

**PENCAIRAN BATUBARA MENGGUNAKAN REAKTOR  
*CATALYTIC THERMAL CRACKING* DITINJAU DARI  
PENGARUH RASIO BATUBARA DAN PELARUT**



**Disusun sebagai salah satu syarat  
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)  
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

**OLEH :**

**DEVI PURNAMASARI  
0613 4041 1642**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2017**

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PENCAIRAN BATUBARA MENGGUNAKAN REAKTOR *CATALYTIC THERMAL CRACKING* DITINJAU DARI PENGARUH RASIO BATUBARA DAN PELARUT**

**OLEH :**

**DEVI PURNAMASARI  
0613 4041 1642**

**Menyetujui,  
Pembimbing I**

**Ir. Irawan Rusnadi, M.T.  
NIP. 196702021994031004**

**Palembang, Agustus 2017**

**Pembimbing II**

**Dr. Ir. Aida Syarif, M.T.  
NIP. 196501111993032001**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Adi Syakdani, S.T.,M.T.  
NIP. 196904111992031001**

## MOTTO :

- ✚ Bahagia itu sederhana. Bersyukurlah maka kau akan bahagia.
- ✚ Maka jangan sampai ucapan mereka membuat engkau (Muhammad) bersedih hati. Sungguh, Kami mengetahui apa yang mereka rahasiakan dan apa yang mereka nyatakan (Q.S. Yaasin, 36 : 76).
- ✚ Dari Abu Hurairah *Ra.*, Nabi Saw, beliau bersabda, “*Bukanlah kekayaan itu dengan banyaknya harta dunia, akan tetapi kekayaan yang hakiki itu adalah kaya akan jiwa.*” (HR. Bukhari dan Muslim)

Kupersembahkan untuk :

- Allah SWT
- Panutan hidup Rasulullah SAW
- Ayah ku tercinta Zainal Arifin
- Ibu ku tercinta Mastina
- Bibi ku tersayang Maryani
- Kakak, cek, adik, dan seluruh keluarga besarku
- Para sahabat tersayang Chinthia, Suci, Ossy, Maya, Dea dan teman seperjuangan Karina, Khoirun, Sri, Ikhsan serta keluarga EGB 2013.
- Pak Irawan Rusnadi selaku Pembimbing I
- Ibu Aida Syarif selaku Pembimbing II
- Para dosen dan almamater yang kubanggakan
- Teman-teman Energi Angkatan 2013

## ABSTRAK

### **Pencairan Batubara Menggunakan Reaktor *Catalytic Thermal Cracking* Ditinjau dari Pengaruh Rasio Batubara dan Pelarut**

---

(Devi Purnamasari, 2017 : 47 halaman, 9 tabel, 19 gambar, 2 lampiran)

Batubara merupakan salah satu energi utama di Indonesia yang dalam pemanfaatannya dapat menjadi energi alternatif yang menjanjikan dengan cara dikonversi ke bentuk cair. Salah satu metode yang digunakan adalah pencairan batubara secara langsung (*Direct Liquefaction*). Metode ini memanfaatkan pemanas keramik inframerah yang mengubah energi listrik menjadi energi panas sehingga dapat menghasilkan temperatur yang lebih tinggi dalam waktu yang cepat. Dalam penelitian likuifaksi batubara dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, ukuran partikel batubara, rasio pelarut, jenis pelarut, dan lama waktu pencairan batubara. Ukuran serta rasio campuran batubara dan pelarut mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Kondisi operasi suhu mencapai 375°C dan waktu operasi selama  $\pm 2$  jam di dalam reaktor. Hasil analisis untuk variasi rasio batubara dan pelarut akan menunjukkan perbandingan dalam pencapaian rasio optimum untuk proses pencairan batubara. Pada penelitian ini didapatkan %yield *light oil* terbesar yaitu 41,42 % dengan rasio 1:3 dan peningkatan nilai kalor hingga 11.625 cal/gr. Hal ini menunjukkan transfer hidrogen yang optimum dari pelarut yang menyebabkan rantai karbon terikat oleh hidrogen sehingga diperoleh produk yang maksimal.

Kata kunci : Batubara, Pencairan Batubara, Pelarut, Rasio

## **ABSTRACT**

### ***Coal Liquefaction Using Catalytic Thermal Cracking Reactor in Study of The Effect of Coal and Solvent Ratio***

---

(Devi Purnamasari, 2017 : 47 pages, 9 table, 19 images, 2 attachments)

*Coal is one of the main energy in Indonesia which is can be a promising alternative energy by being converted to liquid form. One of the methods used is direct liquefaction of coal. This method utilizes infrared heating, converting electrical energy into thermal energy as to produce higher temperatures in a short period of time. In coal liquefaction research is influenced by several factors including, the size of the coal particles, the ratio of solvent, solvent type, and length of time for coal liquefaction process. The size and the ratio of coal and solvent mixtures affect the quality of the product. The operating temperature conditions reached 375°C and the operating time for ± 2 hour inside the reactor. Results of the analysis for ratio variations will show a comparison in achieving the optimum ratio for the coal liquefaction process. In this research, the largest percentage of light oil yield was 41.42% with a ratio of 1 : 3 and an increase in calorific value up to 11,625 cal / gr. This shows that the optimum hydrogen transfer of the solvent which causes the carbon chain to be bonded by hydrogen to obtain the maximum product.*

*Keywords: Coal, Coal Liquefaction, Solvent, Ratio*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan ke kehadirat Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir tepat pada waktunya yang berjudul “Pencairan Batubara Menggunakan Reaktor *Catalytic Thermal Cracking* Ditinjau dari Pengaruh Rasio Batubara dan Pelarut”.

Tujuan penulisan laporan akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan studi pada jurusan teknik kimia program studi sarjana terapan (DIV) teknik energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Data dan hasil yang terdapat pada laporan ini diperoleh dari hasil praktek dan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pelaksanaan pembuatan laporan akhir ini dapat berjalan dengan baik berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu kelancaran penyelesaian laporan akhir ini mulai dari pengumpulan bahan dan data. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan dan mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan Keluarga yang telah mendoakan dan mendukung baik secara materi dan non-materi demi keberhasilanku dalam menyelesaikan laporan akhir ini.
2. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Adi Syakdani, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ahmad Zikri, S,T.,M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Dosen Pembimbing I Laporan Akhir Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

7. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T., selaku Dosen Pembimbing II Laporan Akhir Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Segenap Bapak / Ibu Dosen, staff karyawan dan teknisi Teknik Kimia dan Teknik Energi.
9. Seluruh teman – teman Teknik Energi Angkatan 2013 Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, penulis berharap kritik dan saran yang membangun guna bisa dijadikan masukan bagi penulis.

Demikianlah, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Program Studi Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya serta masyarakat pada umumnya.

Palembang, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

|   | Halaman     |
|---|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                                    | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                               | <b>ii</b>   |
| <b>MOTTO</b> .....  | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK</b> .....  | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>v</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                   | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                       | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                     | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                    | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                  | <b>xii</b>  |
| <br>  |             |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                                      |             |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....                              | 1           |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                                   | 2           |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                   | 2           |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                                  | 3           |
| <br>  |             |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                                |             |
| 2.1 Batubara .....  | 4           |
| 2.2 <i>Coal Liquefaction</i> (Pencairan Batubara) .....       | 7           |
| 2.2.1 Substitusi Radikal Bebas .....                          | 10          |
| 2.2.2 <i>Thermal Cracking</i> pada Alkana .....               | 11          |
| 2.2.3 <i>Thermal Cracking</i> Radikal Bebas pada Alkana ..... | 12          |
| 2.2.4 Mekanisme Hipotetikal Proses Pencairan Batubara .....   | 13          |
| 2.3 Pelarut dalam Proses Pencairan Batubara .....             | 16          |
| 2.4 Katalis dalam Proses Pencairan Batubara .....             | 17          |
| 2.5 Kelebihan dan Kekurangan Likuiifikasi Batubara .....      | 18          |
| 2.6 <i>Ceramic IR Heater</i> .....                            | 19          |
| <br>  |             |
| <b>BAB III METODOLOGI</b>                                     |             |
| 3.1 Pendekatan Desain Fungsional .....                        | 21          |
| 3.2 Pendekatan Desain Struktural .....                        | 22          |
| 3.3 Pertimbangan Percobaan .....                              | 25          |
| 3.3.1 Waktu dan Tempat .....                                  | 25          |
| 3.3.2 Alat dan Bahan .....                                    | 25          |
| 3.3.3 Perlakuan dan Analisis Percobaan .....                  | 26          |
| 3.4 Pengamatan .....  | 27          |
| 3.5 Prosedur Percobaan .....                                  | 27          |
| 3.5.1 Prosedur Perancangan Alat .....                         | 27          |



|                                    |   |           |
|------------------------------------|---|-----------|
| 3.5.2                              | Preparasi Karakteristik Batubara .....  | 28        |
| 3.5.3                              | Analisa Karakteristik Batubara .....  | 29        |
| 3.5.4                              | Prosedur Pencairan Batubara .....   | 29        |
| 3.5.5                              | Analisa Hasil Percobaan .....   | 30        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> |   |           |
| 4.1                                | Data Hasil Analisis Proksimat dan Ultimat .....   | 32        |
| 4.2                                | Data Hasil Analisis Produk Pencairan Batubara .....   | 33        |
| 4.3                                | Pembahasan Hasil Penelitian .....   | 34        |
| 4.3.1                              | Analisa Proksimat dan Ultimat Batubara .....  | 34        |
| 4.3.2                              | Analisa Sifat Produk Pencairan Batubara .....   | 36        |
| 4.3.3                              | Analisa Produk Menggunakan GC Perkynelmer .....   | 37        |
| 4.3.4                              | Pengaruh Rasio Batubara dan Pelarut Terhadap Perolehan Produk dan Persen Yield Pencairan Batubara ..... | 38        |
| 4.3.5                              | Pengaruh Rasio Batubara dan Pelarut Terhadap Sifat Pembakaran Produk .....                              | 41        |
| <b>BAB V PENUTUP</b>               |   |           |
| 5.1                                | Kesimpulan .....  | 42        |
| 5.2                                | Saran .....   | 42        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>        |   | <b>43</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>              |   | <b>45</b> |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>  | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| 1. Hasil Analisis Proksimat, Ultimat Dan Nilai Kalor Batubara ..... | 33             |
| 2. Hasil Analisa Produk Batubara Cair .....                         | 33             |
| 3. Komposisi Produk Batubara Cair .....                             | 34             |
| 4. Data Bahan Baku Proses Likuifaksi Batubara .....                 | 45             |
| 5. Data Pengamatan Kondisi Operasi Proses Likuifaksi Batubara ..... | 45             |
| 6. Hasil Analisa Proksimat Batubara .....                           | 45             |
| 7. Hasil Analisa Ultimat Batubara .....                             | 46             |
| 8. Hasil Analisa Produk Batubara Cair .....                         | 46             |
| 9. Komposisi Produk Batubara Cair .....                             | 46             |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b>  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| 1. Rumus Bangun Batubara.....  | 4              |
| 2. Proses Destabilisasi pada ikatan batubara.....  | 14             |
| 3. Proses <i>Thermal Cracking</i> pada ikatan batubara.....  | 15             |
| 4. Proses <i>Thermal Cracking</i> pada ikatan batubara.....  | 15             |
| 5. <i>Infrared Ceramic Heater</i> .....  | 20             |
| 6. Tampak Depan Reaktor.....   | 23             |
| 7. Alat Tampak Atas .....  | 24             |
| 8. Alat Tampak Depan .....   | 24             |
| 9. Alat Tampak Samping.....  | 24             |
| 10. Alat Tampak Keseluruhan.....   | 25             |
| 11. Diagram Alir Preparasi Batubara .....  | 28             |
| 12. Analisa Gas Kromatografi Produk Batubara Cair.....   | 37             |
| 13. Grafik Hubungan Variasi Rasio Batubara dan Pelarut Terhadap Jumlah Produk yang Dihasilkan..... | 40             |
| 14. Grafik Hubungan Variasi Rasio Batubara dan Pelarut Terhadap Persen Yield yang Dihasilkan ..... | 40             |
| 15. Alat Likuifaksi Batubara .....   | 47             |
| 16. Bahan Baku Likuifaksi Batubara .....   | 47             |
| 17. Campuran Bahan Baku ( <i>Slurry</i> ) .....  | 48             |
| 18. Produk Hasil Likuifaksi Batubara .....   | 48             |
| 19. Sampel Produk Untuk Dianalisa .....  | 48             |

## DAFTAR LAMPIRAN

| <b>Lampiran</b>                | <b>Halaman</b> |
|--------------------------------|----------------|
| 1. Data Hasil Pengamatan ..... | 45             |
| 2. Gambar .....                | 47             |