

**KARAKTERISTIK BATUBARA SEAM F DAN J UNTUK PENGEMBANGAN
GASIFIKASI BAWAH PERMUKAAN DI MUSI BANYUASIN, SUMATERA
SELATAN**

Muhammad Ananda Hibatillah Jaya^{1*}, Nudrajat¹, Reza Mohammad Ganjar Gani¹, Silti Salinita²

¹Teknik Geologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

²Balai Besar Pengujian Mineral dan Batubara Tekmira

*Korespondensi : muhammad19281@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Gasifikasi batubara bawah permukaan dapat menjadi teknologi pemanfaatan batubara yang ramah lingkungan dan rendah emisi. Batubara yang ideal untuk gasifikasi bawah permukaan harus memiliki karakteristik tertentu, dengan parameter antara lain, ketebalan, kedalaman, peringkat, kadar air, kadar abu, kadar sulfur, nilai kalori dan batuan pengapit. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi gasifikasi batubara bawah permukaan pada batubara seam F dan J di Kabupaten Musi Banyuasin berdasarkan karakteristiknya. Berdasarkan hasil penelitian didapat bahwa Seam F dan J memiliki potensi pada sebaran area tertentu yang dianalisis melalui Peta Potensi Gasifikasi Bawah Permukaan. Seam F memiliki ketebalan 1-6,2 m, kedalaman 160-255 m, nilai kalori 10300-11600 btu/lb, kadar sulfur 0,45-1,2 %, kadar abu 3,8 – 7,8 % dan kadar air 12,8-18,4%. Seam J memiliki ketebalan 1-8 m, kedalaman 45-155 m, nilai kalori 9900 – 11000 btu/lb, kadar sulfur 0,14 – 0,25%, kadar abu 2,5-9,5% dan kadar air 11-21%.

Kata kunci : Karakteristik batubara, gasifikasi bawah permukaan, potensi UCG, Musi Banyuasin

ABSTRACT

Underground coal gasification could be a coal utilization technology that based on clean energy and low emission concept. Ideal coal for underground gasification must have particular characteristics, the parameter is thickness, depth, total moisture, ash content, calorific value, overburden and underburden characteristic. The purpose of this study is to identified potentiality of coal seam F and J in Musi Banyuasin, South Sumatera for underground gasification purpose. Based on the research suggest that Seam F dan J has the UCG potentiality in certain area that described in UCG Potency Map. The characteristic of Coal Seam J has depth range from 160-255m, with 1-6,2m of thickness, calorific value 10300-11600 btu/lb, ash content 3,8 – 7,8 % and moisture content 12,8-18.4%. Seam F has depth range from 45 – 155 m and 1-8m of thickness, calorific vlue 9900-11000 btu/lb, ash content 2,5 – 9,5% and moisture content 11-21% .

Keywords : coal characteristics, underground gasification, UCG potency, Musi Banyuasin

PENDAHULUAN

Underground Coal Gasification (UCG) merupakan satu metode pemanfaatan batubara secara insitu dengan melakukan injeksi oksigen ke lapisan batubara untuk memberikan reaksi gasifikasi (Burton, dkk., 2006). UCG menjadi metode penambangan batubara yang ramah lingkungan karena tidak dilakukan penambangan secara langsung, sehingga tidak merusak bentang alam dan tidak mengganggu kondisi permukaan. Adapun hasil produksinya dominan berupa *syngas* yang merupakan energi baru. Oleh sebab itu, UCG menjadi sebuah pilihan untuk pemanfaatan batubara yang ramah lingkungan di masa yang akan datang, terutama di Indonesia yang memiliki cangan batubara begitu melimpah.

Adapun dalam proses pelaksanaannya batubara untuk UCG memiliki beberapa karakteristik sehingga dapat dikatakan cocok atau ideal untuk dilakukan gasifikasi bawah permukaan.

Kedalaman lapisan batubara yang ideal untuk UCG harus lebih dari 92m, dengan saran terbaik di atas 200 m untuk meminimalisir resiko terjadinya amblesan (Oliver & Dana, 1991).

Batubara untuk UCG juga direkomendasikan memiliki ketebalan antara 2 hingga 15 m, hal ini berkaitan dengan pemaksimalan nilai produksi dan keekonomian hasil produksi (Shafirovic, 2008).

Peringkat batubara yang cocok untuk pemanfaatan UCG adalah peringkat batubara rendah seperti lignit, sub bituminous ataupun bituminous tinggi volatil, batubara peringkat rendah umumnya akan menyusut ketika terjadi reaksi pembakaran atau gasifikasi, dimana dapat membantu proses pengaliran gas hasil gasifikasi. Adapun sesuai dengan klasifikasi peringkat batubara ASTM, nilai kalori batubara peringkat rendah memiliki batas kurang dari 14000 *btu/lb*. (Shafirovich, 2008).

Litologi pengapit *seam* target UCG,

baik *overburden* maupun *underburden* harus memiliki permeabilitas rendah, batubara yang direkomendasikan untuk UCG adalah diapit oleh batulempung, serpih, batulanau ataupun batupasir halus.

Kadar abu (*ash*) dalam lapisan batubara juga memengaruhi kualitas batubara. Adapun kadar abu yang direkomendasikan untuk target batubara UCG adalah kurang dari 50% (Shafirovic, 2008). Begitu juga dengan kadar air, gasifikasi batubara memerlukan kelembaban yang cukup, sehingga batubara yang cocok untuk UCG memiliki kadar air 7-35% (Khadse, 2007). Untuk kadar sulfur, sebagai zat pengotor batubara rekomendasi batubara yang cocok untuk UCG memiliki kadar sulfur dibawah 1% (Shafirovic, 2008).

Maka penelitian ini akan menganalisis mengenai karakteristik batubara yang ideal untuk gasifikasi bawah permukaan berdasarkan parameter tersebut.

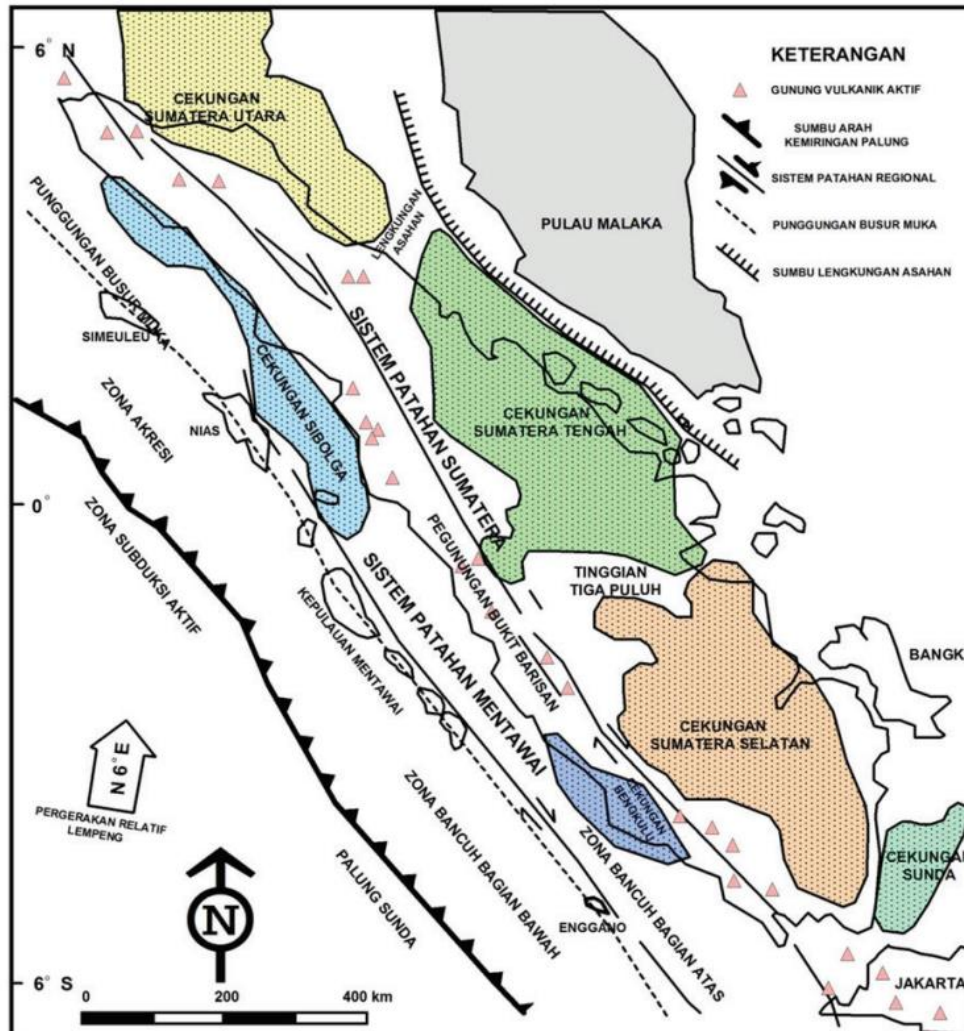
GEOLOGI REGIONAL

Cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan busur belakang akibat aktivitas tektonik penujaman lempeng yang berada di sebelah barat Pulau Sumatera dan Selatan Pulau Jawa. Penujaman lempeng ini mengontrol dan memengaruhi keadaan geologi di daerah Sumatera Selatan, termasuk batuan, morfologi dan struktur geologi (Bishop, 2001). Adapun Cekungan Sumatera Selatan merupakan satu dari beberapa cekungan di Indonesia yang merupakan cekungan pembawa batubara. Cekungan ini mengalami beberapa kali orogenesis, yaitu pada Mesozoik Tengah, Kapur Akhir - Tersier Awal dan Pliosen – Plistosen (Pulonggono, 1992). Adapun dilihat dari aspek geomorfologi, menurut Van Bemelen (1949), daerah penelitian termasuk kedalam Zona Dataran Rendah dan Bukit dari 6 zona fisiografi di pulau sumatera.

Cekungan sumatera Selatan sendiri

secara geomorfologi dibatasi oleh Bukit Barisan di bagian Barat Data, Paparan Sunda di bagian Timur, Pegunungan Tiga Puluh di bagian Barat dan Tinggian Lampung di sebelah Tenggara (Winsu,1997). Fase pengendapan pada cekungan ini terjadi dua kali yaitu fase

transgresif dan regresif, dimana fase transgresif menghasilkan kelompok batuan yang disebut Kelompok Telisa yang membawa Formasi Talangakar, Baturasa dan Gumai. Sementara pada fase regresi terbentuk formasi Air Bekanat, Muara Enim dan Kasai.



Gambar 1. Geologi Regional Sumatera (Indonesian Geologist Association, 2000)

Formasi Pembawa Batubara pada Cekungan Sumatera Selatan, salah satunya adalah Formasi Muara Enim. Batubara pada daerah ini umumnya sangat dipengaruhi oleh aktivitas tektonik aktif, sehingga erat kaitannya dengan perlipatan, patahan dan aktivitas intrusif, sehingga akan memengaruhi persebaran peringkat dan kualitas batubara. Mijnbouw dalam Damayanti (2022) membagi Formasi Muara Enim menjadi 4 anggota, yaitu :

- Anggota M1

Terdiri atas batupasir, batulanau dan batulempung sedikit glaukonitan, lapisan pembawa batubara pada anggota M1 adalah seam Keladi dan Seam Merapi.

- Anggota M2

Terdiri dari litologi perulangan batulempung, batulempung pasir, batupasir dan batubara. Lapisan batubara pada anggota M2 adalah Seam Petai, Suban dan Mangus dimana persebarannya tidak menerus.

- Anggota M3
Terdiri atas Perselingan batupasir dan batulanau, batulempung dan terdapat kehadiran nodul *ironstone* kalsitan sebagai penciri utamanya, Adapun lapisan batubara pada anggota M3 adalah Seam Benuan dan Burung.
- Anggota M4
Lapisan batubara pada anggota ini

adalah Seam Kebon, Seam Enim, Jelawatan dan Niru.

Total terdapat kurang lebih 21 Lapisan Batubara pada formasi muara enim, namun di beberapa lapngan lapisan yang paling dijumpai adalah sebanyak 10 lapisan, yaitu Lapisan Mangus sebanyak 2 lapisan batubara, Batubara Suban sebnyak 2 lapisan, batubara petai 3 lapisan, Merapi 1 lapisan, dan keladi sebanyak 2 lapisan.

UMUR	FORMASI	DESKRIPSI LITOLOGI	LAPISAN BATUBARA	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
KUATER	ALLUVIUM	Berbagai jenis endapan darat, sebagian adalah hasil rombakan Formasi Kasai (Qtz)		Kontinen
PLOSSEN	KASAI	Batupasir abu-abu terang, berukuran kerakal, tufan, secara setempat glaukonitan, mengandung kuarsa kristalin. Batulempung kaolinitik, hijau kebiruan sampai dengan biru. Batupung komposisi asam, mengandung kongresi batuan vulkanik dan batupasir tufan, terdapat beberapa lensa		Aktivitas vulkanik bertambah kuat
	M4	Batulempung tufan, hijau kebiruan dan lempung pasir, mengandung batulempung karbonan, coklat tua. Batupasir putih sampai dengan abu-abu, berbutir halus sampai kasar, beberapa mengandung glaukonit. Di daerah Palembang didapatkan lapisan batupung. Tebal formasi 120-200 m.	Niru Lematang Babat Kebon	Limnik/payau
MIOSEN	AKHIR	Kompleks batupasir dan batulanau, secara dominan ditutupi oleh batulempung, hijau kebiruan, hijau keabuan dan coklat keabuan. Beberapa lapisan tipis batuan bersifat gampingan dan dolomitik. Lapisan batupasir bagian bawah berbutir halus dan pada bagian bawah dicirikan dengan warna hijau keabuan. Tebal formasi 40-120 m.	Benuang Burung	Aktivitas vulkanik di sekitar cekungan
	M2	Batulempung, coklat sampai coklat keabuan dan batulempung pasir. Batupasir berbutir halus sampai kasar, berwarna coklat sampai abu-abu. Batupasir bawah berbutir halus, hijau keabuan pada bagian bawah. Tebal formasi 40-120 m.	Mangus Suban	
	M1	Batupasir, batulanau dan batulempung berwarna coklat dan abu-abu dengan batupasir glaukonit. Tebal formasi 100-250 m.	Petal Merapi	Paralis
	M1	Batupasir, batulanau dan batulempung berwarna coklat dan abu-abu dengan batupasir glaukonit. Tebal formasi 100-250 m.	Keladi	
TENGH	AIR BENAKAT	Batulempung berwarna abu-coklat sampai abu dan abu kebiruan, terdapat serpih pasir, bersifat napalan, batupasir halus berwarna hijau-abu kehijauan, bersifat glaukonitan. Tebal formasi 100-1.100 meter. Rata-rata tebal 800 meter.		Laut dangkal neritik
	GUMAI	Serpih gampingan, napal, batulempung dengan sisipan serpih gampingan dan napal.		Laut dangkal
AWAL				

Gambar 2. Stratigrafi Formasi Muara Enim (Mijnbouw dalam Damayanti, 2022).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data hasil kegiatan eksplorasi, yang meliputi logging geofisika dan analisis batuan inti. Logging geofisika dan analisis batuan inti dianalisis untuk mengetahui ketebalan, kedalaman serta batuan pengapit dari batubara yang menjadi target penelitian. Kemudian analisis proksimat, ultimat dan uji nilai kalor dilakukan untuk mengetahui kualitas batubara dan untuk menentukan peringkat dari batubara. Pembuatan model penyebaran lapisan batubara untuk mengetahui kemenerusan lapisan, pembuatan peta iso kualitas, kedalaman dan ketebalan, dan pembuatan peta potensi gasifikasi bawah permukaan.

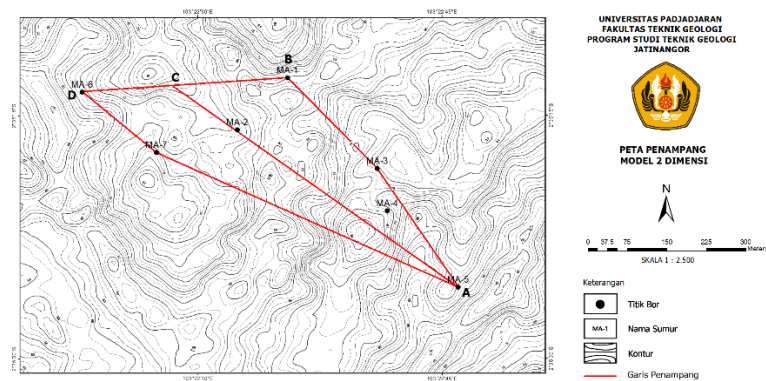
HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa lapisan batubara ditemukan dari pemboran yang dilakukan pada 7 titik bor yaitu MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5, MA-6 dan MA-7. Adapun pada penelitian ini akan membahas *Seam F* dan *J*. *Seam F* ditemukan di ke 7 titik bor, dengan ketebalan dan kedalaman yang bervariasi, *seam F* berada pada kedalaman antara 160-255 m dengan ketebalan antara 1-6,2 m, dominan diapit oleh batulempung dan serpih. Berdasarkan parameter ideal batubara UCG *seam F* memenuhi parameter kedalaman dan batuan pengapit, namun pada sumur MA-2 *Seam F* ditemukan memiliki ketebalan hanya 1.17 m. *Seam J* berada pada kedalaman antara 45-155 m dengan ketebalan antara 1-8 m,

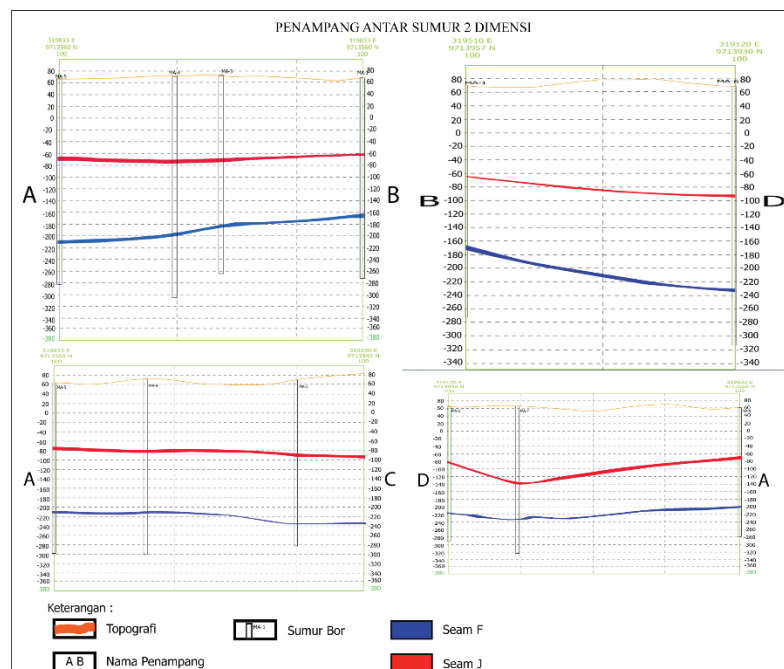
diapit oleh litologi batulempung, serpih dan batulanau. Oleh karena itu, seam J tidak memenuhi parameter ideal UCG pada sumur MA-1 karena hanya memiliki kedalaman 63,3 m dan ketebalan 1,2 m pada sumur tersebut, juga memiliki kedalaman kurang dari 92m pada sumur

MA-3, MA-4 dan MA-5.

Berdasarkan hasil penarikan penampang model 2 dimensi, terlihat bahwa seam F dan J menerus pada seluruh garis penampang yang melewati setiap titik bor (Gambar 4).



Gambar 3. Peta Penampang 2 Dimensi (Tanpa Skala)



Gambar 4. Penampang 2 Dimensi (A-B), (A-C), (B-D), (C-A)

1. Penentuan Peringkat Batubara

Dalam melakukan penentuan peringkat batubara, dilakukan terlebih dahulu konversi data hasil analisis

laboratorium yang berbasis adb (*air dried basis*) menjadi mmmf (*moist mineral matter free*). Penentuan peringkat batubara dilakukan menggunakan klasifikasi peringkat batubara (ASTM, 2004).

Tabel 1. Perinngkat Batubara

SEAM	SUMUR	Gross Calorific Value (Btu/lb)	Peringkat Batubara (ASTM,2004)
F	MA-1	10,332.79	Subbituminous B Coal
	MA-2	11,611.86	High Volatile C bituminous Coal
	MA-3	10,793.69	Subbituminous A Coal
	MA-4	10,458.33	Subbituminous B Coal
	MA-5	10,943.68	Subbituminous A Coal
	MA-6	10,848.16	Subbituminous A Coal
	MA-7	10,820.24	Subbituminous A Coal
J	MA-1	10,303.78	Subbituminous B Coal
	MA-2	10,424.21	Subbituminous B Coal
	MA-3	10,990.18	Subbituminous A Coal
	MA-4	10,036.44	Subbituminous B Coal
	MA-5	9,975.33	Subbituminous B Coal
	MA-6	10,258.43	Subbituminous B Coal
	MA-7	10,247.99	Subbituminous B Coal

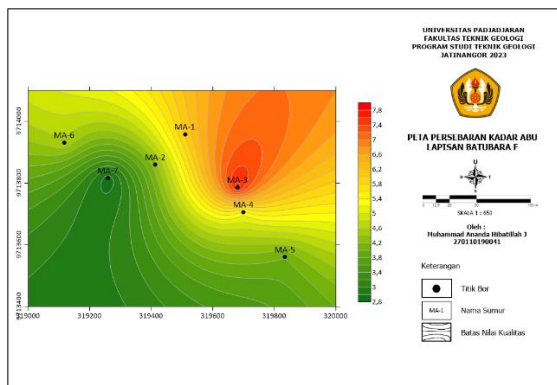
2. Peta Iso Kualitas, Kedalaman dan Ketebalan

Peta Iso Kualitas, Kedalaman dan Ketebalan dibuat untuk menganalisis persebaran area dari kualitas batubara

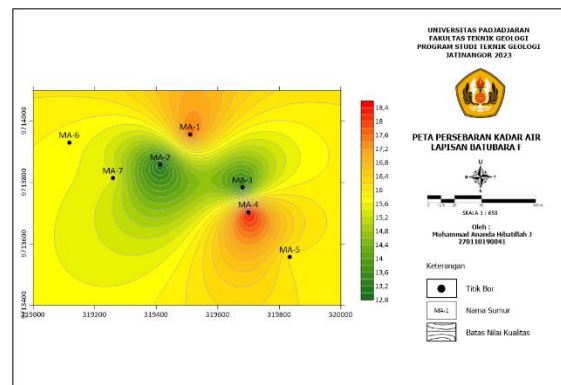
berdasarkan keberadaan titik informasi atau sumur bor. Dimana, peta iso ini aka menunjukkan area batubara ideal yang dapat digunakan untuk UCG. Adapun data kualitas yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Kualitas, Kedalaman dan Ketebalan Seam F dan J

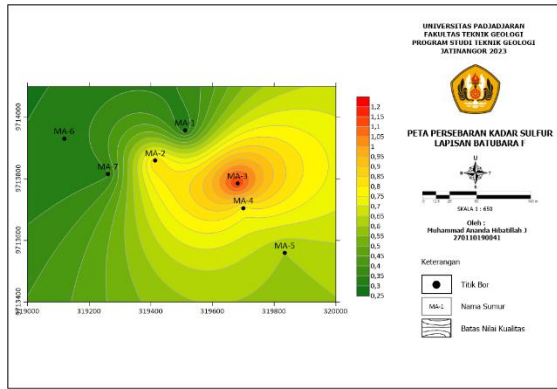
SUMUR	SEAM	Inhernt Moisture	Ash	Total Sulfur	Gross Calorific Value (Btu/lb)	Kedalaman	Ketebalan
		%adb	%adb	%adb	<i>dmmf</i>		
MA-1	F	17.62	6.03	0.31	10332.79	168.00	5.50
	J	16.66	9.51	0.22	10303.78	63.30	1.20
MA-2	F	12.92	4.3	0.85	11611.86	251.13	1.17
	J	16.93	2.72	0.21	10424.21	95.20	5.50
MA-3	F	13.29	7.69	1.18	10793.69	191.00	5.00
	J	11.21	4.4	0.24	10990.18	54.65	3.75
MA-4	F	18.48	5.3	0.78	10458.33	213.80	4.80
	J	18.95	4.18	0.22	10036.44	77.60	5.80
MA-5	F	15.95	4.01	0.6	10943.68	212.10	5.30
	J	20.41	2.77	0.24	9975.33	75.45	7.05
MA-6	F	15.68	4.56	0.33	10848.16	233.32	4.90
	J	15.7	6.92	0.2	10258.43	91.78	6.42
MA-7	F	15.42	2.67	0.34	10820.24	246.00	4.90
	J	15.59	2.53	0.13	10247.99	153.24	6.03



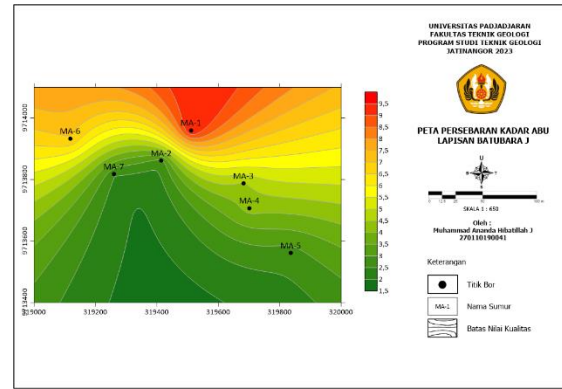
Gambar 5. Peta Kadar Abu Seam F



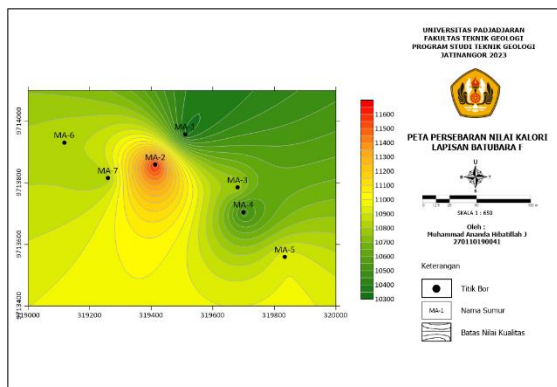
Gambar 6. Peta Kadar Air Seam F



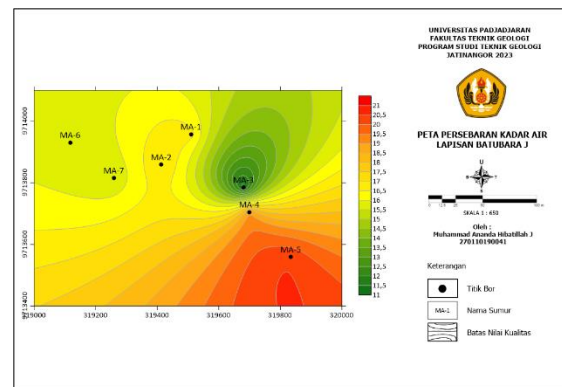
Gambar 7. Peta Kadar Sulfur Seam F



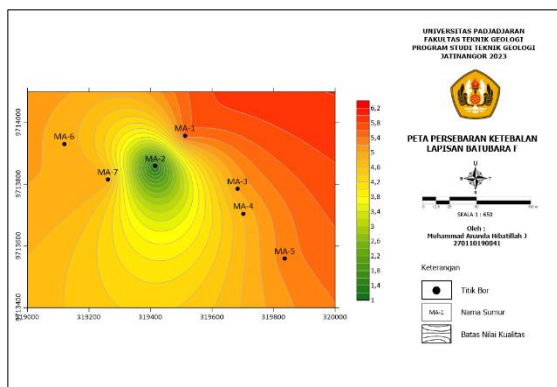
Gambar 11. Peta Kadar Abu Seam J



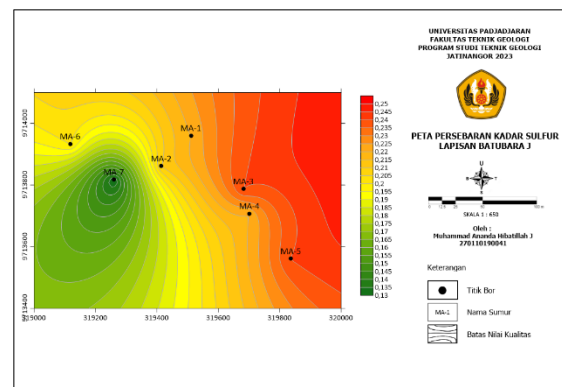
Gambar 8. Peta Nilai Kalori Seam F



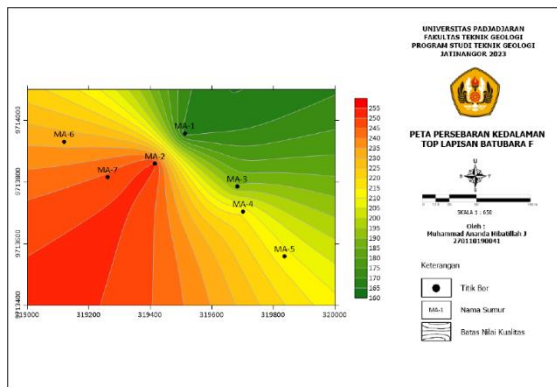
Gambar 12. Peta Kadar Air Seam J



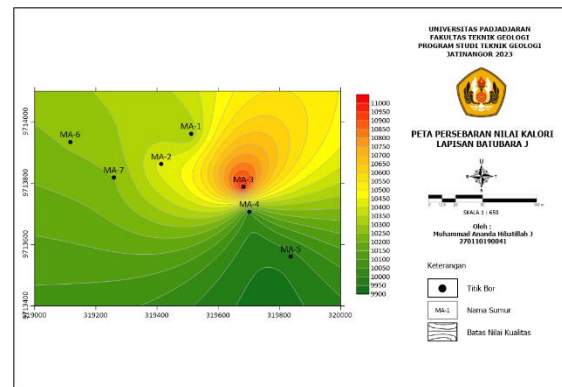
Gambar 9. Peta Ketebalan Seam F



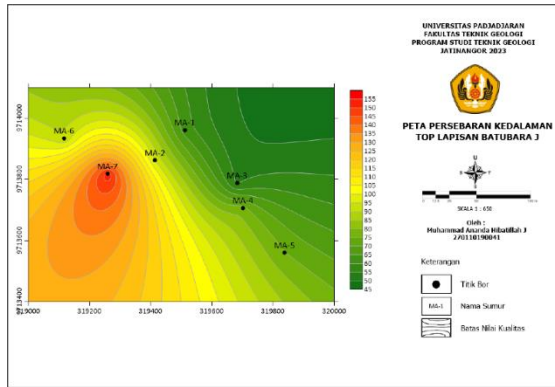
Gambar 13. Peta Kadar Sulfur Seam J



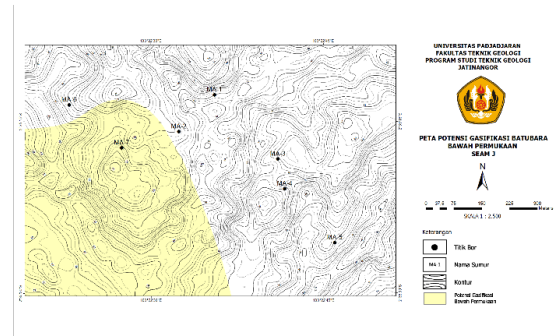
Gambar 10. Peta Kedalaman Seam F



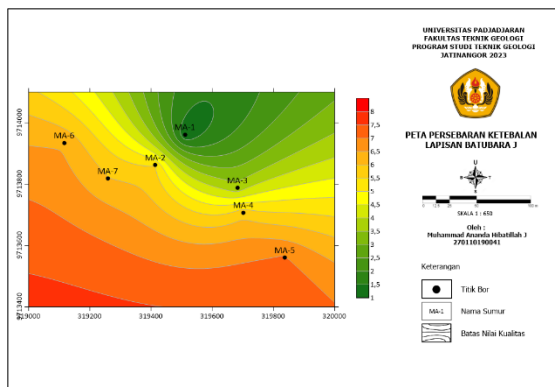
Gambar 14. Peta Nilai Kalori Seam J



Gambar 15. Peta Kedalaman Seam J



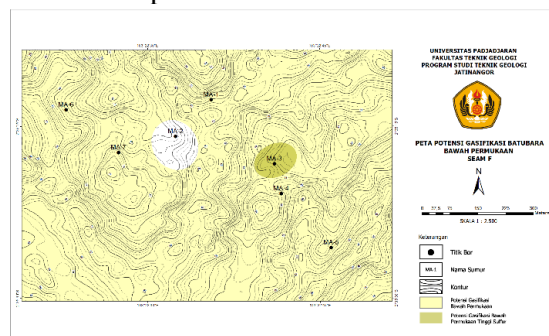
Gambar 18. Peta Potensi UCG Seam J



Gambar 16. Peta Ketebalan Seam J

3. Analisis Potensi Gasifikasi Batubara Bawah Permukaan

Analisis potensi gasifikasi batubara bawah permukaan dilakukan berdasarkan data yang telah diolah mencakup interpretasi log sumur, penarikan penampang 2 dimensi dan peta iso kualitas. Adapun analisis potensi ini akan menghasilkan peta potensi gasifikasi batubara bawah permukaan yang merupakan peta *sweetspot* atau irisan dari tiap parameter lapisan batubara yang memenuhi parameter ideal UCG.



Gambar 17. Peta Potensi UCG Seam F

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian karakteristik batubara Seam F dan J untuk potensi gasifikasi bawah permukaan, maka berdasarkan parameter ideal batubara UCG, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Batubara Seam F memiliki karakteristik yaitu, ketebalan lapisan 1 – 6,2 m, berada pada kedalaman antara 160 – 255 m, nilai kalori 10300 – 11600 btu/lb, kadar sulfur 0,45 – 1,2 %, kadar abu 3,8- 7,8%, dan kadar air 12,8 -18,4%, berperingkat Subbituminous A pada sumur MA 3, MA-5, MA-6 dan MA-7, Subbituminous B pada sumur MA-4 dan Bituminus C Tinggi Volatil pada sumur MA-2, serta diapit oleh litologi batulempung dan batuserpih. Maka, Seam F memenuhi beberapa parameter diantaranya, ketebalan >2m kecuali pada sumur MA-2 dan sekitarnya, kedalaman >92m, diapit oleh batuan impermeable, berperingkat Bituminus atau lebih rendah, memiliki kadar air diantara 7-35%, kadar abu < 50%, kadar sulfur <1% kecuali pada sumur MA-3, dan nilai kalori <14000 btu/lb. Persebaran daerah potensi UCG dari batubara seam F dapat dilihat pada Peta Potensi Gasifikasi Bawah Permukaan Seam F.
2. Batubara Seam J memiliki karakteristik yaitu, ketebalan lapisan 1 – 8 m, berada pada kedalaman antara 45 – 155 m, nilai kalori 9900 – 11000

btu/lb, kadar sulfur 0,14 – 0,25 %, kadar abu 2,5- 9,5%, dan kadar air 11 – 21%, berperingkat Subbituminous B pada sumur MA-1, MA-2, MA-4, MA-5, MA-6 dan MA-7 dan Subbituminous A pada sumur MA-3, serta diapit oleh litologi batulempung, batulanau dan batuserpih. Maka, Seam J memenuhi parameter ketebalan >2m pada sebagian besar areanya, area lainnya tidak memenuhi karena memiliki ketebalan 92m pada sebagian besar areanya, area lainnya memenuhi pada sumur MA-6 dan MA-7. Lalu, memenuhi semua parameter yang tersisa yaitu, batuan pengapit karena diapit oleh batuan impermeable, berperingkat Bituminus atau lebih rendah, memiliki kadar air diantara 7-35%, kadar abu < 50%, kadar sulfur <1%. Persebaran daerah potensi UCG Seam J dapat dilihat pada Peta Potensi Seam J.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menghaturkan terima kasih kepada Balai Besar Pengujian Mineral dan Batubara Tekmira, yang telah mengizinkan penggunaan data dan memberikan dukungan untuk terwujudnya penelitian ini. Ucapan dan rasa terima kasih juga penulis haturkan kepada para pembimbing dan rekan penulis selama penelitian ini dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Asep B. Purnama, Yudha S. Subarna, Yoga A. Sendjadja (2017): Potensi Batubara untuk Pengembangan Gasifikasi Bawah Permukaan : Studi Kasus Desa Macang Sakti, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* Vol. 13, No. 01. 13-30.

ASTM : WK8153 Revision D388-99(2004), Standard Classification of Coals by Rank.

Bemmelen Van, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*. Martinus Nyhoff, Netherland: The Hague

Blake. 1989. *The Geological Regional and*

Tectonic of South Sumatera Basins. Proceeding Indonesia Petroleum Association 11th Annual Convention.

Burton, E., Friedmann, J. and Upadhye, R., 2006. *Best Practices in Underground Coal Gasification*, Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, CA.

Damayanti, Retno & Wahyudi, Tatang. (2022). Gasifikasi Batubara Bawah Tanah: Teknologi Pemanfaatan Batubara Ramah Lingkungan. Jakarta: BRIN.

De Coster, G. L. 1974. *The Geology of The Central and South Sumatra Basin*. Proceeding Indonesia Petroleum Association, 4th Annual Convension.

Khadse, A., Qayyumi, M., Mahajani, S. and Aghalayam, P. (2007) "Underground coal gasification: A new clean coal utilization technique for India," *Energy*, 32(11), pp. 2061–2071. doi: 10.1016/j.energy.2007.04.012.

Kurniawan, E., Jati, S., & Gandapradana, M. (2021). Estimasi Sumberdaya Underground Coal Gasification (UCG), Daerah Banjarsari, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI*, 0, 55-64.

Oliver, R.L. and Dana, G.F., 1991. Underground coal gasification. In: Peters, D.C. (ed), *Geology in coal resource utilization*, *Energy Mineral Division*, AAPG, p. 155-168.

Pulonggono, A. Haryo, A. Kosuma, C. G. 1984. Pre Tertiary and Tertiary fault system as a framework of the South Sumatera Basin a Study of SAR-maps. *Proceeding of the Indonesian Petroleum Association* 21th Annual Convention: Jakarta.

Shafirovich, E. ., Mastalerz, M., Rupp, J., dan Varma, A., 2008. The Potential for Underground Coal Gasification in Indiana, Phase I Report to the Indiana Center for Coal Technology Research (CCTR), Indiana.