

SKRIPSI

KAJIAN ANALITIS PEMBAKARAN BRIKET BATUBARA  
UNTUK TUNGKU PENGEÇORAN LOGAM



IMAN Hidayat  
03091005020

JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET

2014

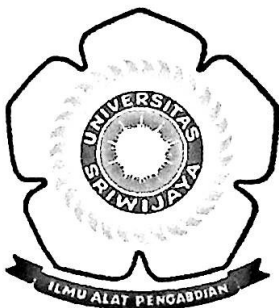
SS3.207

Ima  
K  
2014

29380 / 29962

**SKRIPSI**

**KAJIAN ANALITIS PEMBAKARAN BRIKET BATUBARA  
UNTUK TUNGKU PENGEORAN LOGAM**



**IMAM HIDAYAT  
03091005080**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2014**

**SKRIPSI**

**KAJIAN ANALITIS PEMBAKARAN BRIKET  
BATUBARA UNTUK TUNGKU PENGECORAN  
LOGAM**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Mesin



**IMAM HIDAYAT  
03091005080**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2014**

## HALAMAN PENGESAHAN

### KAJIAN ANALITIS PEMBAKARAN BRIKET BATUBARA UNTUK TUNGKU PENGECORAN LOGAM

#### SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

**IMAM HIDAYAT**  
03091005080

Indralaya, September 2014

Diperiksa dan disetujui oleh,  
Pembimbing II,

Pembimbing I,

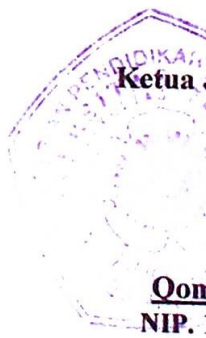


Dr. Ir. Riman Sipahutar, MSc.  
NIP. 19560604 198602 1 001




Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, MT.  
NIP. 19630719 199003 2 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Qomarul Hadi, ST, MT.  
NIP. 19690213 199503 1 001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda No : 009/TA/IA/2014  
Diterima Tgl : 19/9 - 2014  
Paraf : 

---

**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**

Nama : IMAM HIDAYAT  
NIM : 03091005080  
Jurusan : TEKNIK MESIN  
Bidang Studi : MATERIAL  
Judul Skripsi : KAJIAN ANALITIS PEMBAKARAN BRIKET  
BATUBARA UNTUK TUNGKU PENGECORAN  
LOGAM  
Diberikan Tanggal : Oktober 2013  
Selesai Tanggal : Juni 2014

Pembimbing I,



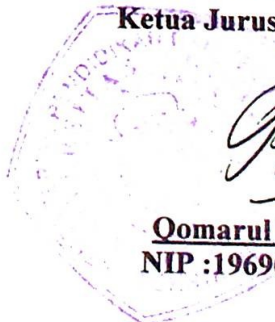
Dr. Ir. Riman Sipahutar, MSc.  
NIP. 19560604 198602 1 001

Indralaya, September 2014  
Diperiksa dan disetujui Oleh:  
Dosen Pembimbing Skripsi,  
Pembimbing II,



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, MT.  
NIP. 19630719 199003 2 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Oomarul Hadi, ST, MT.  
NIP : 19690213 199503 1 001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Kajian Analitis Pembakaran Briket Batubara Untuk Tungku Pengecoran Logam” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 9 Juni 2014.

Inderalaya, Juni 2014

Tim Penguji Skripsi

Ketua :

1. H. Ismail Thamrin, ST, MT  
NIP. 19720902 199702 1 001



(.....)

Anggota :

2. Ir. Helmy Alian, MT  
NIP. 19591015 198703 1 006



(.....)

3. Oomarul Hadi, ST, MT  
NIP. 19690213 199503 1 001



(.....)

4. Dr. Fajri Vidian, ST, MT  
NIP. 19720616 200604 1 002



(.....)

Pembimbing I,



Dr. Ir. Riman Sipahutar, MSc.  
NIP. 19560604 198602 1 001

Pembimbing II,



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, MT.  
NIP. 19630719 199003 2 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Oomarul Hadi, ST, MT.  
NIP. 19690213 199503 1 001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

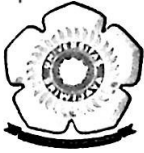
Yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : IMAM HIDAYAT  
NIM : 03091005080  
JUDUL : KAJIAN ANALITIS PEMBAKARAN BRIKET BATU BARA  
UNTUK TUNGKU PENGECORAN LOGAM

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi pembimbing saya Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.SC. dan Ir. Diah Kusuma Pratiwi, MT. Hasil karya ini bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemui unsur penjiplakan / plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa dipaksakan.

Inderalaya, Mei 2014  
METERAI  
TEMPEL  
KEMENTERIAN KEHUTANAN  
REPUBLIC OF INDONESIA  
D382DACF205148400  
ENAM RIBU RUPIAH  
6000  
IMAM HIDAYAT



## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Imam Hidayat  
NIM : 03091005080  
Judul : Kajian Analitis Pembakaran Briket Batu Bara Untuk Tungku Pengecoran Logam

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, September 2014

**Penulis,**

**Imam Hidayat**  
**NIM. 03091005080**



## HALAMAN PERSEMBAHAN

### MOTTO :

- ❖ *Hanya kepada Engkaulah kami menyembah dan hanya kepada Engkaulah kami mohon pertolongan. Tunjukilah kami jalan yang lurus. (QS. Al-Fatihah ; 5-6)*
  
- ❖ *Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai dari sesuatu urusan, tetaplah bekerja keras untuk urusan yang lain dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap. (QS. Al-Insyirah ; 5-8)*

*Karya kecilku ini kupersembahkan untuk:*

- 1. Atas rasa syukur ku kepda ALLAH SWT*
- 2. Bangsa dan Negaraku.*
- 3. Kedua orangtuaku yang selalu menyanyangi dan mendo'akanku.*
- 4. Saudara-saudaraku tersayang beserta keluarga besarku.*
- 5. Sahabatku dan teman-teman seperjuanganku*
- 6. Almamater kebanggaanku.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum wr.wb*

Alhamdulillah puji dan syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Seminar dan Sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Skripsi ini yang berjudul **“Kajian Analitis Pembakaran Briket Batu Bara Untuk Tungku Pengecoran Logam”** Penulis menyadari bahwa keberhasilan penelitian dan penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan yang diberikan berbagai pihak dan hanya ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya yang dapat saya ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih saya ucapkan kepada :

1. Ayah dan Ibuku serta Adikku tercinta yang telah memberikan doa, kasih sayang, dorongan dan semangat baik secara moril maupun materil demi keberhasilan penulis. Tanpa pengorbanan mereka saya tidak akan bisa seperti sekarang ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H Taufik Toha, DEA. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Dyos Santoso, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc. selaku dosen pembimbing 1 skripsi ini.
6. Ibu Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, MT. selaku dosen pembimbing akademik dan selaku dosen pembimbing 2 skripsi yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh staff, dosen, dan administrasi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
8. Sahabat seperjuangan Novriyansi Nainsa ST, Aipon ST, Prana Rahmadi ST, Solihin, Ahmad, Dimas, Nopriadi, Abang, Sueb, Anca, Umar, dan seluruh

teman-teman teknik mesin khususnya angkatan 2009 “*Solidarity Forever*” sampai mati.

8. Sahabatku terbaik, Ari Wijaya, Yengky Oktaryan S, Harjono ST yang selalu setia dalam suka maupun duka.
9. Almamaterku Tercinta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dalam penyempurnaan skripsi ini selanjutnya. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

*Wassalamu 'alaikum wr.wb*

Inderalaya, September 2014

Penulis

## RINGKASAN

JURUSAN TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS  
SRIWIJAYA

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 9 Juni 2014

Imam Hidayat, Dibimbing oleh Riman Sipahutar dan Diah Kusuma Pratiwi.

Kajian Analitis Pembakaran Briket Batu Bara Untuk Tungku Pengecoran Logam.

xvi + 40 halaman, 5 lampiran

Salah satu sumber energi alternatif yang dapat menjadi solusi untuk menggantikan minyak bumi pada masa mendatang adalah briket batubara dengan kandungan energi 5900-6214 kcal/kg. Briket batubara memiliki *fixed carbon* sekitar 38.55%, *volatile matter* 35.36%, *ash* 17.34%, dan *Moisture* 20.84% sehingga briket batubara dapat dikonversi melalui proses gasifikasi. Gasifikasi merupakan metode mengkonversi secara termokimia bahan bakar padat menjadi bahan bakar gas (*syngas*) dalam wadah *gasifier* dengan menyuplai agen gasifikasi seperti uap panas, udara dan lainnya. Pada penelitian ini jenis *gasifier* yang digunakan adalah *updraft gasifier* dengan simulasi *Computational fluid dynamics* (CFD) dan kajian analitis. Tujuan dari penelitian ini adalah mengamati pengaruh distribusi tekanan, perpindahan panas, kecepatan aliran, distribusi temperatur, pola aliran fluida yang terjadi di dalam *gasifier*. Dari hasil analisis dan pembahasan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa temperatur keluar dari *gas outlet* pada *gasifier* sekitar 800°-900° K (527°-627°C) dan temperatur gas keluar harus diatas maksimum sekitar 300°-400° C karena akan terjadi *temperature drop*. Hasil simulasi menunjukkan temperatur ruang bakar pada fraksi campuran 0.1 temperatur pembakaran di briket batubara adalah sekitar 1625° K  $\approx$  1300°C. Berdasarkan simulasi dimungkinkan membuat tungku pengecoran logam menggunakan bahan bakar gas hasil gasifikasi briket batubara non karbonisasi.

**Kata Kunci :** Gasifikasi, *computational fluid dynamics* (cfd), *updraft gasifier*, briket batubara.

## SUMMARY

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING, FACULTY OF  
ENGINEERING, SRIWIJAYA UNIVERSITY

Scientific Paper in the form of Skripsi, 9th June 2014

Imam Hidayat, supervised by Riman Sipahutar and Diah Kusuma Pratiwi.

Kajian Analitis Pembakaran Briket Batu Bara Untuk Tungku Pengecoran Logam.

xvi + 40 pages, 5 attachment

One of the alternative energy sources that could be a solution to replace petroleum in the future is coal briquette with energy content 6170-5900 kcal/kg. Coal briquettes have a fixed carbon around 38.55%, volatile matter ash 35.36%, 24%, and 20.84% Moisture so that the coal briquettes can be converted through the process of gasification. Gasification is a thermo-method of converting solid fuel into fuel gas (syngas) in a container with a gasifier to supply gasification agent such as hot steam, air and more. In this type of research gasifier updraft gasifier used was simulated by Computational fluid dynamics (CFD) and analytical studies. The purpose of this research is to observe the influence of the distribution of pressure, heat transfer, flow velocities, temperature distribution, fluid flow pattern that occurs in the gasifier. From the results of the analysis and discussion of the conclusion that can be drawn out of the gas outlet temperature in the gasifier of about  $800^{\circ}\text{--}900^{\circ}\text{K}$  ( $527^{\circ}\text{--}627^{\circ}\text{C}$ ), and the temperature must be above the maximum out of gas about  $300^{\circ}\text{--}400^{\circ}\text{C}$  because there will be a temperature drop. Results of the simulation showed the temperature of combustion chamber on combustion temperature 0.1 mixture fraction in coal briquettes is around  $1625^{\circ}\text{K}$   $\approx 1300^{\circ}\text{C}$ . Based on simulations it is possible to make a metal casting furnace using gas fuel briquettes coal gasification a non carbonization.

**Keyword :** Gasification, computational fluid dynamics (cfd), updraft gasifier, coal briquette.

**DAFTAR ISI**

Halaman

|   |      |
|---|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                                  |      |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                       | ii   |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....                       | iii  |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....            | iv   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> ..... | v    |
| <b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....                    | vi   |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                  | vii  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                           | ix   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                               | xi   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                            | xiii |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                             | xv   |
| <b>DAFTAR SIMBOL</b> .....                            | xvii |
| <br>  |      |
| <b>I. PENDAHULUAN</b>                                 |      |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                              | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah .....                             | 2    |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                           | 2    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                          | 3    |
| 1.6 Metode Penelitian .....                           | 3    |
| 1.7 Sistematika Penulisan.....                        | 4    |
| <br>  |      |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>                           |      |
| 2.1 Definisi Gasifikasi .....                         | 5    |
| 2.2 Reaksi Dasar Gasifikasi .....                     | 6    |
| 2.3 <i>Fixed Bed</i> .....                            | 7    |
| 2.4 Jenis-Jenis <i>Fixed Bed Gasifier</i> .....       | 8    |
| 2.4.1 <i>Updraft Gasifier</i> .....                   | 8    |
| 2.4.2 <i>Downdraft Gasifier</i> .....                 | 10   |
| 2.4.3 <i>Crossdraft Gasifier</i> .....                | 11   |
| 2.5 Briket Batubara.....                              | 12   |
| 2.5.1 Jenis-Jenis Briket Batubara.....                | 14   |
| 2.5.2 Konsep Pembakaran Briket Batubara.....          | 15   |
| 2.6 Hukum Kekekalan Massa.....                        | 20   |
| 2.7 Hukum Kekekalan Energi .....                      | 22   |

|  |    |
|--|----|
| 2.8 Spesifikasi desain tungku dan elemen-elemen kunci..... | 23 |
| 2.8.1 Kalor.....   | 24 |
| 2.8.2 Kalor Ideal.....                                     | 25 |
| 2.8.2.1 Kalor untuk melebur logam.....                     | 25 |
| 2.8.2.2 Kalor untuk memanasi kowi.....                     | 25 |
| 2.8.2.3 Rugi-rugi kalor.....                               | 28 |
| 2.8.3 Dimensi Tungku.....                                  | 30 |
| 2.8.3.1 Dimensi ruang bakar.....                           | 30 |
| 2.8.4 Dimensi refraktori.....                              | 31 |
| 2.9 <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD).....         | 37 |
| 2.9.1 Gambaran Umum Proses CFD.....                        | 37 |

### III. METODELOGI PENELITIAN

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Pendekatan Umum.....  | 39 |
| 3.2 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian.....                                 | 39 |
| 3.3 Sumber Data.....  | 39 |
| 3.4 Analisis dan Pengolahan Data.....   | 39 |
| 3.5 Prosedur Pemodelan dan Simulasi Gasifier Menggunakan<br>Software CFD..... | 40 |
| 3.5.1 Pengaturan Model.....   | 41 |
| 3.5.2 Parameter <i>Solver</i> .....   | 46 |
| 3.5.3 Material.....   | 51 |
| 3.6 Prosedur Pemodelan.....   | 54 |

### IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

|   |    |
|---|----|
| 4.1 Perhitungan Pembakaran Briket Batubara.....     | 56 |
| 4.2 Deskripsi Model.....                            | 60 |
| 4.3 Hasil Analisa CFD <i>Updraft Gasifier</i> ..... | 61 |
| 4.3.1 Diskretisasi.....                             | 62 |
| 4.3.2 Hasil Kontur <i>Updraft Gasifier</i> .....    | 63 |

### V. KESIMPULAN DAN SARAN

|                     |    |
|---------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan..... | 71 |
| 5.2 Saran.....      | 71 |

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar :   | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 <i>Fixed Bed Gasifier</i> .....  | 7       |
| 2.2 Reaksi kimia yang terjadi dalam <i>fixed bed</i> gasifier .....  | 8       |
| 2.3 <i>Updraft Gasifier</i> .....  | 9       |
| 2.4 <i>Downdraft Gasifier</i> .....  | 10      |
| 2.5 <i>Crossdraft Gasifier</i> .....   | 12      |
| 2.6 Fenomena yang terjadi pada reaksi pembakaran pada suatu partikel .....   | 18      |
| 2.7 Analogi konsentrasi gas buang dan abu sisa pembakaran pada Permukaan briket .....  | 18      |
| 2.8 Hubungan antara laju reaksi pembakaran briket terhadap temperatur pembakaran serta laju pembentukan abu serta difusi oksigen kedalam briket .....          | 19      |
| 2.9 Proses Eksoterm dan Endoterm .....   | 23      |
| 2.10 Perbedaan dimensi kowi baja ( $Do = 203.2$ mm dan $Do = 266.7$ mm), kowi silicon karbida, dan kowi grafit untuk kapasitas peleburan 150 kg kuningan ..... | 26      |
| 2.11 Prototype tungku pengecoran logam menggunakan kowi grafit silicon karbida kapasitas 150 kg .....  | 34      |
| 2.12 Prosedur penyelesaian dari salah satu <i>software</i> CFD ( <i>Fluent</i> ) .....   | 37      |
| 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian .....   | 38      |
| 3.2 <i>Global System</i> proses gasifikasi .....   | 40      |
| 3.3 Dimensi <i>Updraft Gasifier</i> .....  | 41      |
| 3.4 Jendela Perintah Kondisi Batas Kecepatan Masuk ( <i>Velocity Inlet</i> ) .....   | 42      |
| 3.5 Jendela Perintah Kondisi Batas Tekanan Keluar ( <i>Pressure Outlet</i> ) .....   | 43      |
| 3.6 Jendela Perintah Kondisi Batas <i>Fuel Inlet</i> .....   | 44      |
| 3.7 Jendela Perintah Kondisi Batas <i>Symmetry</i> .....   | 45      |
| 3.8 Jendela Perintah Kondisi Batas <i>Symmetry</i> Briket Batubara .....   | 45      |
| 3.9 Jendela Perintah <i>Viscous Model</i> .....  | 46      |
| 3.10 Jendela Perintah <i>Radiation Model</i> .....   | 47      |
| 3.11 Jendela Perintah <i>Species Model</i> Bagian Tab <i>Chemistry</i> .....   | 47      |
| 3.12 Jendela Perintah <i>Species Model</i> Bagian Tab <i>Buondary</i> .....  | 48      |
| 3.13 Jendela Perintah <i>Species Model</i> Bagian Tab <i>Table</i> .....   | 48      |
| 3.14 Jendela Perintah <i>Discrete Phase Model</i> .....  | 49      |
| 3.15 Jendela Perintah <i>Set Injection Properties</i> Bagian <i>Discrete Phase Model</i> .....   | 49      |
| 3.16 Jendela Perintah <i>Set Injection Properties Point Properties</i> .....   | 50      |
| 3.17 Jendela Perintah <i>Set Injection Properties Turbulent Dispersion</i> .....   | 50      |
| 3.18 Jendela Perintah <i>Pdf-mixture Material</i> .....  | 51      |



|  |    |
|--|----|
| 3.19 Jendela Perintah <i>Coal-my Material</i> .....  | 52 |
| 3.20 Diagram Alir Simulasi .....   | 54 |
| 4.1 Desain <i>Solidworks 2010 Updraft Gasifier</i> .....   | 60 |
| 4.2 Desain CFD <i>Fluent</i> dari <i>Ansys Workbench</i> .....   | 61 |
| 4.3 Grid <i>Gasifier Biofuel</i> .....   | 62 |
| 4.4 Hasil Diskretisasi .....   | 62 |
| 4.5 Kontur Temperatur Total .....  | 63 |
| 4.6 Kontur Tekanan Total .....   | 64 |
| 4.7 Kontur Kontur Komposisi Gas $N_2$ .....  | 65 |
| 4.8 Kontur Komposisi Gas CO.....   | 66 |
| 4.9 Kontur Komposisi Gas $H_2$ .....   | 66 |
| 4.10 Kontur Komposisi Gas $O_2$ .....  | 67 |
| 4.11 Kontur Kecepatan Aliran Udara Di Dalam <i>Gasifier</i> .....  | 67 |
| 4.12 Garfik hubungan antara temperatur maksimum rata-rata dengan fraksi campuran udara dan briket batubara non karbonisas yang mempunyai nilai kalor 6214 kcal/kg..... | 68 |
| 4.13 Grafik hubungan antara fraksi mol CO dengan fraksi campuran udara dan briket batubara non karbonisasi yang mempunyai nilai kalor 6214 kcal/kg .....               | 69 |

## DAFTAR TABEL

| Tabel :  | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Jumlah panas yang dilepaskan per gr mole produk pembakaran .....   | 16      |
| 2.2 Kebutuhan oksigen dan jumlah panas yang dilepaskan pada reaksi pembakaran masing-masing molekul dalam batubara .....   | 17      |
| 2.3 Perbedaan dimensi kowi baja ( $D_o = 203.2$ mm dan $D_o = 266.7$ mm), kowi silikon karbida, dan kowi grafit untuk kapasitas 150 kg kuningannya...  | 26      |
| 2.4 Kalor yang dibutuhkan untuk memanasi kowi .....  | 27      |
| 2.5 Kalor ideal untuk masing-masing tungku pada kapasitas 150 kg .....   | 28      |
| 2.6 Rugi-rugi kalor $Q_L$ vs efisiensi tungku $\eta$ (%) pada tungku yang menggunakan kowi baja $D_o = 203.2$ mm dan $D_o = 266.7$ mm, kowi silikon karbida, dan kowi grafit, untuk kapasitas peleburan 150 kg .....         | 29      |
| 2.7 Pengaruh efisiensi terhadap jari-jari ruang bakar $r_1$ (m) pada tungku yang menggunakan kowi baja $D_o = 203.2$ mm dan $D_o = 266.7$ mm, kowi silikon karbida, dan kowi baja untuk kapasitas 150 kg kuningannya.....    | 30      |
| 2.8 Perbandingan luas dinding ruang bakar $A_1$ ( $m^2$ ) pada tungku yang memakai kowi baja $D_o = 203.2$ mm dan $D_o = 266.7$ mm, kowi silikon karbida, dan kowi grafit, untuk kapasitas peleburan 150 kg kuningannya..... | 31      |
| 2.9 Perbandingan $Q_1/A_1$ untuk tungku yang menggunakan kowi baja $D_o = 203.2$ mm dan $D_o = 266.7$ mm, kowi silikon karbida, dan kowi grafit, untuk kapasitas peleburan 150 kg kuningannya .....                          | 32      |
| 2.10 $r_2$ (m) bila memakai midcast dan refraktori untuk tungku kowi baja ( $D_o = 203.2$ mm dan $D_o = 266.7$ mm), kowi silikon karbida, dan kowi grafit pada kapasitas 150 kg .....  | 33      |
| 2.11 Diameter tungku, $D$ (m), bila memakai midcast dan refraktori untuk tungku kowi baja ( $D_o = 203.2$ mm dan $D_o = 266.7$ mm), kowi silikon karbida, dan kowi grafit pada kapasitas 150 kg.....                         | 34      |
| 3.1 Kondisi Batas Kecepatan Masuk ( <i>Velocity Inlet</i> ).....   | 42      |
| 3.2 Kondisi Batas Tekanan Keluar ( <i>Pressure Outlet</i> ) .....  | 43      |
| 3.3 Kondisi Batas <i>Fuel Inlet</i> .....  | 44      |
| 3.4 Parameter <i>Solver</i> .....  | 46      |
| 3.5 <i>Pdf-mixture Material Properties</i> .....   | 51      |
| 3.6 <i>Coal-mv Material Properties</i> .....   | 52      |
| 3.7 <i>Solution Control</i> .....  | 53      |
| 3.8 Skema Diskretisasi.....  | 53      |
| 4.1 Data spesifikasi Briket Batubara Non Karbonisasi .....   | 55      |
| 4.2 Berat molekul pada Briket Batubara Non Karbonisasi.....  | 56      |
| 4.3 Jumlah kandungan akhir unsur gas buang dengan excess air 27,5 % untuk setiap 22,05 lb atau 10 kg Briket Batubara.....  | 59      |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 4.4 | Komposisi Briket Batubara Non Karbonisasi .....  | 69 |
| 4.5 | Temperatur pada masing-masing komposisi gas..... | 70 |

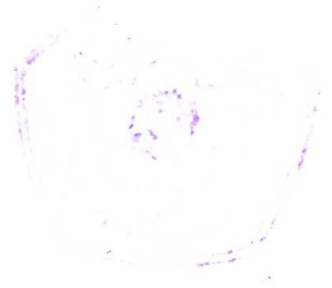
## DAFTAR SIMBOL

### Simbol Umum

|                  |   |                               |                   |
|------------------|---|-------------------------------|-------------------|
| $\alpha$         | = | Sulfur                        |                   |
| $\beta$          | = | Nitrogen                      |                   |
| $\chi$           | = | Karbon                        |                   |
| $\delta$         | = | Hidrogen                      |                   |
| $\varepsilon$    | = | Oksigen                       |                   |
| $\Delta H$       | = | Entalpi                       | (kJ/mole)         |
| T                | = | Temperatur                    | (K)               |
| $\Delta E$       | = | Energi                        | (J)               |
| $q$              | = | Kalor                         | (J)               |
| $W$              | = | Kerja                         | (J)               |
| $n$              | = | Mole molekul                  | (mole)            |
| $m$              | = | Massa atom                    | (lb)              |
| $Ar$             | = | Massa atom relatif            |                   |
| $\Delta G^\circ$ | = | Energi Bebas                  | (cal/g-mole)      |
| $R_u$            | = | <i>Universal gas constant</i> | (cal/g-mole K)    |
| $\ln k_p$        | = | Tekanan total                 | (Pa)              |
| $c$              | = | Faktor koreksi                |                   |
| $V$              | = | Volume <i>gasifier</i>        | (m <sup>3</sup> ) |
| $L$              | = | Tinggi <i>gasifier</i>        | (m)               |
| $r$              | = | Jari-jari <i>gasifier</i>     | (m)               |

# BAB 1

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir ini energi merupakan persoalan yang krusial di dunia. Krisis energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Selain itu, Menurut data ESDM (2006) peningkatan harga minyak dunia hingga mencapai \$100 US per barel juga menjadi alasan yang serius yang menimpa banyak negara di dunia terutama Indonesia. Lonjakan harga minyak dunia akan memberikan dampak yang besar bagi pembangunan bangsa Indonesia. Konsumsi BBM yang tidak seimbang dengan produksinya sehingga terdapat defisit yang harus dipenuhi melalui impor dan juga cadangan minyak Indonesia hanya tersisa sekitar 9 miliar barel. Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukannya cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang.

Perkembangan ekonomi di era globalisasi menyebabkan pertambahan konsumsi energi di berbagai sektor kehidupan. Bukan hanya negara-negara maju, tapi hampir semua negara mengalami. Termasuk Indonesia, walaupun terkena dampak krisis ekonomi, tetap mengalami pertumbuhan konsumsi energi. Hal itu terlihat dari pemakaian energi di Indonesia pada 2004 yang telah mencapai lebih dari 453 juta SBM (setara barel minyak), jauh lebih tinggi dari pada sebelum krisis (1998). Sementara cadangan energi nasional akan semakin menipis apabila tidak ditemukan cadangan energi baru. Oleh karena itu, perlu dilakukan berbagai terobosan untuk mencegah terjadinya krisis energi.

Sehingga hal ini merupakan salah satu faktor yang mendominasi kenaikan harga pokok biaya produksi di industri pengecoran logam. Gasifikasi briket batubara merupakan salah satu pemanfaatan teknologi batubara yang dapat digunakan untuk keperluan terutama untuk keperluan industri pengecoran logam. Proses gasifikasi briket batubara sangat tergantung dari jenis briket batubara, ukuran briket batubara, reaksi kimia, difusi pori-pori briket batubara dan suhu.

Ada tiga jenis gasifier yang banyak digunakan yaitu *fix bed*, *entrained flow* dan *fluidized bed*. Gasifier jenis *fixed bed* merupakan teknologi gasifikasi yang sederhana, relatif murah dan tidak memerlukan *cooler* untuk mendinginkan gasnya karena suhu gas yang keluar dari *gasifier* lebih rendah dibandingkan dengan jenis *entrained flow* atau *fluidized bed*. Gasifier yang beroperasi pada suhu yang relatif rendah akan memerlukan waktu tinggal karbon (*carbon resident time*) yang lebih lama. Penggunaan oksigen murni sebagai oksidan akan menghasilkan efisiensi konversi karbon yang lebih tinggi dan biaya yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan udara.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu mencari bahan bakar yang lebih murah dari minyak dan gas alam untuk proses pengecoran logam. Dalam hal ini dilakukan penelitian menggunakan metode gasifikasi melalui simulasi dengan *software* CFD Ansys 13.0.

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain :

1. Tidak melakukan kajian terhadap proses pembuatan alat.
2. Menggunakan briket batubara.
3. Komposisi yang digunakan standar, Oksigen ( $O_2$ ) 21% dan Nitrogen ( $N_2$ ) 79%.
4. Tidak melakukan kajian terhadap proses pembuatan briket batubara.
5. Tidak melakukan kajian proses pembuatan tungku pengecoran logam.
6. Tidak melakukan kajian terhadap proses pengecoran logam.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui distribusi tekanan, distribusi perpindahan panas, vektor kecepatan aliran, distribusi temperatur dan komposisi gas buang berdasarkan hasil simulasi CFD.

2. Membandingkan hasil perhitungan teoritis dengan hasil simulasi menggunakan software Ansys 13.0.
3. Memprediksi kemungkinan bisa atau tidak dibuat tungku pengecoran logam dengan gasifikasi briket batubara.
4. Menguasai konsep teoritis pada bidang pengetahuan di dalam penelitian ini secara umum dan khusus secara mendalam.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian skripsi ini, antara lain :

1. Menyumbang teknologi tepat guna untuk tungku pengecoran menggunakan gasifikasi briket batubara.
2. Memberikan solusi terhadap sumber energi alternatif selain BBM untuk tungku pengecoran logam.
3. Sebagai salah satu referensi bagi penelitian yang relevan.
4. Menekan biaya produksi industri pengecoran logam yang sangat mahal.
5. Dapat menjadi pembanding dengan BBM sebagai bahan bakar alternatif.

### **1.6 Metode Penelitian**

Untuk mencapai tujuan dan sasaran, dalam tugas akhir ini di gunakan metode sebagai berikut :

#### **1. Studi Pustaka**

Kajian pustaka di lakukan terhadap beberapa paper, artikel, jurnal, dan buku yang berkaitan dengan sistem gasifikasi batubara.

#### **2. Observasi**

Observasi yang dilakukan meliputi proses pengumpulan data pada sistem gasifikasi batubara yang dibutuhkan untuk perhitungan sesuai formulasi yang dipakai sehingga didapat suatu kesimpulan dengan menggunakan analisis pembakaran tidak sempurna.

#### **3. Konsultasi**

Penulis melakukan konsultasi dengan pembimbing dan dosen pengajar untuk mencari solusi terhadap permasalahan yang ada.

#### **4. Deskriptif analitis**

Deskriptif analitis dilakukan dengan menganalisis data dan informasi yang terkumpul dari hasil kajian pustaka dan observasi.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis membaginya dalam beberapa bab pokok dengan menggunakan sistematika penulisan atau langkah penyusunan laporan sebagai berikut:

- BAB I : PENDAHULUAN**  
berisi pendahuluan yang menerangkan latar belakang penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.
- BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**  
berisikan dasar teori yang melandasi dilakukannya penelitian ini.
- BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**  
berisi metode penelitian, pendekatan umum, ruang lingkup, sumber data, asumsi umum, analisis dan pengolahan data, diagram alir penelitian.
- BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**  
berisi uraian mengenai analisa data yang diperoleh dari eksperimen yang dilakukan dan pembahasan.
- BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**  
Pada bab ini akan disajikan secara garis besar hasil dari seluruh analisis yang telah dilakukan berupa kesimpulan dan saran.



## DAFTAR PUSTAKA

- Diah Kusuma Pratiwi. 2011. *Perancangan Tungku Pengecoran Kuningan Menggunakan Bahan Bakar Briket Batubara Non Karbonisasi: Optimasi Teoritis dan Eksperimental*. Universitas Indonesia.
- Fiki Tricahyandaru, Yudho Danu Priambodo. 2008. *Pengembangan dan studi karakteristik Gasifikasi Batubara*. Universitas Indonesia.
- Fluent Inc. 2010. *Theory Guide*. Ansys Fluent 13.0.
- Higman, C., Burgt, M.V.D., 2008. *Gasification* 2<sup>nd</sup> Edition. Gulf Professional Publishing.
- Keran D. Patela, N.K.Shahb, R. N. Patelc, 2013. *CFD Analysis of Spatial Distribution of Various Parameters in Downdraft Gasifier*. International Journal of Procedia Engineering 51, p.764 – 769
- Kuo, Kenneth K. 1986. *Principles of Combustion*. John Wiley and Sons Inc. Singapore.
- Levenspiel, Octave, 1972. *Chemical Reaction Engineering* 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Peter Quaak, Harrie Knoef, Hubert Stassen. 1999. *Energy from Biomass A Review of Combustion and Gasification Technologies*. World Bank Technical Paper No. 442, Washington DC.
- Prabir Basu. 2010. *Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory*. Elsevier Inc.
- Prabir Basu, 2006. *Combustion and Gasification in Fluidized Beds*. Taylor and Francis Group, LLC.
- William Kent. 1950. *Mechanical Engineer's Handbook Twelfth Edition*. Toppan Company. Japan.
- <http://andikahendra.wordpress.com/2013/03/09/gasifikasi-batubara-dan-bahan-bakar-material-kotor-menjadi-syngas-energi-bersih/> diakses 10 September 2013.
- <http://fauzanahmad.wordpress.com/> diakses 20 November 2013.

<http://hanaherlinama.wordpress.com/2011/12/23/briket-batubara/> diakses 10 September 2013.

[http://id.wikipedia.org/wiki/Hukum\\_kekekalan\\_massa](http://id.wikipedia.org/wiki/Hukum_kekekalan_massa) diakses 15 Maret 2014.

<http://www.pustakasekolah.com/hukum-kekekalan-energi.html> diakses 15 Maret 2014.

[http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia-kesehatan/kecepatan-reaksi-dan-energi/termokimia/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-kesehatan/kecepatan-reaksi-dan-energi/termokimia/) 11 Januari 2014.