



Karakteristik Batubara Peringkat Rendah Formasi Bobong dan Implikasinya Terhadap *Coal Liquefaction*

Supardin Nompo¹, Bambang Sardi^{2*}, Muhammad Arif³

1. Departement of Geology Engineering, Universitas Gadjah Mada
 2. Departement of Chemical Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 3. Direktorat of Engineering & Enviromental, Ministry of Energi & Mineral Resources RI
- *bambang.sardi@untad.ac.id

SARI

Penelitian ini dilakukan pada batubara Formasi Bobong berupa analisis geokimia. Formasi Bobong secara geologi berada di Cekungan Banggai Sula, Kabupaten Pulau Taliabu, Provinsi Maluku Utara. Penelitian difokuskan pada batubara peringkat rendah terhadap proses *liquefaction*. Lokasi pengambilan sampel dilakukan disetiap singkapan batubara dekat alur sungai bagian utara Pulau Taliabu. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *ply by ply*. Pengambilan sampel dilakukan pada beberapa titik pengamatan berupa *station*. Analisis sampel batubara yang dilakukan berupa *proximate and ultimate*. Percobaan *coal liquefaction* melalui *pyrolysis method* dengan *assisted microwave* dilakukan dengan *raw material* berupa 300 g coal 20 mesh, katalis *active carbon* 3 g, suhu 600 °C dan tekanan vakum (-3 mmHg) serta *microwave power* 600 watt. Permasalahan tersebut difokuskan pada pengaruh geokimia batubara peringkat rendah Formasi Bobong di Cekungan Banggai Sula terhadap *coal liquefaction* dan perilaku *coal liquefaction* terhadap perubahan variabel waktu. Karakteristik fisik dan kimia batubara dalam kandungan batubara adalah *ash* (<16,36%) adb, *inheren moisture* (<8,19%) adb, *volatile matter* (<22,21%) adb dan *fixed carbon* (<48,60%) adb, *hydrogen* (<4,55% adb), *oxygen* (<25,94% adb), *carbon* (<65,33% adb), *sulfur* (<2,54% adb) dan *nitrogen* (<1,64% adb). Hasil *coal liquefaction* optimal dengan waktu reaksi 60 menit adalah 49%. Hasil *coal liquefaction* tidak mengalami perubahan pada waktu reaksi 70 menit dan 80 menit, masing-masing 49,01% dan 49,03%. Batubara dengan lebih banyak lignit lebih mudah dicairkan daripada sub-bituminous karena batubara memiliki gugus hidroksil yang lebih tinggi.

Kata kunci: *assisted microwave, coal liquefaction, pyrolysis method, proximate, ultimate.*

ABSTRACT

This research was conducted on the Bobong Formation coal in the form of geochemical analysis. The Bobong Formation is geologically located in the Banggai Sula Basin, Pulau Taliabu Regency, North Maluku Province.

How to Cite: Supardin Nompo, Bambang Sardi, Muhammad Arif., 2020. Karakteristik Batubara Peringkat Rendah Formasi Bobong dan Implikasinya Terhadap *Coal Liquefaction*. *Jurnal Geomine*, 8(1): 17-24.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submite 25 Februari 2020
Received in from 29 Februari 2020
Accepted 29 April 2020

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



The study focused on low rank coal on the liquefaction process. Sampling locations are carried out in each coal outcrop near the river channel north of Taliabu Island. Sampling is done by the ply by ply method. Sampling is done at several points of observation in the form of a station. Coal sample analysis is carried out in the form of proximate and ultimate. The coal liquefaction experiment through the pyrolysis method with assisted microwave was carried out with raw material in the form of 300 g of 20 mesh coal, 3 g active carbon catalyst, temperature of 600 °C, vacuum pressure (-3 mmHg) and 600 watt microwave power. These problems are focused on the influence of low rank coal geochemistry of the Bobong Formation in the Banggai Sula Basin on coal liquefaction and the behavior of coal liquefaction on changes in time variables. The physical and chemical characteristics of coal in coal content are ash (<16.36%) adb, inherent humidity (<8.19%) adb, volatile substances (<22.21%) adb and fixed carbon (<48.60%) adb, hydrogen (<4.55% adb), oxygen (<25.94% adb), carbon (<65.33% adb), sulfur (<2.54% adb) and nitrogen (<1.64% adb). The optimal coal liquefaction yield with a reaction time of 60 minutes is 49%. The results of coal liquefaction did not change at the reaction time of 70 minutes and 80 minutes, respectively 49.01% and 49.02%. Coal with more lignite is more easily liquefied than sub-bituminous because coal has a higher hydroxyl group.

Keyword: assisted microwave, coal liquefaction, pyrolysis method, proximate, ultimate.

PENDAHULUAN

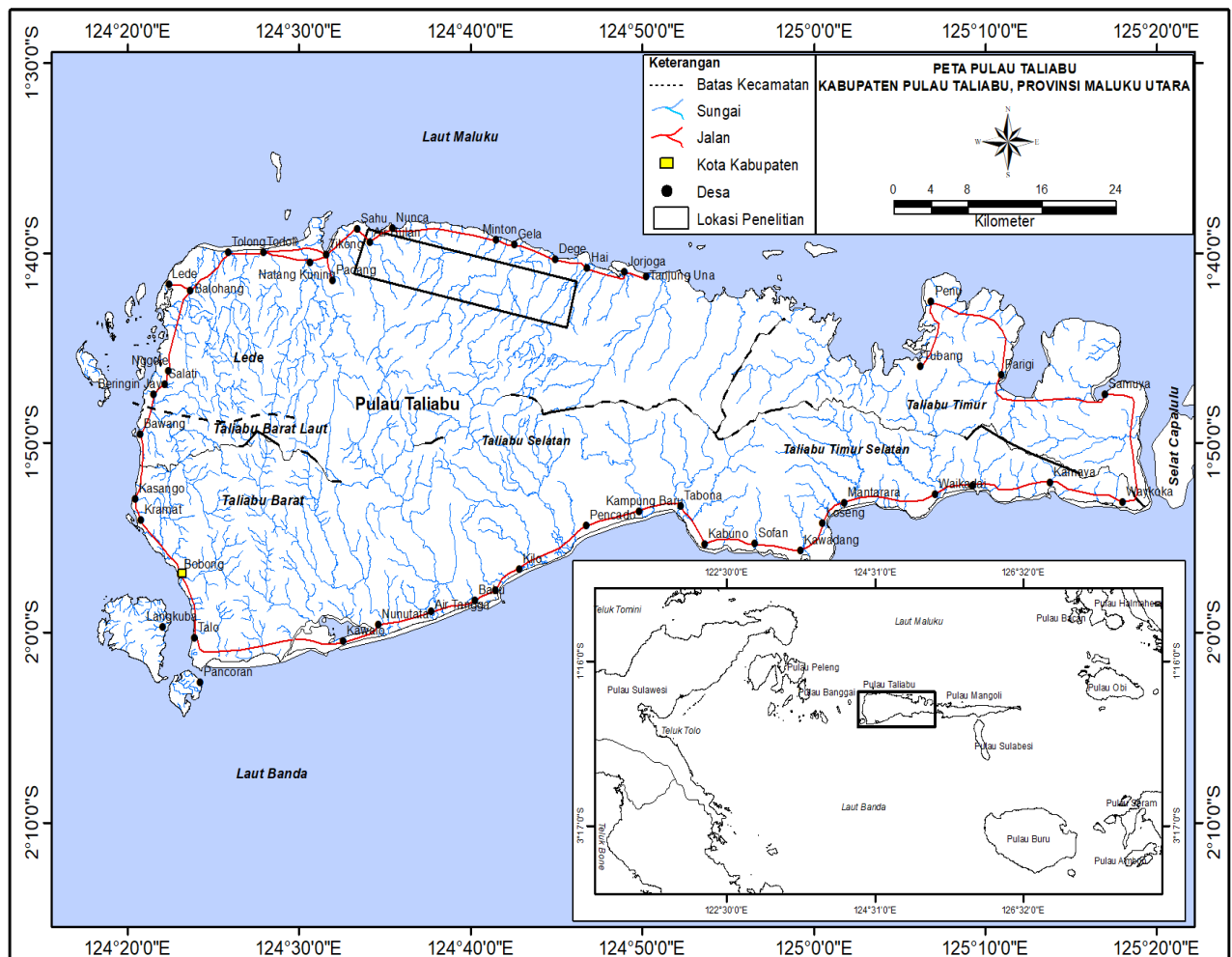
Beberapa karakteristik batubara yang menentukan kualitas meliputi *proximate*, *ultimate*, *calorie value*, *maceral* dan mineral. *Proximate* batubara meliputi *moisture*, *volatile matter*, *fixed carbon*, *ash content* dan *total sulfur*; *ultimate* batubara meliputi *carbon*, *hidrogen*, *nitrogen*, *sulfur* dan *oxygen*; *maceral* dan mineral batubara meliputi *vitritinite*, *inertinite*, *liptinite*, *clay*, Fe oksida, dan pirit. Karakteristik batubara akan mempengaruhi proses *coal liquefaction* untuk menjadi bahan bakar cair berupa *gasoline*, *kerosine*, *diesel oil*, nafta, lilin dan sebagainya. *Coal liquefaction* berhubungan dengan besarnya konversi, komposisi maseral dan mineral dalam batubara. Sehingga, semakin banyak komposisi *vitritinite*, *inertinite*, *liptinite*, *clay*, Fe oksida, dan pirit dalam batubara akan meningkatkan rasio hidrogen terhadap carbon (Parkash et al., 1984; Gagarin & Andrey, 1991; Hartiniati et al., 1995; Cebolla et al., 1999). Beberapa variabel penting digunakan untuk proses *coal liquefaction* melalui metode pirolisis dan *assisted microwave* meliputi: ukuran partikel coal, jenis katalis, rasio katalis terhadap batubara, suhu reaksi, waktu reaksi, *microwave power* yang dilaporkan (Artanto et al., 2000; Priyanto et al., 2001; Hirano & Kanda, 2001; Kouzu et al., 2001; Karaca, 2006).

Beberapa penelitian tentang *coal liquefaction* di Indonesia telah dilaporkan (Artanto et al., 2000; Priyanto et al., 2001; Hirano & Kanda, 2001; Kouzu et al., 2001; Ningrum et al., 2007; Huda et al., 2009; Talla, 2009). Namun, penelitian tentang *coal liquefaction* melalui metode pirolisis dan *assisted microwave* terkait geokimia berupa maseral dan mineral untuk *low rank coal* di Indonesia masih kurang dilaporkan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dipelajari karakteristik batubara peringkat rendah dalam proses pencairan batubara melalui metode pirolisis dan *assisted microwave*.

Sampel batubara dalam penelitian ini diambil dari Formasi Bobong. Situs-situs tersebut berada di beberapa *station*, Cekungan Banggai Sula, Provinsi Maluku Utara. Eksperimen *coal liquefaction* dilakukan melalui metode pirolisis dan *assisted microwave*. Metode ini berbeda dari pencairan sebelumnya dengan suhu dan tekanan vakum.

Geological setting Pulau Taliabu merupakan bagian dari gugusan Kepulauan Banggai yang secara tektonik termasuk ke dalam daerah (mintakat) Banggai Sula atau benua mikro. Ini merupakan hasil tumbukan dengan sistem penunjaman sepanjang batas timur Paparan Sunda yang menghasilkan kerangka tektonik Indonesia Bagian Timur.

Secara umum, Formasi Bobong terdiri atas tiga *fasies*, yaitu: (1) breksi-konglomerat; (2) batupasir kuarsa dengan sisipan serpih, batulempung dan batulumpur; (3) perselingan serpih dan batulempung-batulumpur. Batubara pada Formasi Bobong terdiri atas 3 lapisan dengan arah penyebaran relatif N20°E/10°. Secara fisik batubara memiliki warna hitam, kilap bagus, sifat beban ringan, sebagian agak pejal dengan tebal batubara masing-masing 80-120 cm (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel

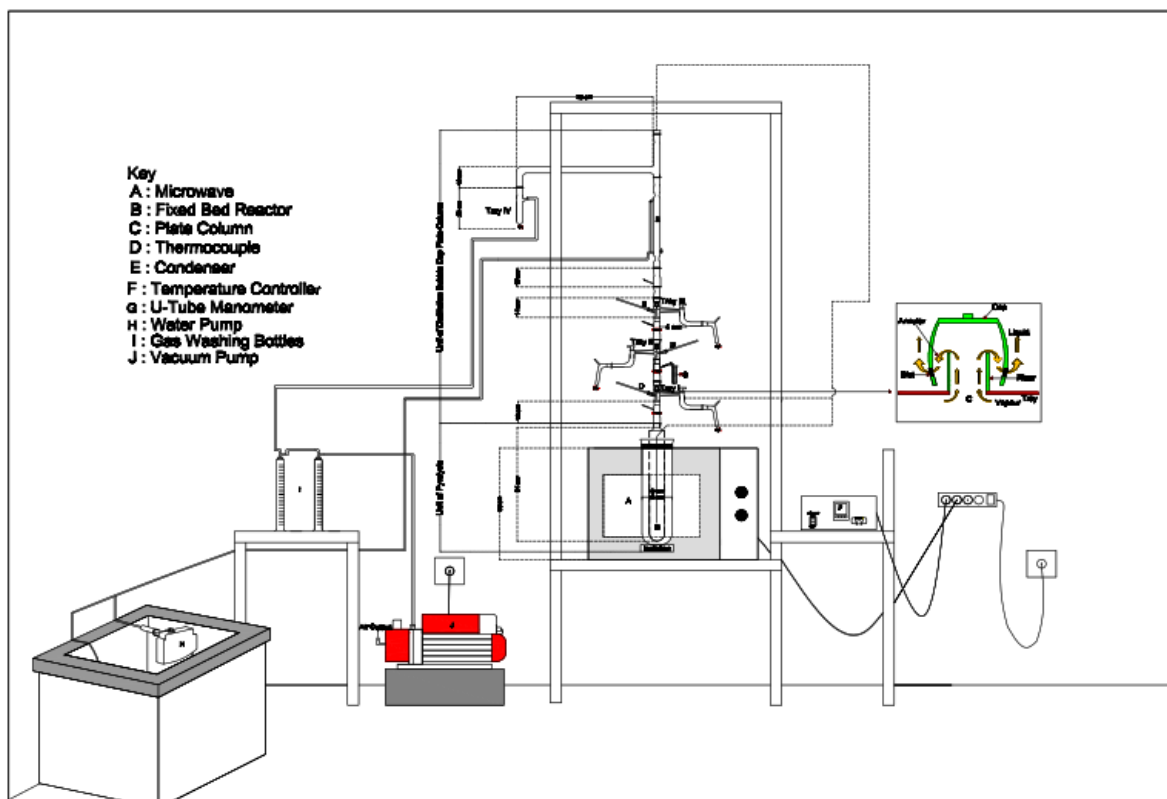
METODE PENELITIAN

Secara umum, kualitas batubara peringkat rendah Formasi Bobong, yaitu abu (<16,36%) adb, kelembaban inheren (<8,19%) adb, zat volatil (<22,21%) adb dan karbon tetap (<48,60%) adb, hidrogen (<4,55% adb), oksigen (<25,94% adb), karbon (<65,33% adb), sulfur (<2,54% adb) dan nitrogen (<1,64% adb) (Tabel 1).

Proses *coal liquefaction* dilakukan melalui metode pirolisis dan *assisted microwave* dengan kondisi proses berupa ukuran partikel batubara 20 mesh, katalis karbon aktif, rasio katalis terhadap batubara 0.01, suhu reaksi 600 °C, tekanan vakum (-3 mmHg), dengan memvariasi waktu reaksi yaitu 50, 60, 70 dan 80 menit (Gambar 2).

Tabel 1. Karakteristik batubara Pulau Taliabu Formasi Bobong – Cekungan Banggai Sula

Coal Characteristic		Formasi Bobong – Cekungan Banggai Sula			
Proximate analysis	Moisture (%)	Volatile Matter (%)	Fixed Carbon (%)	Ash Content (%)	Total Sulfur (%)
	<8.19	<22.21	<48.60	<16.36	<2.87
Ultimate analysis	Hydrogen (%)	Oxygen (%)	Carbon (%)	Sulfur (%)	Nitrogen (%)
	<4.55	<25.94	<65.33	<2.54	<1.64



Gambar 2. Proses *coal liquefaction* melalui metode pirolisis dan *microwave assisted*

HASIL PENELITIAN

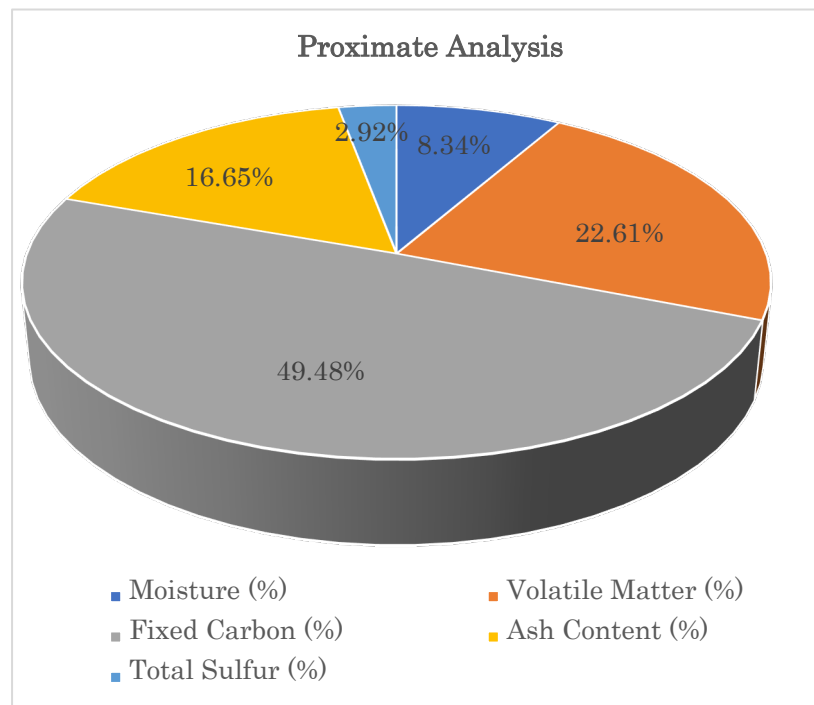
Peringkat batubara

Batubara sangat bervariasi tergantung elemen dan tingkat perubahan yang telah terjadi atau proses pembentukan batubara pada daerah asal. Sebagian besar batubara adalah humik yang dihasilkan dari konversi tanaman di bawah aerob kondisi gambut, kemudian ditransformasikan untuk menghasilkan salah satu varietas batubara yang dikenal sebagai lignit, subbituminus, bitumen dan antrasit. Beberapa cara digunakan untuk mengklasifikasikan peringkat batubara. Peringkat batubara menyatakan tingkat konversi yang telah terjadi. Semakin besar perubahan terjadi semakin tinggi peringkat batubara. Klasifikasi batubara telah dijelaskan oleh Kirk et al. (1979) dan Hessley et al. (1986). Berdasarkan karakteristik proksimat dan ultimat batubara di area Formasi Bobong, Cekungan Banggai Sula, Provinsi Maluku Utara dapat diklasifikasikan sebagai batubara lignit.

Hubungan antara abu, *inherent moisture* (IM) dan *volatile matter* (VM)

Abu batubara adalah residu anorganik yang terjadi setelah batubara terbakar. Pengukuran kadar abu adalah bagian dari analisis proksimat standar. Konten VM ditentukan berdasarkan berat yang hilang ketika batubara dipanaskan dalam kondisi tertentu, tanpa udara. Tes ini dilakukan di bawah udara kering pada sekitar 950 °C dalam waktu 7 menit dan tes ini merupakan bagian dari *proximate analysis* (Osborne, 1988). Analisis lapisan batubara pada *station* ditunjukkan pada Tabel 1. Parameter batubara adalah kadar abu, *inherent moisture* (IM) dan *volatile matter* (VM).

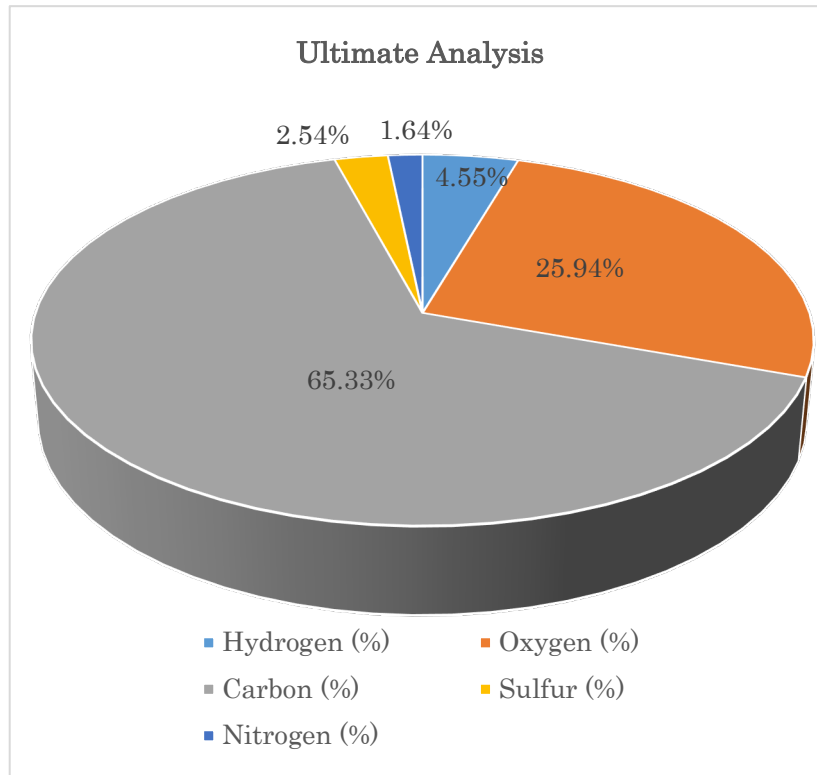
Gambar 3. menunjukkan hubungan antara kadar abu, IM, dan VM pada lapisan batubara. Terlihat bahwa pada *station* menunjukkan relatif lebih tinggi dalam abu, IM, dan VM. Hasil ini menyiratkan fakta bahwa batubara di *station* telah berubah tidak lebih lama dari lapisan lain seperti yang dilaporkan oleh Osborne (1988) dan Alpern & Lemos (2002). Selain itu, berdasarkan nilai IM, yaitu 8.19% dan *fixed carbon*, yaitu 48.60%, dapat dibuktikan bahwa lapisan *station* (Tabel 1) berada pada peringkat rendah batubara maka batubara lignit. Hasilnya juga telah ditunjukkan oleh Speight (2005).



Gambar 3. Korelasi kandungan abu, IM dan VM

Hubungan antara kandungan hidrogen (H), oksigen (O) dan karbon (C) dalam batubara

Hasil analisis akhir pada lapisan *station* batubara dilaporkan. Analisis ini mencakup unsur-unsur batubara seperti hidrogen (H), oksigen (O) dan karbon (C). Gambar 4, menunjukkan hubungan antara kandungan hidrogen, oksigen dan karbon pada lapisan batubara, yaitu *station*. Berdasarkan hasil pengamatan, lapisan batubara pada *station* adalah lignit (Nursanto, 2015).



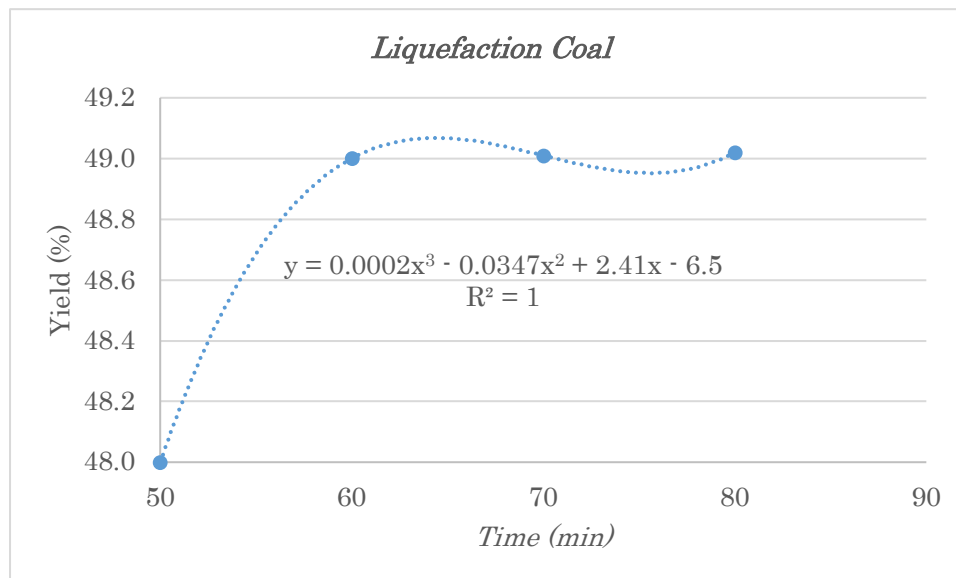
Gambar 4. Relasi hidrogen , karbon dan oksigen

Karakteristik proses pencairan batubara

Pencairan batubara dilakukan dalam waktu 50, 60, 70 dan 80 menit. Berdasarkan percobaan dapat dilihat bahwa produk optimal lapisan *station* terjadi dengan menggunakan waktu reaksi 60 menit dengan hasil 49% (Gambar 5) .

Selain itu, hasil produk telah dikaitkan dengan waktu pencairan dan hasilnya menunjukkan bahwa batubara di lapisan *station* mengalami peningkatan hasil pada saat waktu reaksi. Dimana waktu reaksi 50 menit berubah menjadi 60 menit dengan masing-masing 48% dan 49%. Batubara di lapisan *station* diklasifikasikan sebagai peringkat rendah yang merupakan jenis lignit. Batubara mudah dikonversi menjadi cair menggunakan pencairan karena jenis lignit memiliki sebanyak 15-25% dari total kandungan oksigen dalam kelompok hidroksil. Grup hidroksil dalam batubara memiliki korelasi dengan tingkat kualitas batubara dimana kelompok hidroksil akan menurun ketika meningkatkan kandungan karbon (Krevelen, 1992).

Batubara peringkat tinggi memiliki sedikit atau tidak ada kelompok hidroksil, sedangkan zat-zat tersebut ditemukan dalam batubara peringkat rendah (Krevelen, 1992). Kehadiran gugus hidroksil meningkatkan rasio H/C. Pencairan batubara membutuhkan donor hidrogen karena itu semakin tinggi rasio semakin mudah batubara dicairkan.



Gambar 5. Hubungan antara time dengan *coal liquefaction yield*

KESIMPULAN

Karakteristik fisik dan kimia batubara dalam kandungan batubara adalah abu (<16,36%) adb, kelembaban inheren (<8,19%) adb, zat volatil (<22,21%) adb dan karbon tetap (<48,60%) adb, hidrogen (<4,55% adb), oksigen (<25,94% adb), karbon (<65,33% adb), sulfur (<2,54% adb) dan nitrogen (<1,64% adb). Hasil coal liquefaction optimal dengan waktu reaksi 60 menit adalah 49%. Hasil coal liquefaction tidak mengalami perubahan pada waktu reaksi 70 menit dan 80 menit, masing-masing 49,01% dan 49,03%. Batubara dengan lebih banyak lignit lebih mudah dicairkan daripada sub-bituminous karena batubara memiliki gugus hidroksil yang lebih tinggi.

PUSTAKA

- Artanto, Y., Jackson, W. R., Redlich, A.J., & Marshall, M., 2000. Liquefaction Studies of Some Indonesia Low rank Coals., *Fuel*, Vol. 79, pp. 1333-1340.
- Alpern B., Lemos, S. M. J., 2002. Documented International Enquiry on Solid Sedimentary, Fossil Fuels Coal: Definitions, Classifications, Reserves-Resources, and Energy, *International Journal of Coal Geology*, 50, pp. 3-41.
- Cebolla, V. L., Maria, T. M., Jose, Miranda, L., & Isaias, F., 1999. Effects of petrographic composition and Sulphur in liquefaction of Spanish lignites, Instituto de Carboquimica, Spain, p. 5.
- Gagarin, S. G., & Andrey, A. K., 1991. The Petrographic Approach to Coal Liquefaction Institute for Fossil Fuels, 117912, Moscow, Rusia, p. 7.
- Hartiniati, Dasuki, A. S., Artanto, Y., Ginanjar, & Sulaksono, D., 1995. Prospect of Cost Liquefaction in Indonesia, Direktorat Teknologi Energi, BPPT Teknologi, 14 p.
- Hirano K., & Kanda, Y., 2001, Study on Industrial Catalyst for Sub-bituminous Coal Liquefaction, *Fuel Processing Technology*, Vol. 72, pp. 35-45.
- Huda, M., Hermanu, A., Talla, H., & Indra, I., 2009. Pencairan Batubara Peringkat Rendah (Batubara Pendopo) Sumatra Selatan. Inhouse Research tekMIRA. Bandung, p.52.
- Karaca, H., 2006. Effect of Coal Liquefaction Conditions on The Composition of The Product Oil, *Energy Sources, Part A*, Vol. 28, pp. 1483-1492.

- Kouzu, M., Koyama, K., Oneyama, M., Hayashi, T., Nishibayashi, T., Kobayashi, M., Itoh, H., & Hattori, H., 2001. Deactivation of Catalyst for Solvent Hydro-treatment in a Coal Liquefaction Process, *Fuel Processing Technology*, Vol. 68, pp. 161-173.
- Krevelen, D. W., 1992. Coal Typology-Physics-Chemistry-Constitution. University of Technology, Delft, The Netherlands. 750 p.
- Ningrum, N. S., Mambrasar, E., Tuti, H., & Astiti, M. W., 2007. Pencairan Batubara Misol Kabupaten Raja Ampat. Inhouse Research PPPTM, Bandung, p.33.
- Nursanto, E., 2015. Karakteristik Maseral, Mineralogi dan Geokimia Batubara Formasi Warukin pada Cekungan Barito, Kalimantan Selatan dan Pengaruhnya terhadap Sifat Pencairan Batubara, Disertasi, UGM, 278 p.
- Parkash, S., Lali, M., Holusko, M. & Du Plessis, M. P., 1984. Contribution of Vitrinite Macerals to the Liquefaction of Sub-bituminous Coal. *Fuel Processing Technology*, Vol. 9, pp. 139-148.
- Priyanto, U., Sakanishi, K., Okima, O., Murti, S. D. S., Watanabe, I., Korai, Y., & Mochida, I., 2001. Optimization of Two-Stage Liquefaction of Tanito Harum Coal With Fe-Ni Catalyst Supported Carbon Black, *Energy & Fuel*, pp. 856-862.
- Talla, H., 2009. Karakteristik Batubara dan Pengaruhnya Terhadap Proses Konversi dengan Menggunakan Metode Hidrogenasi Katalitik, Tesis, Universitas Gadjah Mada, 98 p.
- Speight, J. G., 2005. Handbook of Coal Analysis, John Wiley & Sons, Inc., Publication, 222 p.
- Osborne, D. G., 1988. Coal Preparation Technology, Vol.1, Graham & Trotman Limited London, pp. 4-5.