



## Identifikasi Kandungan Batubara Cair Tipe Lignit Menggunakan Metode Pirolisis Daerah Kecamatan Pasir Balengkong Provinsi Kalimantan Timur

Muthia Putri Darsini Lubis<sup>1</sup>, Denny Rizky Hervani<sup>1</sup>, Nia Sasria<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Email: [muthia\\_lubis@lecturer.itk.ac.id](mailto:muthia_lubis@lecturer.itk.ac.id)

### Abstract

Coal deposition is a carbonaceous organic compound that is formed naturally from the rest of the plant and could catch fire. Coal has several types: antrasite, bituminous, sub-bituminous and lignite. The division of the coal is divided into a source of primary energy and secondary energy producer, where the value of the type of lignite coal as an energy producer secondary is very low so we need innovation to change the type of lignite coal, one of them with a method of coal liquefaction. In this research, a low quality coal liquefaction of lignite and then testing GCMS to determine the content of the coal oil on the type of lignite coal. Coal used came from Tanah Pasir area Balengkong Grogot East Kalimantan. Time of analysis using sampling every 2 hours with a maximum of 6 hours operating time. Coal liquefaction process is first conducted testing proximate to know the calorie content of the coal and the volatile matter contained in the coal samples, then carried coal liquefaction is still shaped raw coal, weighed to obtain the weight of 16kg, coal that has been melted and incorporated into the pyrolysis furnace combustion then performed with the addition of time and temperature 2 hours (0 - 200°C), 4 hours (200° - 400°C), and 6 hours (400° - 600°C). GCMS testing was used to determine the content of coal liquefaction, the test results showed that lignite coal in the Balengkong sand area had group of alkane, aldehyde, and phenol classes

Keywords: Coal, Lignite, Pyrolysis, Proximate, GCMS

### Abstrak

Batubara merupakan endapan senyawa organik karbonan yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan dan bisa terbakar. Batubara mempunyai beberapa tipe yaitu *antrasite*, *bituminous*, *sub-bituminous* dan *lignite*. Pembagian jenis batubara dibagi menjadi sumber penghasil energi primer dan penghasil energi sekunder, dimana nilai jual batubara tipe lignit sebagai penghasil energi sekunder sangatlah rendah sehingga perlu dilakukan inovasi untuk mengubah batubara tipe lignit, salah satunya dengan metode pencairan batubara. Pada penelitian ini dilakukan pencairan batubara kualitas rendah yaitu lignit dan kemudian dilakukan pengujian GCMS untuk mengetahui kandungan pada minyak batubara pada batubara tipe lignit. Batubara yang digunakan berasal dari daerah Pasir Balengkong Tanah Grogot Kalimantan Timur, analisis menggunakan penambahan waktu pengambilan sampel setiap 2 jam dengan maksimal waktu operasional 6 jam. Proses pencairan batubara pertama-tama dilakukan pengujian proksimat untuk mengetahui kandungan kalori dari batubara dan *volatile matter* yang terkandung pada batubara sampel, kemudian dilakukan pencairan yaitu batubara yang masih berbentuk *raw coal* di timbang sehingga didapatkan berat 16kg, batubara yang telah di cairkan dimasukkan kedalam tungku pirolisis dan kemudian dilakukan pembakaran dengan penambahan waktu dan temperatur 2 jam (0 – 200°C), 4 jam (200° – 400°C), dan 6 jam (400° – 600°C). Pengujian GCMS dilakukan untuk mengetahui kandungan pada minyak batubara, hasil pengujian menunjukkan batubara lignit daerah pasir balengkong mempunyai kandungan golongan alkana, aldehid, dan fenol.

Kata Kunci: Batubara, Lignite, Pirolisis, Proximate, GCMS

## 1. Introduction

Batubara merupakan endapan senyawa organik karbonan yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan dan bisa terbakar. Selain terbentuk dari senyawa-senyawa organik, juga disertai senyawa anorganik terutama unsur mineral yang berasal dari lempung, pasir kuarsa, batu kapur dan sebagainya (Arif, 2014). Batubara merupakan salah satu jenis bahan bakar tak terbarukan yang digunakan sebagai pembangkit energi. Berdasarkan cara penggunaannya sebagai penghasil energi, batubara dibedakan menjadi 2 yaitu sebagai penghasil energi primer, yang dimana langsung dipergunakan untuk industri, misalnya sebagai bahan burner (pembakar) dalam industri semen, pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), bahan bakar pembuatan kapur tohor, bahan bakar pembuatan genteng, bahan bakar lokomotif, pereduksi proses metalurgi, kokas konvensional, bahan bakar tidak berasap (*smokess fuel*). Sebagai penghasil energi sekunder, yaitu tidak langsung dipergunakan untuk industri, misalnya sebagai bahan bakar padat (briket), bahan bakar cair (konversi menjadi bahan bakar cair), konversi menjadi bahan bakar gas (Sukandarrumidi, 2008).

Berdasarkan Keppres No. 13 Tahun 2000 yang diperbaharui dengan PP No. 45 Tahun 2003 tentang Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang berlaku pada departemen pertambangan dan energi bidang pertambangan umum menyebutkan bahwa klasifikasi batubara di Indonesia dibagi menjadi empat macam yaitu batubara kalori rendah (*lignite*), batubara kalori sedang (*sub-bituminous*), batubara kalori tinggi (*bituminous*), dan batubara kalori sangat tinggi (*antracite*). Untuk penggolongannya sendiri dibagi menjadi *low rank* (*lignite* dan *sub-bituminous*) dan *high rank* (*bituminous* dan *antracite*).

Berdasarkan data Kementerian ESDM RI 2016, jumlah sumberdaya batubara di Indonesia berkisar 128,062 miliar ton dan cadangan batubara Indonesia periode 2016 saat ini tercatat 28,475 miliar ton dengan rasio kualitas batubara dengan kalori rendah atau *low rank* lebih banyak dibandingkan *high rank*.

*Coal liquefaction* adalah suatu teknologi proses yang mengubah batubara menjadi bahan bakar cair sintesis. Batubara yang berupa padatan diubah menjadi bentuk cair dengan cara mereaksikannya dengan hidrogen pada temperatur dan tekanan tinggi. Cairan yang terbentuk tersebut selanjutnya difraksionasi/dikilang untuk menghasilkan berbagai macam bahan bakar cair seperti bensin, solar, minyak tanah dan lain-lain. Teknologi ini sudah lama dikuasai negara maju seperti Jerman, Inggris, Amerika Serikat, Australia dan Jepang. Proses likuifaksi batubara secara umum diklasifikasikan menjadi 4 yaitu, *Indirect Liquefaction*, *Solvent Extraction*, *Catalytic liquefaction* dan *Pyrolysis* (Speight, 1994). Kehadiran teknologi pencairan batubara di awal tahun 1990 mestinya menjadi salah satu solusi strategis untuk meningkatkan nilai tambah batubara Indonesia, sehingga batubara tidak hanya diekspor langsung tetapi dirubah wujudnya menjadi minyak dengan berbagai produk unggulan yang memiliki nilai ekonomis tinggi.

Pirolisis batubara merupakan salah satu proses penting pada teknologi konversi batubara, dimana batubara dilakukan proses pemanasan dengan suhu meningkat dengan tanpa adanya atau sedikit udara atau reagen lainnya yang tidak memungkinkan terjadinya reaksi gasifikasi, yang nantinya akan menghasilkan *condensable gases* yang disebut dengan tar, *non-condensable gases* yang disebut dengan gas dan padatan mikrokristalin yang disebut dengan char. Produk pirolisis batubara yang berpotensi besar sebagai bahan baku industry kimia adalah char, tar dan minyak. (Speight, 1994)

Melalui penelitian ini, akan dilakukan analisis pencairan batubara (*Coal liquefaction*) menggunakan metode pirolisis pada jenis batubara *low rank* yaitu *lignite* dengan penambahan waktu pengambilan sampel 2 jam dan 4 jam pada temperatur 400°C – 600°C dengan menggunakan pengujian *Proximate*, pengujian *Ultimate*, dan pengujian GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*).

## 2. Metode

### 2.1 Material

Jenis Batubara yang digunakan pada penelitian ini adalah Batubara jenis Lignite yang mempunyai nilai kalori  $\leq 5000$  kcal/kg atau Batubara dengan kualitas rendah (*lowrank*).

### 2.2 Metodologi Penelitian

Secara garis besar penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap, yakni tahap persiapan bahan eksperimen, tahap eksperimen, pengambilan data, dan tahap pengolahan data eksperimen. Pada tahap persiapan bahan eksperimen, proses yang dilakukan meliputi proses persiapan alat pirolisis serta alat alat penunjang dalam penelitian serta persiapan bahan seperti pengujian kalori melalui uji *proximate* dan *ultimate* proses crushing dan grinding batubara. Pada tahap eksperimen, proses yang dilakukan adalah proses pencairan batubara dengan menggunakan besaran partikel yang berbeda dan temperatur yang berbeda. Pada tahap pengambilan data, proses yang dilakukan adalah pengujian *proximate*, pengujian *ultimate*, pengujian GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*). Pada tahap pengolahan data eksperimen, proses yang dilakukan adalah: pengklasifikasian jenis batubara menggunakan metode pengujian *proximate* dan *ultimate*, mengetahui kandungan senyawa hidrokarbon pada batubara yang sudah dicairkan.

Tabel 1: Bahan Penelitian

No.	Nama Bahan	Jumlah
1.	Batubara Lignite	16Kg
2.	Bricket	3Kg

## 3. Pembahasan

### 3.1 Hasil Pengujian Proksimate

Proses pengumpulan sampel batubara dilakukan di Tanah Grogot Daerah Pasir Balengkong yang kemudian dilakukan pengujian proksimat untuk mengetahui kandungan fisik pada batubara seperti *Inherent Moisture*, *Volatile Matter*, *Ash Content*, *Fixed Carbon*, *Calorific Value*. Menurut (Erwin, 2018) nilai kalori (*calorific value*) dipengaruhi oleh kandungan ash dan moisture. Semakin tinggi jumlah kandungan ash dan moisture maka akan semakin rendah nilai kalori (*panas*) yang dihasilkan. Diperoleh hasil kandungan fisik batubara seperti pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil pengujian proksimat batubara daerah pasir balengkong

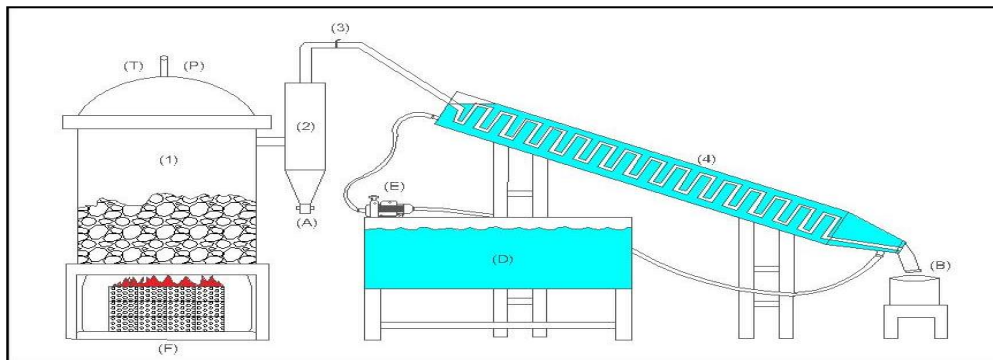
NO	PARAMETER	NILAI HASIL UJI
1	<i>Inherent Moisture</i>	19,74 %
2	<i>Volatile Matter</i>	32,47 %
3	<i>Ash Content</i>	1,18 %
4	<i>Fixed Carbon</i>	23,38 %
5	<i>Calorific Value</i>	4237 cal/g (adb)
6	<i>Calorific Value</i>	3539 cal/g (ac)

Hasil pengujian proksimat pada batubara Daerah Pasir Balengkong yang telah diambil mempunyai data kalor yaitu *air dried based* (adb) dan *as received* (ac), *Air Dried Base* (adb) adalah batubara yang telah mengalami proses pemanasan lanjutan, sehingga kandungan air bebasnya hilang pada kondisi temperatur, sehingga kelembaban standar tidak diperhitungkan lagi. *as received* (ac) adalah batubara hasil dari proses penambangan, sehingga masih diperhitungkan total moisture dan abu yang ada pada batubara (Nur,2019). Berdasarkan standar ASTM D388 mengenai kualifikasi kualitas batubara, dimana klasifikasi batubara berdasarkan nilai kalori dan fixed carbon, batubara *low rank* diklasifikasikan menggunakan *calorific value* pada keadaan ac (*as received*). Nilai kalori pada ASTM D388 pada batubara kualitas rendah mempunyai nilai kalori lebih rendah atau sama dengan

6300 btu/lb pada lignit A yang ketika dikonversikan setara dengan 3703 cal/g. Batubara pasir balengkong yang telah diambil sampelnya mempunyai nilai kalori 3539 cal/g sehingga dapat diketahui bahwa batubara pasir balengkong yang telah diambil sampelnya merupakan batubara jenis *low rank coal* tipe lignit.

### 3.2 Pengaruh Karakterisasi pada Waktu dan Temperatur Pada Pirolisis

Hasil pencairan batubara pada karakterisasi dengan urutan waktu 2 jam, 4 jam, dan 6 jam yaitu 800 ml, 1000 ml, dan 600 ml. Didapatkan volume pencairan batubara tertinggi yaitu pada waktu 4 jam dengan temperatur 200° – 400°C dan volume pencairan batubara terendah pada waktu 6 jam dengan temperatur 400° – 600°C.

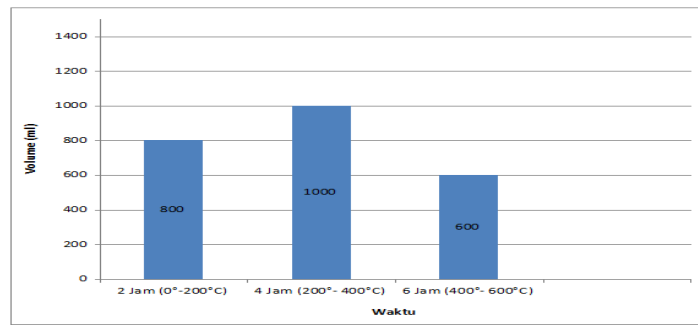


Gambar 1: Skema pencairan batubara menggunakan metode pirolisis



Gambar 2 (a) Menimbang batubara seberat 16 kg, (b) Memasukkan batubara ke dalam tungku pirolisis dan menutup palka, (c) Menyalakan bricket pembakaran batubara, (d) Meletakkan bricket ke bawah tungku pirolisis, (e) Menyalakan pipa kondensator, dan (f) Mengumpulkan larutan batubara cair dengan karakterisasi pada waktu 2 jam 4 jam dan 6 jam

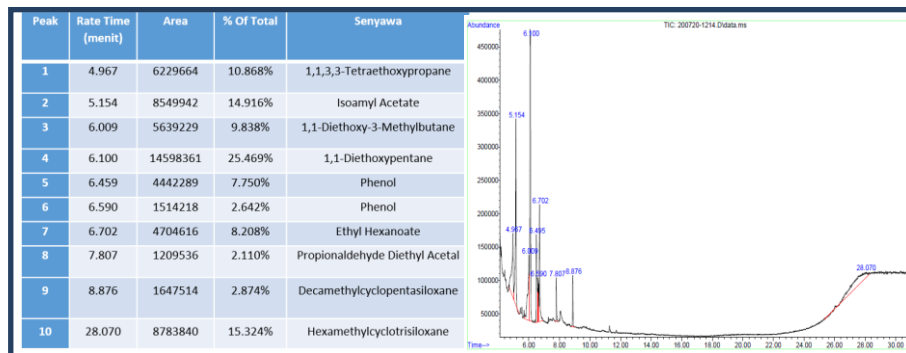
Volume pencairan batubara dengan waktu 6 jam memiliki volume yang lebih rendah dikarenakan sudah selesai proses pengikatan rantai pendek hidrokarbon dan juga telah menipisnya sisa batubara yang ada pada tungku pirolisis sehingga terjadi penurunan volume batubara cair yang dihasilkan. Sedangkan pada waktu 2 jam hingga 4 jam terjadi kenaikan volume batubara cair karena pada awal pembakaran batubara yang ada didalam masih penuh belum habis terbakar sehingga volume batubara cair yang dihasilkan masih banyak, serta terjadinya pemecahan rantai karbon pada kenaikan temperatur 380°C membuat asap pembakaran lebih banyak menghasilkan minyak batubara pada proses kondensasi gas batubara.



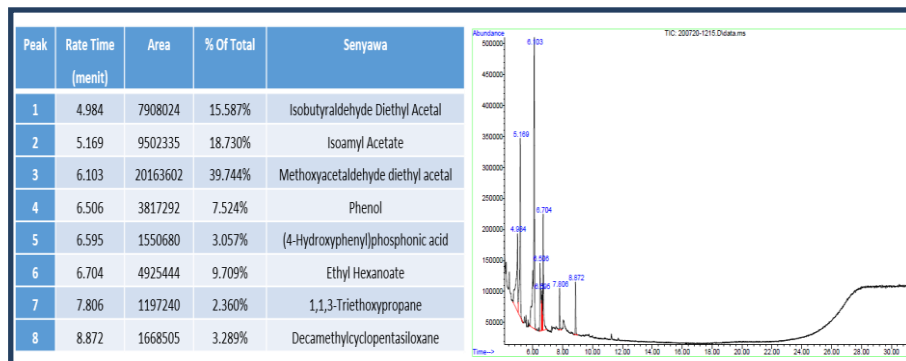
Gambar 3: Perbandingan Waktu Pirolisis Dengan Volume Batubara Cair

### 3.3 Hasil Pengujian Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS)

Pengujian *Gas Chromatography Mass Spectrometry* adalah metode yang digunakan untuk menentukan kandungan senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam batubara cair serta dapat mengetahui persen (%total) kandungan senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam minyak batubara cair.



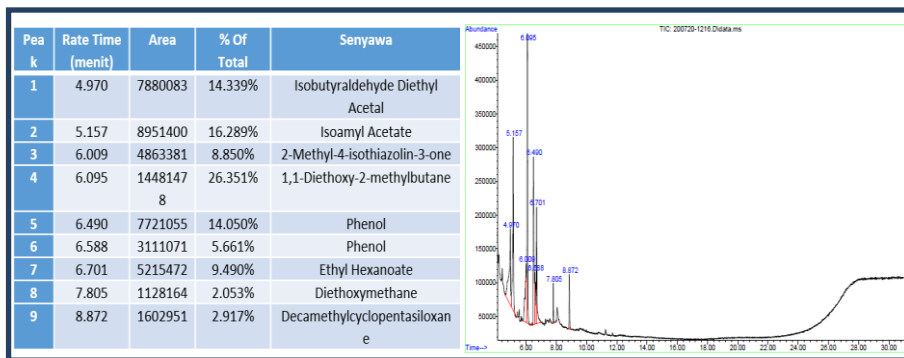
Gambar 4: Hasil Pengujian GCMS Batubara Cair pada waktu 2 Jam



Gambar 5: Hasil Pengujian GCMS Batubara Cair pada waktu 4 Jam

Hasil analisis GCMS pada batubara cair pada waktu 2 jam menunjukkan 10 *peak*, pada waktu 4 jam menunjukkan 8 *peak* dan waktu 6 jam menunjukkan 9 *peak*, dimana *peak* merupakan puncak retensi yang dapat menunjukkan kandungan yang terdapat pada sampel batubara cair. Pada Gambar 4 dapat dilihat *rate time* yang dimana merupakan waktu retensi pada setiap *peak*, area yang menunjukkan besaran *peak* pada diagram GCMS, dan persen (% of total) merupakan seberapa banyak senyawa terkandung pada satu sampel cairan.





Gambar 6: Hasil Pengujian GCMS Batubara Cair pada waktu 6 Jam

Pada Gambar 3 dapat dilihat senyawa yang terkandung didalam batubara yang sudah dicairkan dengan waktu 2 jam terdapat golongan hidrokarbon seperti Isoamyl Acetate dan Ethyl Hexanoate yang tergolong pada golongan ester. Golongan – golongan senyawa hidrokarbon alkana seperti senyawa Decamethylcyclopentasiloxane, Propionaldehyde Diethyl Acetal, 1,1,3,3-Tetraethoxypropane, Hexamethylcyclotrisiloxane, 1,1-Diethoxy-3-Methylbutane, dan 1,1-Diethoxypentane serta golongan phenol.

Hasil analisis GCMS batubara cair dengan waktu 4 jam pada Gambar 4 terlihat senyawa yang terkandung yaitu golongan hidrokarbon seperti Isobutyraldehyde Diethyl Acetal, dan Methoxyacetaldehyde diethyl acetal yang termasuk golongan aldehid. Golongan ester seperti Isoamyl Acetate, dan Ethyl Hexanoate. Golongan acid seperti (4-Hydroxyphenyl) phosphonic acid. Golongan phenol. Golongan alkana Decamethylcyclopentasiloxane dan 1,1,3-Triethoxypropane.

Hasil analisis GCMS batubara cair dengan waktu 6 jam pada Gambar 5 terlihat senyawa yang terkandung yaitu golongan hidrokarbon seperti Isobutyraldehyde Diethyl Acetal yang termasuk golongan aldehid, golongan ester seperti Isoamyl Acetate dan Ethyl Hexanoate, golongan keton seperti 2-Methyl-4-isothiazolin-3-one, golongan phenol, golongan alkana seperti senyawa 1,1-Diethoxy-2-methylbutane, Diethoxymethane dan Decamethylcyclopentasiloxane.

Komposisi senyawa hidrokarbon yang terkandung didalam minyak batubara hasil pirolisis dengan menggunakan metode analisis GCMS yang ditampilkan pada masing-masing hasil uji yaitu pada penambahan waktu dan temperatur 2 jam(0 - 200°C) 4 jam(200-400°C) dan 6 jam(400-600°C) menunjukkan hasil senyawa yang berbeda pada ketiga pada menunjukkan golongan hidrokarbon terbanyak yaitu alkana, yang dimana senyawa-senyawa tersebut termasuk dalam senyawa hidrokarbon siklik dimana biasanya terdapat pada bahan bakar minyak bumi. Kemudian terdapat aldehid yang terbentuk akibat Senyawa n-alkana dioksidasi membentuk alkohol sekunder kemudian menjadi asam karboksilat melalui pembentukan senyawa aldehid dengan terjadinya dehidrogenasi (Hendra, 2015).

Pada ketiga sampel batubara cair mempunyai total volume yaitu 2.400ml, terdapat kandungan senyawa alkana, aldehid dan fenol, dimana persen (% of total) tertinggi terdapat pada kandungan senyawa alkana. Pada penelitian terdahulu (Prasetyo, 2018) menggunakan sampel batubara lignit pada daerah yang berbeda menghasilkan total volume batubara cair yaitu 2.207ml dan mempunyai kandungan senyawa alkana seperti octadecane dan pentadecane, akan tetapi kandungan senyawa alkana yang terdapat pada batubara daerah pasir balengkong memiliki rantai hidrokarbon alkana yang berbeda seperti 1,1-Diethoxypentane dan 1,1-Diethoxy-2-methylbutane dimana kedua senyawa alkana tersebut masih termasuk kedalam rantai hidrokarbon pendek.

Menurut (Augustinus, 2014) senyawa fenol yang merupakan salah satu polutan organik yang sangat toksik apabila dihirup dan merupakan iritan yang sangat kuat dan dapat terakumulasi dalam limbah yang banyak dijumpai pada berbagai jenis limbah industri dan air tanah. Terdapatnya fenol pada sampel batubara dikarenakan proses dekomposisi pada tumbuhan pada

pembentukan batubara, karena batubara lignit merupakan batubara yang masih sangat muda sehingga proses dekomposisi belum benar benar selesai. Fenol merupakan senyawa yang disebut sebagai bahan humat pada batubara, bahan humat yang terdapat dalam lignite dan bermacam - macam tipe batubara disebut dengan bahan humat geologi (Dewi, 2007). Bahan humat seperti fenol pada batubara dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri, seperti penggunaan warna dari bahan humat untuk pembuatan tinta, mewarnai keramik, dan pembuatan cat.

#### 4. Kesimpulan

1. Pengaruh waktu pada pencairan batubara menggunakan metode pirolisis adalah terjadinya peningkatan selama awal pencairan yaitu pada waktu 2 jam dan 4 jam, kemudian setelah mendekati 6 jam volume batubara cair menurun hal ini dikarenakan sudah selesai proses pengikatan rantai pendek hidrokarbon serta menipisnya sisa batubara pada tungku pirolisis sehingga terjadi penurunan volume batubara cair yang dihasilkan
2. Pencairan batubara menunjukkan hasil senyawa yang berbedapada ketiga pada waktu pencairan dimana pada waktu dua jam menunjukkan *peak* tertinggi pada rate time 6.100 yaitu senyawa 1,1-Diethoxypentane, pada pada waktu 4 jam *peak* tertinggi pada rate time 6.103 yaitu senyawa Methoxyacetaldehyde diethyl acetal, dan pada pada waktu 6 jam *peak* tertinggi pada rate time 6.095 yaitu senyawa 1,1-Diethoxy-2-methylbutane. Ketiga sampel batubara cair terdapat kandungan golongan hidrokarbon terbanyak yaitu alkana, aldehide dan zat pengotor fenol

#### References

- Aladin, A., 2011. Sumberdaya Alam Batubara. Lubuk Agung : Bandung ISBN No. 978-979-505-230-2.
- Arif, I., 2014. Batubara Indonesia. Gramedia : Jakarta ISBN No. 978-602-03-0291-1.
- Agung Nur Muhammad,. 2019. Hubungan Kandungan Total Sulphur Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara PT. Carsurin Samarinda, Unmul, Samarinda
- Edy Nursanto, Sudaryanto, Untung Sukamto., 2015. Pengolahan Batubara Dan Pemanfaatannya Untuk Energi, UPN, Yogyakarta, Jurnal ISSN 1693-4393 Hal. A1-5.
- Edgar, T.F., 1983. *Coal Processing and Pollution Control*, Gulf Publishing Company : Texas ISBN No. 0-87201-122-4.
- Hendayana., 2006. *Kimia Pemisahan (Metode Kromatografi dan Eelectroforesis Modern)*, Remaja Rosdakarya : Bandung ISBN No. 979-692-593-1.
- Malaidji Erwin. 2018. Analisis Proksimat, Sulfur, dan Nilai Kalor Dalam Penentuan Kualitas Batubara di Desa Pattapa Kecamatan Pujananting Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan, Jurnal Geomine, Vol. 6, No. 3
- Miller, B.G., 2005. *Coal Energy System*. Elsevier : London ISBN No. 978-012-497-451-7.
- Muchjidin., 2006. *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*. Institute Teknologi Bandung : Bandung ISBN No. 979-3507-75-6.
- Muchjidin., 2013. *Pemanfaatan Batubara*. Institute Teknologi Bandung : Bandung ISBN No. 978-602-9056-60-0.
- Pata, Agustinus., 2014. *Pemanfaatan Abu Batubara Sebagai Zeolit Yang Terdealuminasi Dalam Mengadsorbsi Fenol*. ISSN 1693-5616
- PERHAPI, 1995. *Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Mineral Dan Energi Di Indonesia*. Bandung ISBN No. 978-979-8826-20-7.

- Rezky, Dewi., 2007. Ekstraksi Bahan Humat Dari Batubara(Subbituminus) Dengan Menggunakan 10 Jenis Pelarut. ISSN:1829-7994
- Siswanto, Hendra., 2015. Biomarka Keton dan Asam Batubara Miosen Dari Pit Inul Sangatta, Kalimantan timur. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Speight, J.G.,1994.*The Chemistry and Technology of Coal*. Madison Avenue : USA ISBN No. 0-8247-9200-9.
- Sukandarrumidi., 2008.Batubara dan Gambut. Gajah Mada University Press : Yogyakarta ISBN No. 979-420-359-9.
- Sukandarrumidi.,2009. Batubara dan pemanfaatannya. Gajah Mada University Press : Yogyakarta ISBN No. 979-420-619-9.
- Susiati Heni., 2018.Identifikasi Geologi Lingkungan Pada Evaluasi Tapak Fasilitas Industri Nuklir BNI-STP, Penajam Paser Utara. Jakarta : Batan
- Topo Suprihadi, Yane Oktovina, Hendig Winarno., 2008, Studi Kandungan Hidrokarbon Pada Batubara Dengan Metode Kromatografi. UPH, Yogyakarta, Jurnal ISBN 978-979-3980-15-7 Hal. B-52.