3.66	38.53	40.53	34.97	46.27	0.10	420.24	526.92	17.62		4
61	CBM#4 SS-01	550.16 - 550.19	55.00	49.83	1.20	9.48	11.55	17.49	3.48	47.49	39.84	25.54	45.33	0.12	405.18	513.01	21.86		20
62	CBM#4 SS-02	550.85 - 550.71	55.05	49.84	1.19	8.95	11.01	21.69	3.51	50.35	39.97	19.01	45.51	0.11	408.02	515.63	26.21	184	96
63	CBM#4 SS-03	551.15 - 551.17	55.10	49.86	1.12	5.17	6.35	18.28	3.98	56.44	41.76	20.12	47.92	0.07	446.91	551.69	26.43		2
64	CBM#4 SS-04	551.66 - 551.41	55.15	49.87	1.18	8.39	10.59	21.91	3.55	53.98	40.13	15.73	45.72	0.11	411.48	518.62	28.12		6
65	CBM#4 SS-05	552.15 - 552.19	55.20	49.89	1.19	8.83	10.79	18.71	3.53	42.54	40.06	29.92	45.62	0.11	409.86	517.33	26.56		4
66	CBM#4 SS-06	552.84 - 553.26	55.28	49.92	1.14	6.63	7.87	16.13	3.82	36.34	41.17	40.90	47.13	0.06	434.19	539.86	19.61		21
67	CBM#4 SS-07	553.73 - 553.79	55.36	49.94	1.16	7.31	9.14	19.66	3.70	44.50	40.69	26.54	46.47	0.09	423.60	530.04	21.95		5
68	CBM#4 SS-08	554.34 - 555.07	55.42	49.96	1.16	7.23	9.07	20.30	3.70	46.20	40.72	24.27	46.51	0.09	424.19	530.58	24.11		8
69	CBM#4 SS-09	555.03 - 555.07	55.49	49.96	1.14	6.24	7.71	21.36	3.84	53.97	41.24	16.43	47.21	0.06	435.56	541.13	27.56	409	6
70	CBM#4 SS-10	555.76 - 555.90	55.56	50.01	1.12	5.15	6.35	19.27	3.97	52.84	41.76	22.75	47.92	0.07	446.87	551.66	25.31		15
71	CBM#4 SS-11	556.72 - 556.78	55.66	50.04	1.09	3.43	4.20	18.16	4.19	55.33	42.58	23.09	49.03	0.04	464.89	568.48	25.33		13
72	CBM#4 SS-12	557.69 - 557.78	55.75	50.07	1.15	7.03	8.70	19.45	3.74	51.02	40.96	22.50	46.70	0.09	427.32	533.49	24.87		16
73	CBM#4 SS-13	558.36 - 559.42	55.82	50.09	1.15	6.76	8.41	20.19	3.77	52.14	40.97	20.91	46.85	0.09	428.72	535.71	25.95		5
74	CBM#4 SS-14	559.66 - 559.11	55.89	50.11	1.16	7.29	9.19	21.63	3.69	39.30	40.67	31.79	46.45	0.10	423.17	529.64	21.25		8
75	CBM#4 SS-15	559.67 - 559.73	55.95	50.13	1.13	5.75	7.22	22.26	3.89	32.99	41.42	39.00	47.47	0.06	439.62	544.90	19.30	402	11
76	CBM#5 SS-01	556.43 - 556.56	55.43	49.96	1.28	16.66	17.09	21.62	2.90	35.26	37.64	26.46	42.36	0.18	357.23	469.05	26.30		26
77	CBM#5 SS-02	556.56 - 557.78	55.64	50.03	1.26	13.86	14.40	23.53	3.17	34.65	38.68	27.96	43.76	0.15	379.76	489.63	26.90		19
78	CBM#5 SS-03	557.78 - 559.92	55.76	50.07	1.28	16.62	17.06	23.99	2.90	34.96	37.65	24.43	42.38	0.18	357.48	469.28	21.24		20
79	CBM#5 SS-04	559.92 - 562.86	55.98	50.14	1.18	10.38	10.63	21.81	3.55	33.22	40.12	34.61	45.70	0.11	411.15	518.52	19.38	357	35



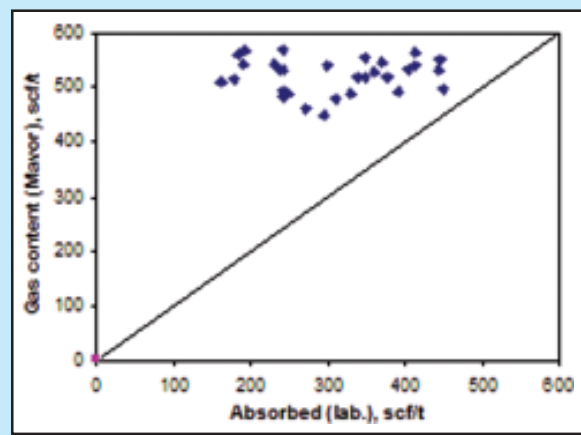
Gambar 7
Grafik plot data *fixed carbon* pengukuran laboratorium vs *fixed carbon*-persamaan 'standard' Mullen



Gambar 9
Grafik plot data *gas absorbed* pengukuran Laboratorium vs *Gas content*-persamaan 'standard' Mullen



Gambar 8
Grafik plot data *gas adsorbed* pengukuran laboratorium vs *gas content* hasil pengukuran di lapangan



Gambar 10
Grafik plot data *gas absorbed* pengukuran Laboratorium vs *Gas content*-persamaan 'standard' Mavor

kecil. Maka dalam penelitian ini data *gas content* dari hasil pengukuran di lapangan tidak digunakan.

Bila data *gas content* (*gas absorbed* hasil pengukuran Laboratorium) di-plot *versus* data *gas content* hasil perhitungan dengan persamaan Mullen maupun Mavor seperti tampak pada Gambar 9 dan Gambar 10, masing-masing grafik menunjukkan hubungan *trend* yang tidak beraturan (*scattered*).

V. MODEL PERSAMAAN YANG DIUSULKAN

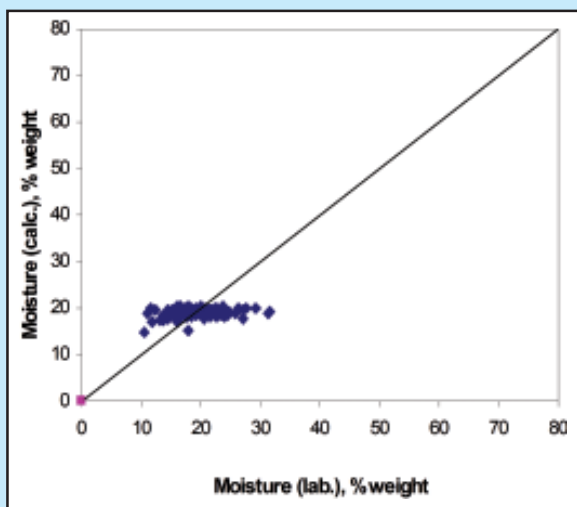
Modifikasi persamaan log dilakukan dengan membandingkan terhadap berbagai data *proximate* hasil pengukuran laboratorium dengan data hasil perhitungan-persamaan log 'standard' dengan memplot kedalam grafik linear. Seperti telah disampaikan sebelumnya, bahwa hasil plot data *proximate* menunjukkan kumpulan titik-titik yang tidak beraturan (*scattered*), kecuali pada plot nilai kadar abu (*ash*

content) yang tampak mempunyai hubungan yang sangat baik (Lihat Gambar 3 dan 4) sehingga modifikasi tidak diperlukan. Ketidakteraturan titik plot pada grafik *moisture*, *volatile*, *Fixed carbon*, *gas content* dan *gas adsorbed* (lihat Gambar 5 – 10), menunjukkan bahwa persamaan-persamaan analisis log CBM tersebut tidak cocok dipakai untuk mengevaluasi data-data dari sumur CBM di lapangan Rambutan. Untuk itu, modifikasi atau reformulasi terhadap persamaan-persamaan analisis log tersebut perlu dilakukan agar dapat diaplikasikan pada

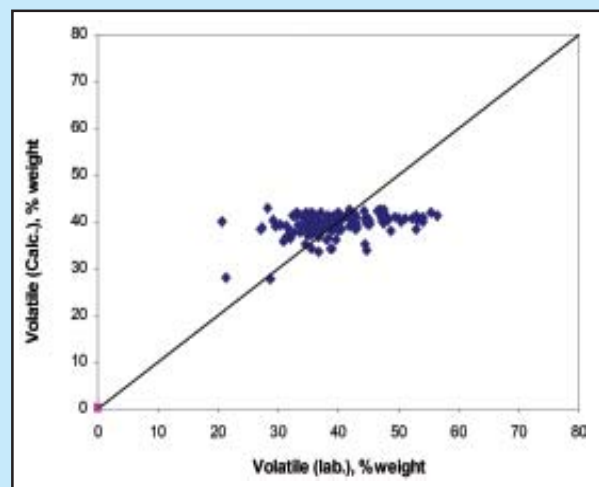
lapangan RSS atau mungkin untuk lapangan di sekitarnya.

A. Reformulasi parameter Moisture content

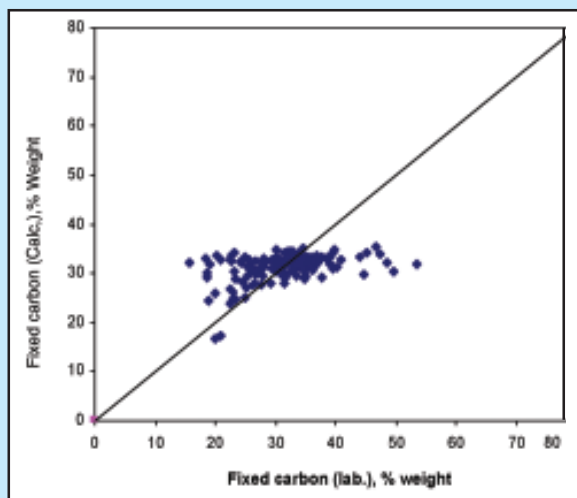
Dengan memasukkan data V_{ash} (*ash content*) pada persamaan-3 di atas akan diperoleh hasil perhitungan nilai *moisture content* (*log*), kemudian di plot dengan data *ash content* laboratorium. Hasil plot menunjukkan kumpulan titik dan kemudian diperoleh persamaan garis linear dan menghasilkan



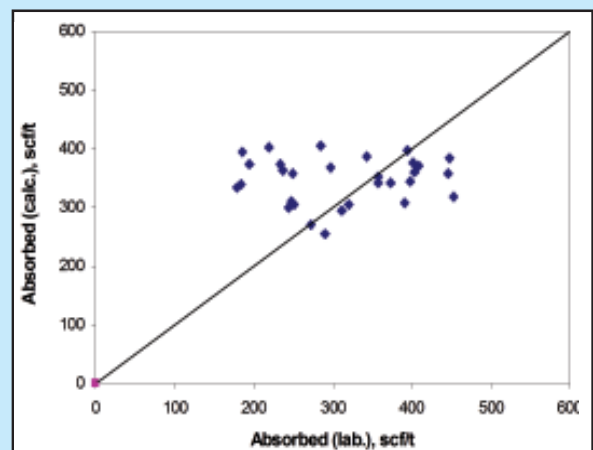
Gambar 11
Grafik plot antara data *Moisture content* (Laboratorium) Vs *Moisture content* (Calculated)



Gambar 13
Grafik plot antara data *Volatile matter* (Laboratorium) Vs *Volatile matter* Calculated)



Gambar 12
Grafik plot antara data *Fixed carbon* (Lab.) Vs *Fixed carbon* (Calculated)



Gambar 14
Grafik plot antara data *Absorbed* (Laboratorium) Vs *Absorbed* (Calculated) hasil reformulasi persamaan Mullen

persamaan baru, dari :

Menjadi,

$$VM = - 0.1 * V_{ash} + 20.63$$

Dengan persamaan 'baru' di atas (hasil reformulasi) memperlihatkan hubungan yang lebih 'baik' antara *moisture content* laboratorium dengan *moisture content* hasil perhitungan (*calculated*) (Gambar 11) jika dibandingkan dengan nilai *moisture content* hasil perhitungan dengan persamaan log 'lama' *moisture content* ('standard') seperti tampak pada Gambar 5.

B. Reformulasi parameter Fixed Carbon

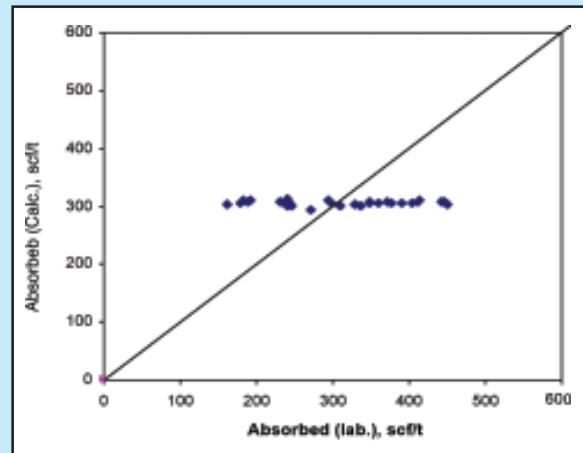
Secara ideal dapat diterima bahwa semakin besar nilai *fixed carbon* maka nilai *ash content* akan semakin kecil. Hubungan tersebut diperlihatkan oleh grafik plot antara data *ash content* dengan data *fixed carbon* (laboratorium). Dari hubungan tersebut menghasilkan persamaan baru sebagai reformulasi persamaan log 'lama' (*standard*):

$$V_{FC} = - 0.5170 V_A + 51.2$$

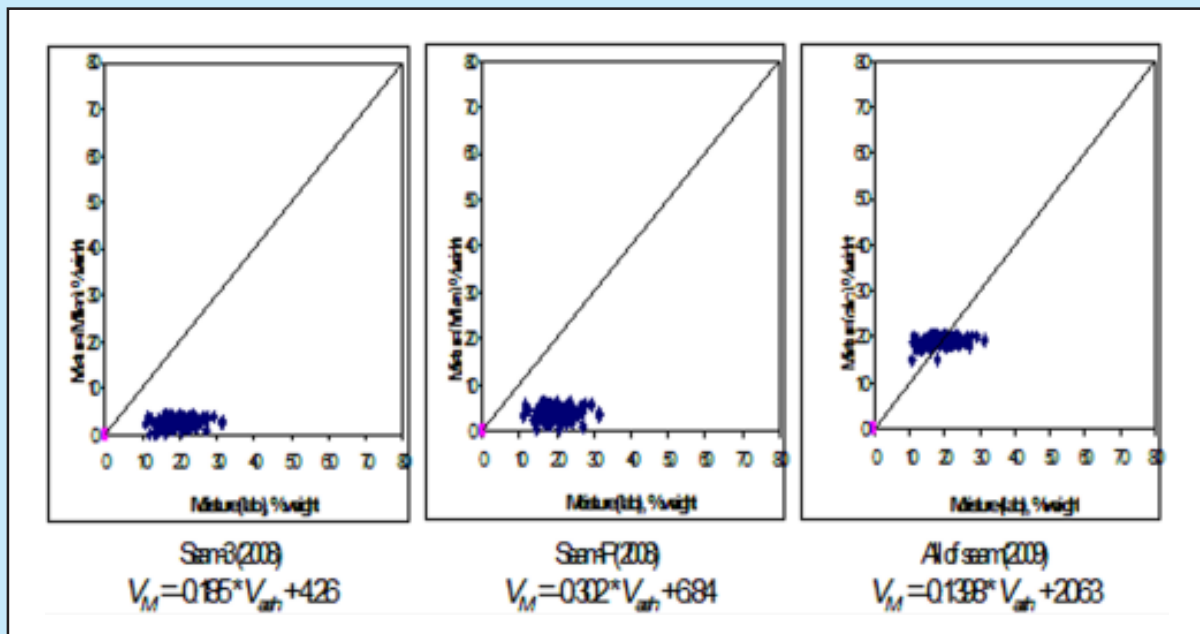
menjadi,

$$V_{FC} = - 0.4729 V_A + 35.965$$

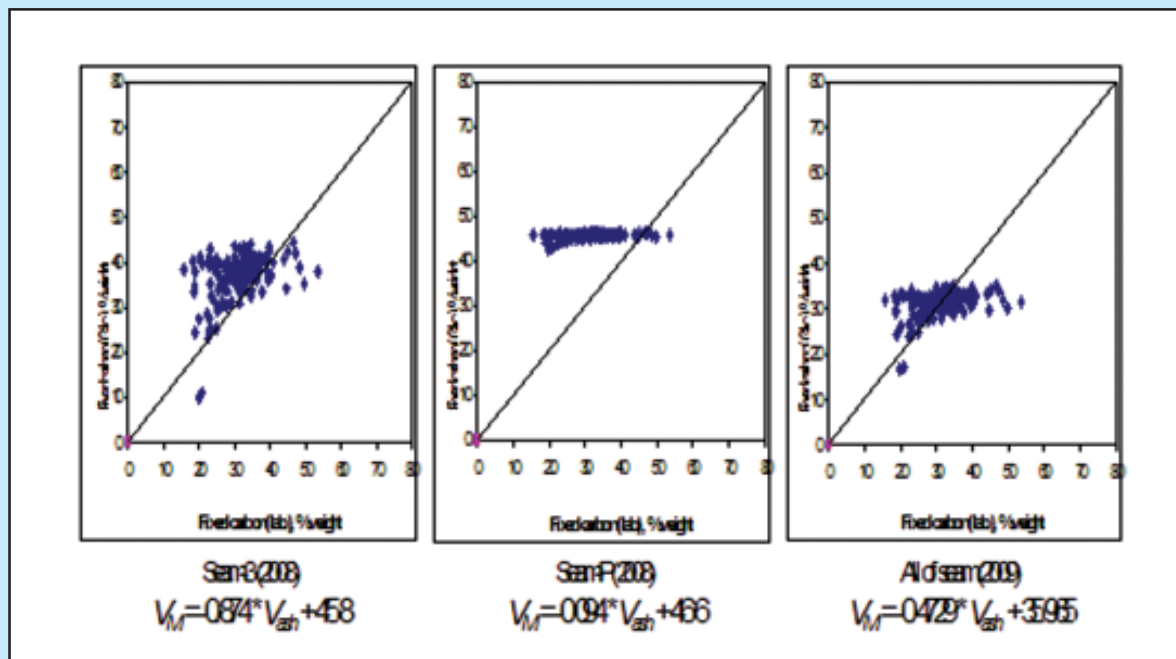
Dengan menggunakan persamaan 'baru' ini, plot antara nilai *fixed carbon* laboratorium dengan nilai *fixed carbon* hasil perhitungan (Gambar 12)



Gambar 15
Grafik plot antara data *Absorbed (Lab.)*
Vs *Absorbed (Calculated)* hasil reformulasi
persamaan Mavor



Gambar 16
Grafik yang menunjukkan perbandingan hasil reformulasi terdahulu (2008) terhadap data *Moisture content* yang berlaku untuk *seam-3* dan *seam-P* (kiri dan tengah), dan hasil reformulasi dari penelitian sekarang (2009) (kanan)



Gambar 17

Grafik perbandingan hasil reformulasi studi terdahulu (2008) terhadap parameter *Fixed carbon* yang berlaku untuk *seam-3* dan *seam-P* (kiri dan tengah), hasil penelitian sekarang (2009) yang dapat diaplikasikan untuk semua *seam* (kanan)

menunjukkan hubungan yang lebih baik dibanding dengan sebelum reformulasi dilakukan (dengan persamaan log ‘*standard*’) seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 7.

Maka berdasarkan persamaan log ‘*standard*’ yang berkaitan dengan parameter *volatile matter*, yaitu:

$$V_{VM} = 100 - V_{Ash} - V_{FC\ calc} - V_{M\ calc}$$

nilai *Volatile matter* dapat dihitung. Data ini sangat dipengaruhi oleh data *moisture* dan *fixed carbon* dari hasil persamaan yang direformulasi atau dari hasil perhitungan (*calculated*), seperti tampak pada grafik Gambar 13.

C. Reformulasi persamaan Gas Content

Telah diuraikan sebelumnya bahwa nilai *gas absorbed* (laboratorium) lebih besar dari *gas content* hasil pengukuran lapangan, seperti yang ditunjukkan oleh grafik plot dari kedua nilai tersebut pada Gambar 8. Persamaan *gas content* yang digunakan dalam analisis log dikemukakan oleh Mullen dan Mavor, sedangkan persamaan Modified Kim tidak dapat

diterapkan, karena nilainya terdapat perbedaan yang sangat besar. Satuan *gas content* adalah *standard cubic feet per ton* (SCF/ton). Persamaan awal dari kandungan gas rata-rata (*Average gas content*), yang dikemukakan oleh Mullen adalah :

$$\text{Average } V = -542 \rho_b + 1053$$

Hubungan antara data *gas absorbed* hasil pengujian laboratorium dengan data *gas content* – persamaan log Mullen (Gambar 9), dari titik-titik plot menunjukkan bahwa hubungan kedua data tersebut tidak beraturan (*scattered*). Reformulasi persamaan dilakukan dengan mem-plot antara data *absorbed* (laboratorium) diplot dengan data *bulk density* (ρ_b) akan menghasilkan persamaan baru, yaitu :

$$\text{Average gas content} = -82.375\rho_b + 409.73 \text{ ft}^3/\text{ton}$$

Dapat diterima bahwa dari grafik tersebut diperoleh hubungan yang ideal di mana semakin besar nilai *bulk density* (ρ_b) maka nilai *absorbed* semakin kecil. Gambar 14 memperlihatkan grafik pada hubungan yang lebih baik antara data *absorbed* hasil pengukuran laboratorium dengan *gas content* hasil perhitungan persamaan Mullen yang telah

direformulasi. Demikian pula dengan reformulasi terhadap persamaan *gas content* (g) yang diberikan oleh Mavor et al., di mana persamaan log berkaitan dengan *ash dried basis* (ad). Seperti telah ditunjukkan oleh grafik hasil plot yang ‘negatif’ antara data *absorbed* pengukuran laboratorium dengan data *gas content* hasil perhitungan dengan persamaan Mavor (Gambar 10). Untuk mereformulasi persamaan tersebut maka dilakukan plot antara data *absorbed* (laboratorium) dengan data *ash dried*, hasil plotting tersebut menghasilkan persamaan baru, di mana persamaan awal adalah:

$$g = 601.4 - 751.8 ad$$

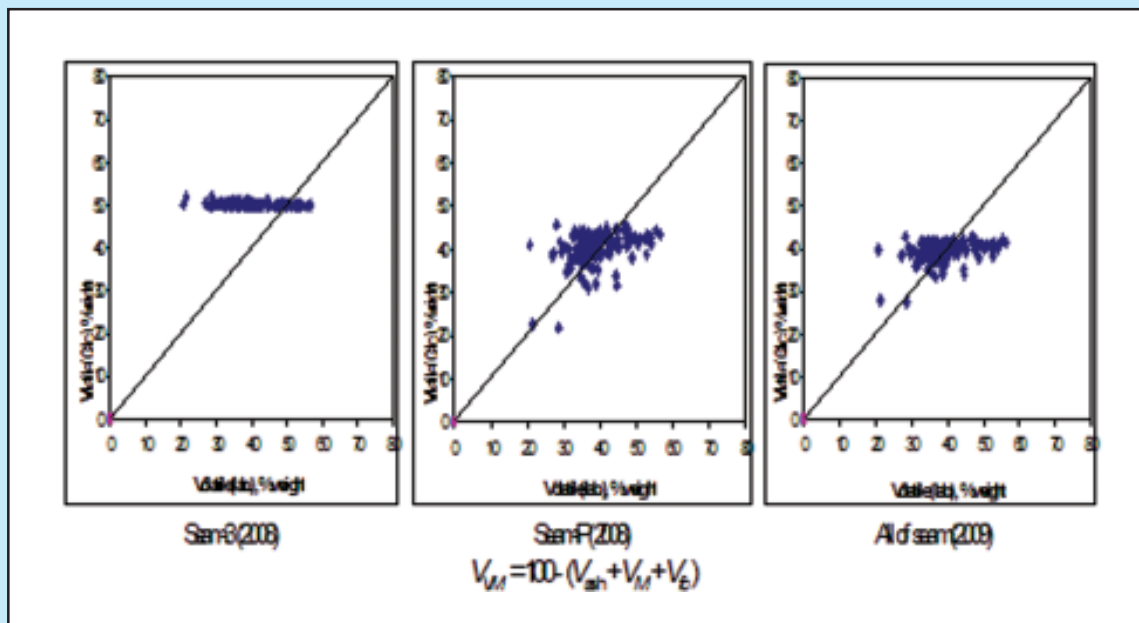
menjadi

$$g = 314.08 - 70.263 ad$$

Dengan memplot kembali data *Absorbed* (Laboratorium) dengan data *Absorbed* (Calculated) perhitungan dengan persamaan Mavor hasil reformulasi, menunjukkan hubungan yang lebih ‘baik’ seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 15.

Hasil penelitian terdahulu (tahun 2008) diperoleh

hasil reformulasi terhadap persamaan yang berkaitan dengan analisis *proximate* yang berlaku untuk *seam-3* dan *P*, di mana setiap *seam* mempunyai reformulasi yang spesifik dan tidak cocok bila diterapkan untuk *seam* yang berbeda. Sedangkan pada studi saat ini (2009) jauh lebih banyak melibatkan data percontoh batubara mewakili lima *seam* yang berasal dari 5 sumur CBM dengan jumlah 134 (seratus tiga puluh empat) dan di antaranya sebanyak 37 (tiga puluh tujuh) percontoh dipilih untuk analisis *adsorption isotherm*. Dengan demikian maka pada studi ini reformulasi diperoleh untuk setiap parameter akan lebih mencerminkan karakteristik batubara lapangan RSS, sehingga dapat diterapkan untuk semua *seam* dan mungkin dapat digunakan untuk evaluasi area sekitarnya. Berikut disampaikan perbandingan antara hasil reformulasi yang diperoleh pada studi terdahulu (2008) dengan hasil studi saat ini (2009) dalam bentuk grafik. Gambar 16, 17, dan 18 berturut-turut memperlihatkan perbedaan hasil yang diperoleh terkait dengan parameter *moisture content*, *fixed carbon* dan *volatile matter*.



Gambar 18

Grafik perbandingan hasil reformulasi terdahulu (2008) terhadap parameter *Volatile matter* yang berlaku untuk *seam-3* dan *seam-P* (grafik kiri dan tengah), hasil reformulasi studi sekarang (2009) yang dapat diaplikasikan pada semua *seam* (kanan)

VI. KESIMPULAN

Pengujian hasil uji laboratorium dengan metode perhitungan dengan persamaan analisis log CBM yang umum digunakan (seperti formula Mullen, Mavor, dan Kim) telah dilakukan, hasil studi menunjukkan bahwa persamaan-persamaan log tersebut tidak cocok diaplikasikan untuk evaluasi batubara di lapangan Rambutan Sumatra Selatan.

Dengan melibatkan banyaknya percontoh batubara yang mewakili lima seam (134 perconto) untuk analisis *proximate* dan *bulk density*, serta sebanyak 37 percontoh untuk analisis *adsorption isotherm* maka formulasi yang diperoleh dari studi ini dapat diaplikasikan untuk semua *seam* batubara lapangan Rambutan.

Validasi terhadap persamaan hasil dari studi ini sangat diperlukan, maka perlu dilakukan uji coba penerapan formulasi tersebut untuk evaluasi analisis log pada sumur-sumur pengembangan CBM di lapangan Rambutan Sumatra Selatan yang akan datang.

KEPUSTAKAAN

1. Michael, H., (Prep.), 2000, "Digital Formation Lesa Coalbed Methane Log Analysis", Denver Colorado.
2. Levy, J., dan Saghafi, A., "CSIRO Volumetric method of Gas Adsorption Measurement", 2005, CSIRO Energy, Newcastle Australia.
3. Jones, A.H., et al., 1992, "A Review of the Physical and Mechanical Properties of Coal with Implications for Coal-Bed Methane Well Completion and Production", Society of Petroleum Engineers Reprint Series, No.35, h.14-26.
4. Manager Teknis Laboratorium Batubara Puslitbang tekMIRA, 2003, "Metode Uji Untuk Pengujian Batubara", Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
5. ASTM D 3173 – 00 (2002) "Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke". ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428 – 2959 – USA.
6. ASTM D 3174 – 00 (2002) "Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal". ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428 – 2959 – USA.
7. ASTM D 3175 – 01 (2002) "Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke". ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428 – 2959 – USA.
8. Kim, A.G. (1977). "Estimating Methane Content of Bituminous Coalbeds from Adsorption Data". US Bureau of Mines, Report of Investigations 8245, 22p.
9. Mavor, M.J., Close, J.C. & McBane, R.A. (1990). "Formation Evaluation of Exploration Coalbed Methane Wells". SPE Paper #90-101, presented at the International Technical Meeting, Calgary June 10 – 13.
10. Mullen, M.J. (1989). "Coalbed Methane Resource Evaluation From Wireline Logs in the Northeastern San Juan Basin: A Case Study". SPE Paper #18946, presented at the SPE Joint Rocky Mountain Regional/Low Permeability Reservoirs Symposium and Exhibition, Denver – Colorado, March 6 – 8.
11. Mullen, M.J. (1988). "Log Evaluation in Wells Drilled for Coalbed Methane". Rocky Mountain Association of Geologists, pp 113 – 124.
12. Smith, D.M. & Williams, F.L. (1981). "A New Method for Determining of the Gas Content of Coal: Procedures and Results". U.S. Bureau of Mines Report of Investigations 8515.
13. Suwarna, N & 9 others (2003). "Evaluation of CBM Exploration in South Sumatera, Vol. 1A". (in Bahasa Indonesia), unpublished report, Ministry of Energy and Mineral Resources – The Republic of Indonesia. ✓