

## MENGUJI PENGARUH PARAMETER GEOKIMIA BATUBARA FORMULA PARKASH 1983 DALAM MEMPENGARUHI PENINGKATAN KONVERSI HASIL PENCAIRAN

Harli Talla

Teknik Pertambangan, Universitas Sains Dan Teknologi Jayapura  
[harlitalla2010@gmail.com](mailto:harlitalla2010@gmail.com)

**ABSTRAK.** Riset ini bertujuan untuk menguji parameter geokimia batubara seperti virinit+liptinit, zat terbang dan kadar sulfur yang digunakan Parkash (1983) untuk menghitung potensi cair suatu sampel batubara dan membandingkan dengan konversi skala laboratorium. Pencairan batubara di laboratorium dilakukan pada otoklaf 5 liter, suhu 425°C dan waktu reaksi 60 menit. Perhitungan konversi dengan formula Parkash (1983) mencapai 63,25 % dan konversi laboratorium sebesar 66,45 % (konversi tanpa katalis), selisihnya sebesar 3,2 %. Hasil ini menunjukkan bahwa konversi cair dipengaruhi oleh maseral vitrinit + liptinit, zat terbang dan kadar sulfur pada pencairan batubara peringkat rendah

*Kata kunci: Pencairan batubara, formula Parkash, skala laboratorium, konversi.*

**ABSTRACT.** This research aims to test the parameters of coal geochemical such as virinite+liptinite, volatile matter and sulfur content used by Parkash (1983) to calculate the liquid potential of a coal sample and compare with laboratory scale conversion. Coal liquefaction in laboratory was carried out on the autoclave 5 liter, temperature is 425°C and holding time is 60 minutes. the calculation of the conversion with Parkash formula (1983) reached 63.25% and laboratory conversion of 66,45 % (conversion without catalyst), the difference is 3,2 %. These results indicate that liquid conversion is influenced by vitrinite + liptinite macerals, volatile matter and sulfur content on the low rank coal liquefaction.

*Keywords: Coal liquefaction, Parkash formula, laboratory test, conversion.*

### PENDAHULUAN

Teknologi pencairan batubara lebih sesuai menggunakan batubara peringkat rendah sebagai umpan karena mudah terhidrogenasi pada reaksi pencairan dan menghasilkan konversi tinggi. Hal ini dikemukakan oleh DeMarco dkk., (1998); Suzuki, (1994); Huang & Schobert, (2005). Namun kondisi ini tidak selalu benar, karena ternyata terdapat banyak riset yang menghasilkan konversi dan perolehan minyak tinggi dengan kualitas sintetis oil terbaik dari pencairan batubara peringkat tinggi (setara bituminus). Kondisi ini pernah dilaporkan oleh Wisler, (1984); DeMarco & Chomon, (1990); serta Keogh & Davis, (1994).

Menentukan karakteristik batubara yang dapat menghasilkan konversi tinggi pada pencairan batubara terasa begitu sulit akibat karakteristik batubara yang sangat beragam.

Parkash (1983) merumuskan suatu formula untuk memprediksi potensi cair yang dihasilkan batubara ketika dicairkan berdasarkan karakteristik geokimia batubara. Karakteristik geokimia yang dimaksud adalah maseral vitrinit+liptinit, zat terbang dan kadar sulfur. Ketiga komponen geokimia batubara ini dianggap berpengaruh terhadap hasil konversi. Berdasarkan kajian di atas maka diadakan penelitian ini dengan maksud untuk menguji akurasi perolehan konversi secara teori menurut formula Parkash (1983) dan membandingkan

dengan konversi skala laboratorium. Kebaruan riset ini tersirat pada tujuan penelitian, dimana dipastikan belum pernah ada riset pencairan batubara yang memprediksi potensi hasil pencairan batubara dengan membandingkan hasil konversi secara teoritis.

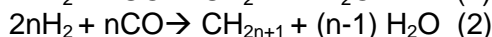
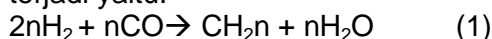
### Pencairan Batubara

Pencairan batubara (*coal liquefaction*) adalah proses merubah wujud batubara dari padat menjadi cair. Pencairan batubara dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pencairan tidak langsung (*indirect liquefaction*) dan pencairan langsung (*direct liquefaction*).

#### A. Pencairan tidak Langsung

Mekanisme Fischer-Tropsch (F-T) dilakukan melalui tahap gasifikasi, yaitu batubara difragmentasi menjadi CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub>, selanjutnya direkombinasikan menghasilkan produk cair. Proses ini menghasilkan hidrokarbon cair dari reaksi antara gas karbon monoksida dan hidrogen dengan bantuan katalis.

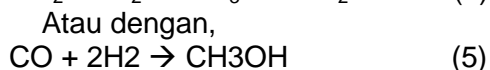
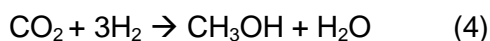
Produk utama proses Fischer-Tropsch adalah parafin dan olefin, reaksi yang terjadi yaitu:



Gas karbon monoksida dan hidrogen dapat direaksikan menjadi metanol (Williams & Larson, 2003; Vasireddy dkk., 2011; Talla, 2017). Sintesis metanol ini berasal dan reaksi:



Gas CO<sub>2</sub> akan direaksikan kemudian dalam alat pengubah berdasarkan reaksi:



#### B. Pencairan Batubara Langsung

Metode langsung, batubara diproduksi dengan melarutkan dalam suatu pelarut organik, lalu dilanjutkan proses hidrogenasi pada suhu dan tekanan tinggi. Proses pencairan batubara secara langsung dapat dilakukan melalui pirolisis, ekstraksi pelarut dan hidrogenasi katalitik.

#### 1. Pirolisis

Proses pencairan dengan metode perolisis yaitu batubara dipanaskan tanpa udara pada kondisi temperatur melebihi 400°C, tekanan bisa bervariasi, untuk mengeluarkan zat terbang yang terkandung di dalamnya (Van Krevelen, 1992).

#### 2. Ekstraksi

Proses ekstraksi pelarut batubara dilarutkan dalam pelarut donor hidrogen yang dapat memindahkan atom hidrogen ke dalam batubara. Kontak batubara dengan gas hidrogen pada temperatur dan tekanan tinggi akan menghasilkan gas, cairan dan padatan.

#### 3. Hidrogenasi Katalitik

Hidrogenasi Katalitik atau proses Hidrolikuifikasi adalah hidrogenasi batubara dalam larutan donor hidrogen dengan bantuan katalis tertentu dengan tekanan antara 35–278 atm dan temperatur sekitar 375–450°C. Tekanan dan temperatur tinggi diperlukan untuk memecahkan batubara menjadi fragmen yang lebih reaktif yang disebut radikal bebas. Selain menggunakan katalis juga digunakan pelarut, pelarut yang digunakan merupakan senyawa aromatik. Pada saat terbentuk fragmen radikal bebas akibat dekomposisi termal. Pelarut menyumbangkan hydrogen untuk menstabilkan fragmen batubara melalui mekanisme hidrogenasi (Minchener, 2011; Talla, 2016).

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan beberapa metode, antara lain: a). Kajian pustaka, untuk mengkaji teori pencairan batubara dan persamaan Parkash (1983); b). Metode survey lapangan, untuk pengambilan sampel batubara di Formasi Unk (BFU) daerah Kab. Jayapura Papua, batubara Formasi Balikpapan (BFB) dan Batubara Formasi Pulau Balang (BFPB) daerah Kutai Kartanegara; c). Metode eksperimental laboratorium untuk menguji variabel-variabel dan menghasilkan konversi

### Bahan dan Alat

Peralatan pengujian pencairan batubara terdiri dari reaktor otoklaf 5 liter, pompa isap, penyaring+kasa serta seperangkat alat ekstraksi. Suhu operasi yang diterapkan 400°C, waktu tunggu 60 menit dan rasio S/C (solven/coal) 5:1.

Bahan-bahan yang digunakan sebagai umpan antara lain batubara, pelarut dan gas hidrogen.

### Metode Penelitian

Metode pencairan batubara yang digunakan adalah metode langsung dengan skema pengujian laboratorium seperti yang terlihat pada Gambar 1. Langkah kerja pengujian pencairan batubara, pertama-tama umpan yang terdiri dari batubara, pelarut antrasen dan katalis palladium-alumina dicampur dan dimasukkan dalam reaktor lalu dipanaskan sesuai suhu yang telah ditentukan (400°C). Ketika pemanasan berlangsung suhu akan terus meningkat, setelah mencapai suhu target yang ditentukan, suhu dipertahankan selama satu jam, akhirnya reaktor distop. Setelah suhu mendingin, batubara cair dikeluarkan lalu disaring disaring. Produk batubara cair kemudian diekstraksi menggunakan toluen untuk memisahkan minyak dengan residu, selanjutnya menghitung konversi.

### Metoda Analisa

Formula Parkash (1983) didesain untuk memprediksi persentase hasil konversi dari suatu sampel batubara, sehingga dapat diketahui karakteristik batubara yang dapat menghasilkan konversi tinggi. Rumus ini memakai komponen karakteristik batubara seperti total sulfur, persentase vitrinit+liptinit dan kadar zat terbang (persamaan 1).

Berikut persamaan Parkash (1983) yang digunakan untuk menghitung potensi cair batubara:

$$Conv. (%) = 1,61 St + 0,20 TRM + 1,7 - 33,7 VM \quad (1)$$

Keterangan:

- Conv. = Konversi
- St = total sulfur (% adb)
- TRM = vitrinit & liptinit (%vol)

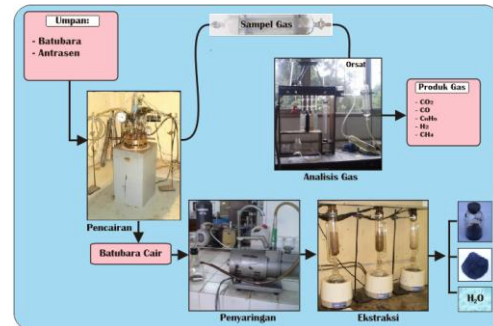
- VM = zat terbang (% adb).

Perhitungan hasil konversi cair berdasarkan pengujian laboratorium menggunakan persamaan 2, yaitu:

$$conv.(%) = \frac{\text{Batubara -residu (daf)}}{\text{Batubara (daf)}} \quad (2)$$

Keterangan:

- Conv. = Konversi (%)
- Batubara daf = dried ash free (%)
- Residu = padatan (%)



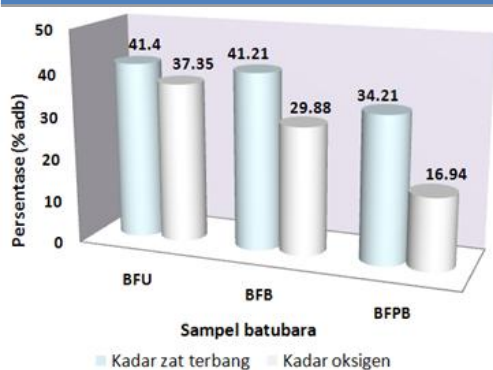
Gambar 1. Skema uji pencairan batubara di laboratorium

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

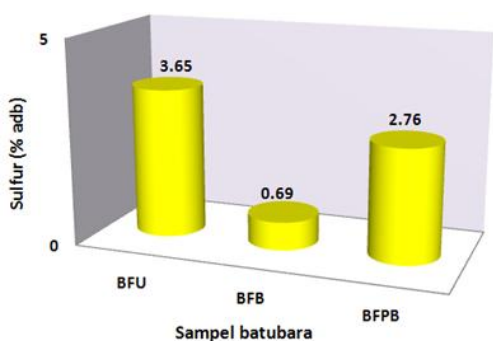
Hasil analisis menunjukkan bahwa batubara yang digunakan berasal dari peringkat yang beda. Batubara Formasi Unk memiliki kadar zat terbang tinggi mencapai 41,40 % adb dan kadar oksigen sebesar 37,35 % adb. Batubara Formasi Unk digolongkan ke dalam peringkat lignit A. Batubara Formasi Balikpapan memiliki kadar zat terbang 41,21 % adb dan kadar oksigen 29,88 % abd (lihat Gambar 2). Batubara Formasi Balikpapan diklasifikasi pada peringkat subbituminus C.

Karakteristik batubara Formasi Pulau Balang memiliki kadar zat terbang rendah hanya 34,21 % abd dan kadar oksigen rendah hanya 16,94 % adb. Peningkatan peringkat dari lignit ke subbituminus A, diikuti dengan perubahan komposisi geokimia ketiga sampel batubara, zat terbang, oksigen dan hidrogen mengalami penurunan persen (Talla dkk., 2013).



Gambar 2. Kadar zat terbang dan kadar oksigen sampel batubara

Kandungan sulfur dari sampel batubara yang digunakan juga bervariasi. Batubara Formasi Unk memiliki kadar sulfur tinggi mencapai 3,65 % adb, batubara Formasi Balikpapan mempunyai kadar sulfur hanya 0,69 % adb dan batubara Formasi Pulau Balang memiliki kadar sulfur medium sebesar 2,76 % adb (lihat Gambar 3).

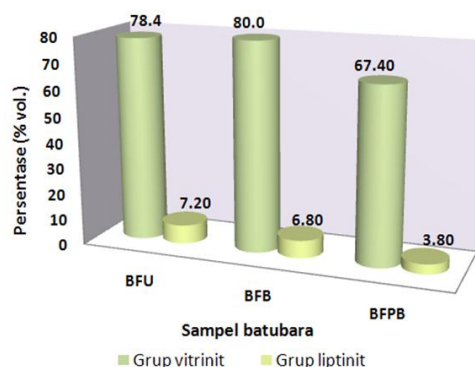


Gambar 3. Kadar sulfur batubara

Keberadaan kadar sulfur cenderung tidak dipengaruhi oleh peringkat batubara tetapi kemungkinan berkaitan dengan lingkungan pengendapan dimana batubara terbentuk.

Batubara Formasi Unk dibentuk oleh grup vitrinit 78,40 % vol yang didominasi oleh detrovitrinit 75,4 % vol. Grup liptinit tinggi mencapai 7,2 % vol dominan alginite 2,8 % vol dan resinite 2,4 % vol. Batubara Formasi Balikpapan memiliki grup vitrinit tinggi mencapai 80 % vol, namun maseral detrovitrinitnya hanya sebesar 67,4 % vol. Grup liptinit 6,8 % vol (maseralnya: resinite 3,6 % vol dan suberinite 2,4 % vol). Maseral vitrinit batubara Formasi Pulau Balang hanya 67,4 % vol, yang terdiri dari detrovitrinit 50,6 %. Grup liptinit hanya 3,8 % vol dan diwakili maseral cutinit

1,8 % vol; alginite 1,6 % vol (lihat Gambar 4). Terlihat perubahan komposisi maseral ketiga sampel batubara seiring peningkatan peringkat batubara dari lignite ke subbituminus A, yaitu subgrup maseral detrovitrinit yang mengalami penurunan persen volume, demikian juga dengan grup maseral liptinit yang mengalami penurunan persen volume seiring peningkatan peringkat batubara.



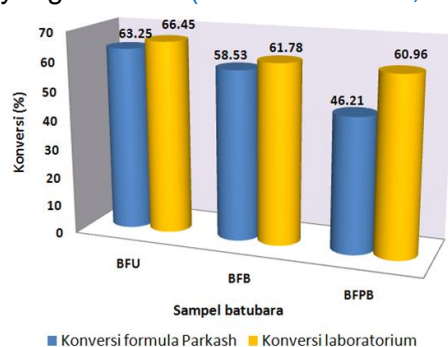
Gambar 4. Kandungan grup maseral vitrinit dan liptinit batubara

### Pembahasan

Perhitungan konversi dengan formula Parkash (1983) dan konversi yang dihasilkan dari uji pencairan batubara di laboratorium memperlihatkan hasil yang beragam. Batubara Formasi Unk yang merupakan batubara peringkat rendah dengan kadar zat terbang mencapai 41,40 % adb, total sulfur 3,65 % adb dan kandungan maseral vitrinit+liptinit mencapai 85,60 % vol, berdasarkan formula Parkash batubara BFU dapat menghasilkan konversi hingga mencapai 63,25 % (lihat Gambar 5). Sedangkan konversi hasil pencairan dari laboratorium mencapai 66,45 %, artinya terdapat selisih konversi antara keduanya sebesar 3,2 %. Hasil ini menunjukkan bahwa formula Parkash cukup akurat memprediksi potensi pencairan batubara peringkat rendah dan karakteristik geokimia yang digunakan seperti maseral vitrinit+liptinit, zat terbang dan total sulfur dipastikan berhubungan erat dengan peningkatan

hasil konversi batubara peringkat rendah. Hasil penelitian ini sejalan dengan kesimpulan Merrick (1984) bahwa vitrinit dan liptinit adalah karakteristik utama batubara yang memberikan kontribusi > 91 % dari seluruh komponen organik batubara terhadap peningkatan hasil pencairan batubara. Sedangkan menurut Analisis Berkowitz (1994) menempatkan maseral reaktif (vitrinit +liptinit) sebagai faktor yang berpengaruh besar terhadap konversi dan perolehan minyak.

Sebaliknya konversi batubara Formasi Pulau Balang berdasarkan formula Parkash hanya sebesar 46.21 %, sedangkan konversi yang dihasilkan dari uji pencairan batubara di laboratorium mencapai 60.96 % (lihat Gambar 5), atau terdapat selisih konversi sebesar 14.75 %. Selisih konversi yang tinggi menunjukkan tidak akuratnya formula Parkash ketika digunakan untuk memprediksi potensi hasil pencairan batubara peringkat tinggi. Selain itu, parameter geokimia seperti maseral vitrinit+liptinit, zat terbang dan total sulfur tidak banyak memberikan pengaruh terhadap peningkatan konversi batubara peringkat tinggi. Hipotesisnya, ada faktor lain yang sangat berpengaruh terhadap peningkatan hasil konversi pencairan batubara peringkat tinggi, faktor pengaruh seperti penggunaan suhu tinggi dan pemakaian katalis tertentu. Hasil pencairan batubara tanpa katalis memperlihatkan konversi yang rendah (Talla dan Taba, 2017).



Gambar 5. Perbandingan konversi berdasarkan formula Parkash dengan konversi laboratorium

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Prediksi konversi dengan formula Parkash pada batubara peringkat rendah (BFU) sebesar 63,25 % dan konversi laboratorium sebesar 66,45 % atau terdapat selisih hanya sebesar 3,2 %. Prediksi konversi batubara peringkat tinggi (BFPB) dengan formula Parkash hanya 46,21% dan konversi laboratorium sebesar 60,96 % dan terdapat selisih sebesar 14,75 %.
2. Penggunaan formula Parkash untuk prediksi hasil konversi pencairan batubara lebih tepat diterapkan untuk batubara peringkat rendah karena tingkat akurasi konversi lebih tinggi dan mendekati konversi laboratorium.
3. Maseral vitrinit+liptinit, zat terbang dan total sulfur memperlihatkan pengaruh yang besar terhadap peningkatan konversi batubara peringkat rendah, sedangkan batubara peringkat tinggi ada kemungkinan faktor lain yang berpengaruh besar terhadap peningkatan konversinya.

### Saran

Penelitian ke depan perlu dicoba untuk meneliti peningkatan konversi pada batubara peringkat tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Berkowitz, N., 1994. An Introduction to Coal Technology. Academic Press, Inc. San Diego, 398 p.
- DeMarco, I., Chomon, M.J., Caballero, B.M., Arias, P.L., and Legarreta, J.A., 1998. Liquefaction Behaviour of a Spanish Subbituminous A Coal

- Under Different Conditions of Hydrogen Availability. *Fuel Proc. Technol* Vol. 58, pp. 17-24.
- DeMarco. I., and Chomon, M.J., 1990. Relationship Between Liquefaction Yields And Characteristics Of Different Rank Coals. Elsevier Scientific Publishing No. 24. Chemical Engineering Departement Bilbao. Spain. pp, 127-133.
- Given, P.H., Cronauer, D.C., Spackman, W., Lovell, H.L., Davis, A., and Biswas, B., 1975. Dependence of Coal Liquefaction Behavior on Coal Characteristics," Parts I and II, *Fuel* 54, pp. 34-40.
- Huang, L. and Schobert, H.H., 2005. Comparison of Temperature Conditions in Direct Liquefaction of Selected Low-Rank Coals. *American Chemical Society Energy & Fuels* 19, pp. 200-207.
- Keogh, R.A., and Davis, B.H., 1994. Comparison of Liquefaction Pathways of a Bituminous and Subbituminous Coal. *Energy & Fuels* 8(2), pp. 289-293.
- Talla, H., Amijaya, D.H., Harijoko, A., dan Huda, M., 2013. Karakteristik Batubara dan Pengaruhnya terhadap Proses Pencairan. *Jurnal Reaktor*, 14 (4), 267-271.
- Talla. H., 2016. Pengaruh Karakteristik Batubara Terhadap Hasil Konversi dan Perolehan Minyak pada Pencairan Batubara Langsung Batubara Asal Formasi Unk (Cekungan Papua Utara), Formasi Balikpapan dan Formasi Pulau Balang (Cekungan Kutai). Disertasi, Universitas Gadjah Mada, 310 hal.
- Talla, H., and Taba, H.T., 2017. Pencairan Batubara Peringkat Rendah Papua Menggunakan Katalis Bijih Besi. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, Vol. 12 (2), 94-102.
- Merrick, D. 1984. *Coal Combustion and Conversion Technology*. Macmillan, 405 p.
- Minchener, A.J., 2011. *Coal-to-oil, gas and chemicals in China*. IEA Clean Coal Centre.
- Parkash, S., DuPlessis, M.P., and Cameron, A.R., 1983. Application of Coal Petrography in the Liquefaction of Subbituminous Coal and Lignites, Alberta Research Council, Energy Resources Division, 35 p.
- Suzuki, T., 1994. Development of Highly Dispersed Coal Liquefaction Catalysts. *Energy & Fuels*, Vol. 8, No. 2, pp. 341-347.
- Van Krevelen, D.W., 1992. *Coal Typology-Physics-Chemistry-Constitution*. University Of Technology, Delft, The Netherlands. 750 p.
- Vasireddy, S., Morreale, B., Cugini, A., Song, C., and Spivey, J.J., 2011. Clean Liquid Fuels From Direct Coal Liquefaction: Chemistry, Catalysis, Technological Status and Challenges. *Energy Environ. Sci.* 4, pp. 311-345.
- Williams R.H., Larson, E.D., 2003. A comparison of direct and indirect liquefaction technologies for making fluid fuels from coal. *Energy for Sustainable Development*, Volume VII No. 4, pp. 103-129.
- Wiser, W.H., 1984. Conversion of Bituminous Coal to Liquids and Gases; Chemistry and Representative Processes. *NATO ASI Series C*, 124, pp. 325-350.