

DIVERSIFIKASI ENERGI BATUBARA MENJADI BAHAN BAKAR CAIR DITINJAU DARI TEMPERATUR DAN WAKTU PENCAIRAN TERHADAP JUMLAH MINYAK YANG DIHASILKAN

DIVERSIFICATION OF COAL ENERGY INTO A LIQUID FUEL REVIEWED FROM TEMPERATURE AND LIQUEFACTION TIME TO THE AMOUNT OIL PRODUCED

Sutini Pujiastuti Lestari^{1,a)}, Irawan Rusnadi¹, Ahmad Zikri¹, Sahrul Effendy¹, Adi Agustiansyah^{1,b)}, Muhammad Rafli¹

¹Teknik Kimia/Teknik Energi, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jalan Sriwijaya Negara, Bukit Besar Palembang, telp. 0711-353414 / fax. 0711-355918
e-mail :^{a)} sutini_pl@polsri.ac.id, ^{b)} adiagustiansyah@gmail.com

ABSTRACT

Energy needs in Indonesia continue to increase from year to year, especially fossil energy. This condition encourages the government to be more creative in managing and utilizing the available energy sources more wisely. Coal is one of the main energy in Indonesia which in its utilization can be a promising alternative energy by being converted to liquid form. The liquefaction process of coal is influenced by various factors of operating conditions. Operating conditions are an important part that affects the process and results of coal liquefaction conversion. The operating conditions consist of temperature, time, and pressure. In coal liquefaction research there are several variables that can be taken, among others, fixed and variable non-fixed. The fixed variable is the ratio of mixture of raw materials and solvent. While the variable is not fixed in the form of time of melting and melting temperature. From the research results obtained the highest oil acquisition at a temperature of 400°C with a melting time of 120 minutes that is equal to 66.72%. the physical properties of the product such as density and spgr approach gasoline but the flash point is still too high that is between 75-78°C.

Key words: Coal, Diversification, Coal Liquefaction, Percent Yield, Liquefaction Temperature, Liquefaction Time.

1. PENDAHULUAN

Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (2017), ketersediaan energi fosil semakin menipis yaitu batubara sekitar 57,22%, gas alam 24,82% dan minyak bumi 5,81%. Batubara merupakan salah satu energi utama di Indonesia yang dalam pemanfaatannya dapat menjadi energi alternatif yang menjanjikan dengan cara dikonversi ke bentuk cair (Talla, 2013). Proses pencairan batubara dipengaruhi oleh beragam faktor kondisi operasi. Kondisi operasi adalah bagian penting yang mempengaruhi proses dan hasil konversi pencairan batubara. Kondisi operasi tersebut terdiri atas suhu, waktu, dan tekanan. Harli Talla dan Hendra Amijaya melakukan penelitian pada tahun 2012 mengenai variabel temperatur terhadap hasil konversi pencairan batubara dengan batubara yang berasal dari Papua Barat dan Kalimantan Selatan. Hasil dari penelitian tersebut yaitu pada temperatur 400–425°C, konversi batubara Sorong sangat tinggi dan mencapai 89,94%, karena batubara ini memiliki kandungan hidrogen (H/C) yang tinggi sehingga bersifat sangat

reaktif dalam proses pencairan. Suhu ini cocok untuk pencairan batubara peringkat rendah (lignit). Sedangkan Suhu 425-450°C, puncak konversi batubara *Eco-coal* sebesar 87,28%, karena semakin tinggi peringkat batubara semakin rendah pula kandungan hidrogennya (H/C) dan strukturnya semakin kompak. Sehingga suhu 425-450°C akan lebih tepat untuk pencairan batubara peringkat tinggi. Talla dan Herman (2017) melakukan penelitian pengaruh kadar air terhadap proses pencairan dan produk minyak batubara dengan menggunakan tiga jenis batubara yang berbeda. Batubara yang digunakan yaitu batubara peringkat lignit dari Papua, batubara sub-bituminus dari Kutai dan batubara bituminus berperingkat tinggi dari Kalimantan. Hasil dari penelitian tersebut yaitu batubara Papua (lignit) yang memiliki kadar air tertinggi menghasilkan konversi dan perolehan minyak yang lebih banyak dikarenakan tingkat solubiliti yang lebih baik serta didukung dengan kandungan hidrogen yang tinggi dan didominasi oleh struktur hidrokarbon alifatik ikatan oksigen dibanding dengan batubara subbituminus dan bituminus yang berkadar air rendah, tingkat kelarutan dan kandungan hidrogen rendah serta

struktur hidrokarbon cenderung lebih aromatik dan kompak. Adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh temperatur dan waktu pencairan terhadap jumlah minyak yang dihasilkan dengan sifat fisik seperti spgr, °API, dan titik nyala. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh dari perubahan temperatur dan lama waktu pencairan dalam menghasilkan produk dari proses pencairan batubara serta mendapatkan bahan bakar cair dari proses pencairan batubara yang memiliki karakteristik sesuai dengan bahan bakar cair pada umumnya. Adapun manfaat dari menjadi dasar pemikian bagi peneliti selanjutnya untuk lebih dalam mempelajari tentang proses pencairan batubara, menjadi acuan serta bahan studi kasus bagi pembaca maupun mahasiswa yang dapat menambah ilmu pengetahuan serta dapat diterapkan dalam praktikum yang berkaitan dengan pemanfaatan batubara dan memberikan pengetahuan kepada masyarakat dan industri yang memanfaatkan batubara sebagai bahan bakar mengenai proses pencairan batubara yang dipengaruhi oleh kondisi operasi proses.

Pencairan batubara

Pencairan batubara (*Coal Liquefaction*) adalah proses mengubah wujud batubara dari padat menjadi cair. Proses pencairan batubara dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Pada proses tidak langsung batubara difragmentasi menjadi CO, CO₂, H₂, dan CH₄ yang kemudian direkombinasikan menghasilkan produk cair, prosesnya melalui gasifikasi dan kondensasi. Pada proses langsung batubara cair diproduksi dengan melarutkan dalam suatu pelarut organik lalu dilanjutkan dengan proses hidrogenasi pada suhu dan tekanan tinggi. Proses pencairan batubara secara langsung dapat dilakukan melalui pirolisis, ekstraksi pelarut dan hidrogenasi katalitik

Faktor-faktor Pencairan Batubara

Beberapa faktor penting yang mempengaruhi hasil konversi produk dan konsumsi hidrogen pada proses pencairan batubara, antara lain peringkat batubara, kondisi operasi serta rasio batubara/pelarut.

a. Pengaruh peringkat batubara

Peringkat asal batubara mempengaruhi konversi produk yang dihasilkan. Pengaruh karakteristik batubara terhadap minyak yang dihasilkan setelah proses pencairan menyatakan bahwa semakin tinggi peringkat batubara, maka akan semakin sedikit minyak yang dihasilkan

b. Pengaruh rasio batubara/pelarut

Rasio batubara/pelarut (*coal-solvent ratio*) yang digunakan mempunyai peranan yang penting dalam menaikkan konversi produk yang dihasilkan. Pelarut yang digunakan biasanya mengandung hidroaromatik, seperti: tetralin, dekalin, dihidroantresen, dihidrofenantren dan lain lain. Pelarut yang dipilih biasanya mempunyai

temperatur superkritis pirolisis batubara, sebagai contoh: tetralin mempunyai temperatur kritis 448°C, sehingga proses pencairan biasanya dilakukan sekitar temperatur 450°C. Jones dan Rotterdam (1980) menyatakan bahwa dengan rasio berat batubara/pelarut: ¼ dan 1/3 ternyata menunjukkan hasil konversi produk yang hampir sama. Dengan rasio batubara/pelarut: 2/3 dan 1/3 diperlukan konsumsi hidrogen berturut-turut: 2,4% dan 2,5%, konsumsi hidrogen yang tinggi ini menunjukkan kemampuan pelarut berfungsi dengan baik. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya variasi rasio antara pelarut dan batubara yang digunakan yaitu 5:1, 2:1 dan 3:2

c. Pengaruh kondisi operasi

Kondisi operasi proses pencairan batubara yang utama disini adalah temperatur, tekanan dan waktu.

1) Pengaruh temperatur operasi. Temperatur operasi pencairan batubara terjadi antara 375–450°C. Batubara bituminus bila dipanaskan pada temperatur 325–350°C akan lunak dan bersifat plastis, keadaan ini disebut “*plastic state*”, dan pada kondisi ini kecepatan reaksi berjalan sangat lambat, bahkan belum terjadi reaksi. Laju pemanasan yang cepat untuk mencapai temperatur operasi optimum akan melindungi bagian reaktif batubara terhadap polimerisasi.

2) Pengaruh waktu operasi. Waktu operasi proses pencairan batubara sekitar 20 menit sampai 2 jam, namun terdapat peneliti yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan konversi batubara menjadi produk minyak dengan kenaikan waktu operasi sampai 200 menit. Pemanasan partikel batubara secara cepat dalam media gas hidrogen dapat meningkatkan waktu kontak sehingga kurang dari 15 menit (*short contact time liquefaction*) dengan konversi produk tetap tinggi.

Analisis Sifat Fisik Bahan Bakar Cair

a. Menghitung Densitas Produk

Densitas produk dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{(M \text{ Piknometer} + \text{Produk}) - M \text{ Piknometer Kosong}}{\text{Volume Produk}} \quad (1)$$

b. Menghitung *Specific Gravity*

Specific Gravity dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{spgr} = \frac{\text{Densitas Produk pada } 20^{\circ}\text{C}}{\text{Densitas Air pada } 20^{\circ}\text{C}} \quad (2)$$

c. Menghitung °API

°API dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{\text{spgr}} - 131,5 \quad (3)$$

d. Menghitung % Yield

Perolehan minyak dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{Berat hasil}}{\text{Berat Umpam}} \times 100 \quad (4)$$

Keterangan:

Yield = Perolehan minyak (%)

2. METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian

Adapun tahapan-tahapan metodologi yang dilakukan pada penelitian pencairan batubara ini adalah:

Pendekatan Desain Fungsional

Peralatan utama yang digunakan pada pencairan batubara ini yaitu reaktor yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pencampuran dan reaksi antara batubara, pelarut dan katalis. Selain itu, terdapat juga tabung gas hidrogen yang digunakan untuk meningkatkan tekanan pada reaktor dan *Band Heater* digunakan untuk memanaskan reaktor sesuai suhu yang diinginkan. Jaket pada reaktor berfungsi untuk menahan panas agar panas yang dihasilkan dapat optimal. Batubara yang telah digerus kemudian dilakukan *sieving* untuk mendapatkan ukuran 200 mesh selanjutnya batubara akan dimasukkan kedalam reaktor dan dicampur pelarut serta katalis dengan perbandingan batubara dan pelarut 1:5 serta berat katalis sebesar 3% dari berat batubara. Selanjutnya akan diinjeksikan gas hidrogen kedalam reaktor untuk meningkatkan tekanan dan dipanaskan. Proses pemanasan berlangsung sesuai dengan suhu yang telah ditentukan. Selanjutnya, produk batubara cair yang dihasilkan dikeluarkan dari reaktor dan disaring menggunakan kertas saring.

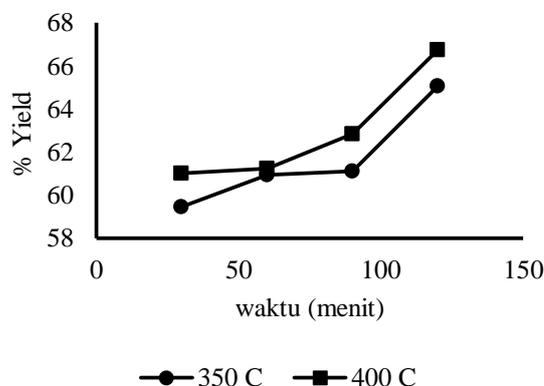
Pendekatan Desain Struktural

Reaktor yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari besi dengan ukuran diameter luar 5,08 cm, diameter dalam 2,54 cm dan tinggi 20 cm. Gas hidrogen akan diinjeksikan melalui tutup reaktor yang memiliki diameter 7,62 cm. Untuk mengatur tekanan yang masuk kedalam reaktor digunakan *valve* bertekanan. Agar tidak mengalami kebocoran ditambahkan tembaga antara tutup dan badan reaktor yang memiliki diameter luar 5,08 cm dan diameter dalam 2,54 cm. Selain reaktor pada penelitian ini juga terdapat *Band Heater* dan *Jacket*. *Band Heater* merupakan elemen pemanas yang terbuat dari kumparan (gulungan) kawat/pita bertahanan listrik tinggi (niklin) yang kemudian dilapisi oleh isolator tahan panas (*mica sheet*), dan pada bagian luar dilapisi lagi oleh plat logam berbahan kuningan, aluminium atau *stainless steel* yang kemudian di bentuk menjadi lempengan berbentuk strip. *Band Heater* memiliki diameter 7,62 cm dan tinggi 15 cm. Jaket memiliki tinggi 17 cm dengan diameter 10,16 cm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Pengaruh temperatur dan waktu pencairan terhadap jumlah Minyak yang dihasilkan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan grafik hubungan antara persen *yield*, temperatur dan waktu seperti yang terlihat pada Gambar 1

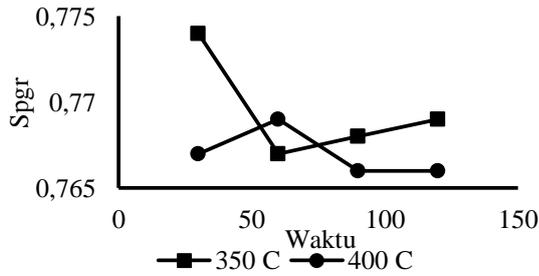


Gambar 1. Grafik Pengaruh temperatur dan waktu terhadap Persen *Yield* Produk Minyak

Dari Gambar diatas terlihat bahwa persen *yield* untuk temperatur 350°C mengalami kenaikan setiap variasi waktunya begitu pula untuk temperatur 400°C mengalami kenaikan persen *yield* setiap variasi waktunya. Kenaikan tersebut disebabkan oleh lamanya waktu pencairan yang dilakukan. Waktu proses operasi pencairan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah minyak yang dihasilkan. Menurut Wahid (2015), waktu operasi pencairan batubara sekitar 20 menit sampai 2 jam, namun terdapat peneliti yang menyatakan dengan terjadi peningkatan persen *yield* dengan kenaikan waktu operasi sampai 200 menit. Dari penelitian persen *yield* berbanding lurus dengan jumlah minyak yang dihasilkan. Persen *yield* tertinggi untuk temperatur 350°C sebesar 65,04% dengan waktu pencairan 120 menit dan untuk temperatur 400°C sebesar 66,72% dengan waktu pencairan 120 menit.

Analisis Pengaruh Temperatur dan Waktu Pencairan terhadap Spgr Minyak

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan grafik hubungan spgr, temperatur dan waktu pencairan batubara seperti yang terlihat pada Gambar 2

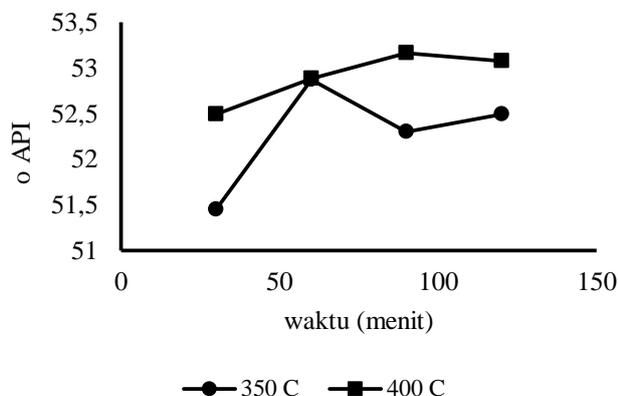


Gambar 2. Grafik pengaruh temperatur dan waktu pencairan terhadap spgr minyak

Dari Gambar diatas dapat dilihat untuk temperatur 350°C spgr mengalami penurunan pada waktu 30 menit ke 60 menit namun mengalami kenaikan nilai spgr pada waktu 90 menit dan 120 menit mengalami. Sedangkan untuk temperatur 400°C juga mengalami kenaikan pada waktu 30 menit ke 60 menit kemudian mengalami penurunan pada waktu 90 menit dan konstan pada waktu 120 menit. Menurut Sutanto dkk (2013), *specific gravity* merupakan perbandingan antara densitas substansi terhadap densitas air, maka jelaslah bahwa apabila densitas substansi semakin tinggi maka *specific gravity* juga akan tinggi. Nilai *specific gravity* dipengaruhi oleh densitas minyak, pada tabel 4.2 nilai densitas produk satu yaitu 0,761 gr/cm³ yang mendekati densitas bensin yaitu berkisar antara 0,715 – 0,77 gr/cm³ (Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2006) dan menurut Zuraili (2017), densitas produk pencairan batubara berkisar pada 0,77–0,78 gr/cm³ yang mendekati juga dengan densitas produk satu.

Analisa Pengaruh temperatur dan waktu pencairan terhadap °API Minyak

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan grafik hubungan °API, temperatur dan waktu pencairan batubara seperti yang terlihat pada Gambar 3



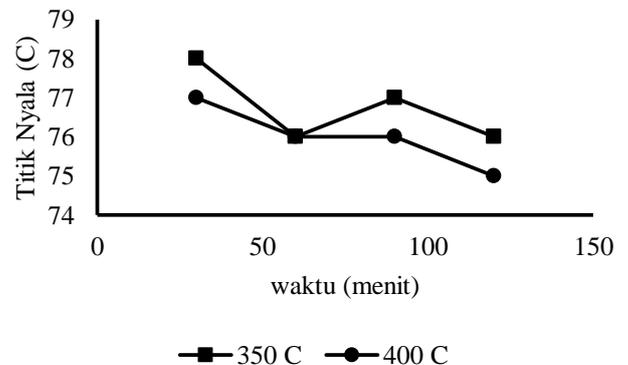
Gambar 3. Grafik pengaruh temperatur dan waktu terhadap °API minyak

Dari gambar diatas dapat dilihat °API untuk temperatur 350°C mengalami kenaikan dari waktu 30 menit ke 60

menit, namun mengalami penurunan pada waktu 90 menit dan mengalami kenaikan kembali pada waktu 120 menit. Sedangkan °API untuk temperatur 400°C mengalami kenaikan dari waktu 30 menit sampai dengan waktu 90 menit namun mengalami penurunan pada waktu 120 menit. °API dipengaruhi oleh nilai spgr. Menurut Widharyanto dkk (2013), °API dan spgr menentukan klasifikasi minyak. Apabila nilai °API berkisar antara 10-20 dan spgr berkisar antara 1,0- 0,93 termasuk *Heavy Oil*, jika °API berkisar antara 20-30 dan spgr diantara 0,93-0,87 termasuk *Medium Oil* sedangkan apabila °API bernilai >30 dan spgr <0,87 termasuk *Light Oil*. Berdasarkan grafik 4.2 dan 4.3 minyak hasil pencairan termasuk *Light Oil* karena memiliki °API >30 dan spgr <0,87. Semakin rendah spgr dan semakin tinggi °API maka akan semakin bagus kualitas suatu bahan bakar. °API tertinggi yaitu 52,87 pada waktu 60 menit untuk temperatur 350°C dan untuk temperatur 400°C °API tertinggi yaitu 53,16 pada waktu 90 menit.

Analisa Pengaruh temperatur dan waktu pencairan terhadap Titik Nyala Minyak

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan grafik hubungan titik nyala, temperatur dan waktu pencairan batubara seperti yang terlihat pada Gambar 4



Gambar 4. Grafik pengaruh temperatur dan waktu terhadap titik nyala minyak

Dari Gambar diatas dapat dilihat titik nyala untuk temperatur 350°C mengalami penurunan pada waktu 30 menit ke waktu 60 menit namun mengalami kenaikan pada waktu 90 menit dan penurunan kembali pada waktu 120 menit. Sedangkan titik nyala untuk temperatur 400°C mengalami penurunan pada waktu 30 menit ke 60 menit dan konstan pada waktu 90 menit namun mengalami penurunan kembali pada waktu 120 menit. Menurut Atmoko dkk (2014), titik nyala adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan api sesaat. Titik nyala yang tinggi akan memudahkan penyimpanan bahan bakar, karena minyak tidak akan mudah terbakar pada temperatur ruang (Aziz dkk, 2011).

Hubungan titik nyala dengan kualitas bahan bakar cair yaitu semakin rendah titik nyala maka akan semakin bagus kualitas bahan bakar cair. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan titik nyala produk berkisar antara 75-77°C. Titik nyala tersebut masih terbilang tinggi dan berbeda jauh dengan titik nyala bensin yaitu -10°C sampai dengan -15°C serta solar yang berkisar antara 55-60°C. Titik nyala terendah pada grafik yaitu 75°C pada waktu pencairan 120 menit dan temperatur 400°C.

Pada proses pencairan batubara tekanan yang dicapai masih terlalu rendah yaitu berkisar 16-22 bar hal ini yang menyebabkan proses pencairan batubara tidak berlangsung optimal karena menurut Sugiharto dan Perry (2016), proses pencairan batubara berlangsung pada tekanan 120 bar dan temperatur 450°C

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

1. Persen *yield* tertinggi pada waktu 120 menit dengan Temperatur 400°C sebesar 66,72%
2. Analisis sifat fisik
 - Spgr terendah pada waktu 120 menit dengan temperatur 400°C sebesar 0,766
 - °API tertinggi pada waktu 120 menit dengan temperatur 400°C sebesar 53,16
 - Titik Nyala Terendah pada waktu 120 menit dengan temperatur 400°C sebesar 75°C
3. Berdasarkan denistas produk mendekati bahan bakar bensin tetapi titik nyala masih terlalu tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Dewi. 2016. *Desulfurisasi Batubara Dengan Metode Elektrolisis Ditinjau dari Waktu Elektrolisis dan Kecepatan Pengadukan*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya
- Atmoko, Wahyu Puji, Dwi Widjanarko dan Pramono. 2014. *Pengaruh Temperatur pada Proses terhadap Karakteristik Biodiesel Bekas*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Aziz, Isalmi, Siti Nurbayti dan Badrul Ulum. 2011. *Pembuatan Produk Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas Dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi*. Jurnal Valensi. Volume 2, No. 3, 443-448.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2006. *Standar dan Mutu*

Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin yang dipasarkan di Dalam Negeri. Jakarta : DJM

- Sugiharto, Lukman Wijaya dan R.Y. Perry Burhan. 2016. *Geokimia Organik Fraksi Aromatik Light Oil Produk Pencairan Batubara Area (Pit) Bintang Sangatta Kalimantan Timur*. Surabaya: Journal of Research and Technologies Vol.2 No.1 P-ISSN No. 2460-5972. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Sutanto, Rudy, Harisman Jaya, dan Arif Mulyanto. 2013. *Analisa pengaruh lama fermentasi dan temperatur distilasi terhadap Sifat fisik (specific gravity dan nilai kalor) bioetanol berbahan baku Nanas (ananas comosus)*. Nusa Tenggara Barat: Jurnal *Dinamika Teknik Mesin, Volume 3 No. 2*. Universitas Mataram
- Talla, Harli ,Hendra Amijaya, Agung Harijoko, dan Miftahul Huda. 2013. *Karakteristik Batubara dan Pengaruhnya Terhadap Proses Pencairan*. Yogyakarta: Jurnal Reaktor Vol.14 No.4 Hlm. 267-271 Universitas Gadjah Mada
- Talla, Harli dan Herman Tjoelang Taba. 2017. *Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pencairan dan Produk Minyak Batubara*. Jayapura: Journal of Chemical Process Engineering Vol.02 No.01 ISSN No.2303-3402. Universitas Sains dan Teknologi Jayapura
- Wahid, Abdul Erlangga. 2015. *Kajian Likuifaksi Batubara Lignit Menggunakan Teknologi Sistem Induksi*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Widharyanto, Achmad Wahyu Rizky, Heru Setijono, dan Gerry Sasanti Nirmala. 2013. *Rancang Bangun Sensor Specific Gravity pada Crude Oil Menggunakan Serat Optik Plastik*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- Zuraily, Sri. 2017. *Pencairan batubara lignit dengan proses catalytic thermal cracking ditinjau dari variasi temperatur* : Politeknik Negeri Sriwijaya