

# **SKRIPSI**

## **GASIFIKASI SISTEM *UPDRAFT* BIOMASSA TEMPURUNG KELAPA DAN SEKAM KAYU DENGAN VARIASI LAJU ALIRAN MASSA UDARA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**ANAS FADILAH**

**03051281722042**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

# SKRIPSI

## **GASIFIKASI SISTEM *UPDRAFT* BIOMASSA TEMPURUNG KELAPA DAN SEKAM KAYU DENGAN VARIASI LAJU ALIRAN MASSA UDARA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



Oleh

**ANAS FADILAH**

**03051281722042**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

# HALAMAN PENGESAHAN

## GASIFIKASI SISTEM *UPDRAFT* BIOMASSA TEMPURUNG KELAPA DAN SEKAM KAYU DENGAN VARIASI LAJU ALIRAN MASSA UDARA

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**ANAS FADILAH**

**03051281722042**



Inderalaya, 14 Januari 2022

**Diperiksa dan disetujui oleh:**

**Pembimbing Skripsi**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP. 197112251997021001**



**Prof. Dr. Riman Sipahutar M. Sc, Ph.D**  
**NIP. 195606041986021001**

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

**Agenda No. :**  
**Diterima Tanggal :**  
**Paraf :**

---

**SKRIPSI**

**NAMA :** ANAS FADILAH  
**NIM :** 03051281722042  
**JURUSAN :** TEKNIK MESIN  
**JUDUL SKRIPSI :** GASIFIKASI SISTEM UPDRAFT BIOMASSA  
TEMPURUNG KELAPA DAN SEKAM KAYU DENGAN  
VARIASI LAJU ALIRAN MASSA UDARA

**DIBUAT TANGGAL :** MARET 2021

**SELESAI TANGGAL :** JANUARI 2022

Mengetahui,  
& Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP. 197112251997021001**

Inderalaya, Januari 2022

Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi



**Prof. Dr. Riman Sipahutar M. Sc, Ph.D**  
**NIP. 195606041986021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ **STUDI PENGARUH VARIASI CAIRAN PENDINGIN TERHADAP EFEKTIVITAS RADIATOR**” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 06 Januari 2022

Inderalaya, 06 Januari 2022  
Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi.

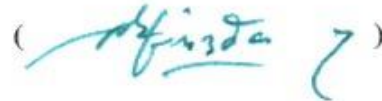
Ketua :

1. Dr. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T  
NIP. 197209021997021001

(  )

Sekretaris :

1. Aneka Firdaus, S.T, M.T  
NIP. 197502261999031001

(  )

Anggota :

1. Astuti, S.T, M.T  
NIP. 197210081998022001

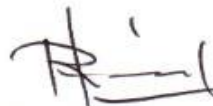
(  )

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197142251997021001

Inderalaya, 13 Januari 2022  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi

  
Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D  
NIP. 195606041986021001

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi yang berjudul "GASIFIKASI SISTEM *UPDRAFT* BIOMASSA TEMPURUNG KELAPA DAN SEKAM KAYU DENGAN VARIASI LAJU ALIRAN MASSA UDARA", disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini kepada :

1. Allah SWT yang meridhoi saya untuk menyelesaikan skripsi ini berjalan dengan lancar.
2. Orang tua saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya agar pembuatan skripsi ini berjalan dengan lancar dan tepat waktu.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D yang merupakan dosen Pembimbing selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
5. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Astuti, S.T, M.T yang merupakan dosen pembimbing akademik selama penulis menjalani perkuliahan.
7. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan staf pengajar yang telah membekali saya dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Indralaya, 14 Januari 2022

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above the printed name.

Anas Fadilah

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anas Fadilah

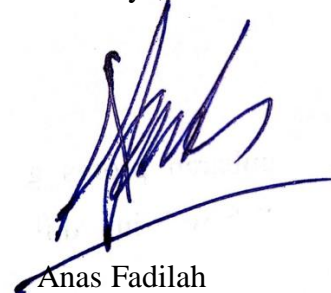
NIM : 03051281722042

Judul : Gasifikasi Sistem Updraft Biomassa Tempurung Kelapa dan Sekam Kayu dengan Variasi Laju Aliran Massa Udara

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.

Indralaya, Januari 2022



Anas Fadilah

NIM. 03051181823100



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anas Fadilah

Nim : 03051281722042

Judul : Gasifikasi Sistem Updraft Biomassa Tempurung Kelapa dan Sekam Kayu dengan Variasi Laju Aliran Massa Udara

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

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



Indralaya, Januari 2022



Anas Fadilah

NIM. 03051281722042

# RINGKASAN

GASIFIKASI SISTEM *UPDRAFT* BIOMASSA TEMPURUNG KELAPA DAN SEKAM KAYU DENGAN VARIASI LAJU ALIRAN MASSA UDARA  
Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 12 Januari 2022

Anas Fadilah ; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Riman Sipahutar M.Sc

Gasification Of Coconut Shell And Wooden Husk Biomass Updraft System With Variation Of Air Mass Flow Rate

xxix + 66 Halaman 12 Tabel, 31 Gambar, 4 Lampiran

## RINGKASAN

Energi berperan penting dalam pembangunan nasional. Energi dapat mewujudkan keseimbangan tujuan pembangunan berkelanjutan yang mencakup aspek-aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Penggunaan ethanol dan biodiesel sebagai bahan bakar kendaraan transportasi dapat mengurangi emisi gas. Oleh karena itu biomassa bukan hanya energi terbarukan tapi juga bersih atau ramah lingkungan, dan dapat digunakan sebagai sumber energi secara global. Medium gasifikasi (juga disebut "agen") bereaksi dengan karbon padat dan hidrokarbon yang lebih berat untuk mengubahnya menjadi gas dengan berat molekul rendah seperti CO dan H<sub>2</sub>. Agen gasifikasi utama yang digunakan untuk gasifikasi adalah udara, steam, dan oksigen. Gasifikasi adalah proses mengubah bahan bakar fosil atau nonfosil (padat, cair, atau gas) menjadi gas dan bahan kimia yang berguna, pada dasarnya mengubah bahan bakar potensial dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Gasifikasi terdiri dari empat proses dengan rentang temperatur, *drying* ( $T > 150^{\circ}\text{C}$ ), *pyrolysis* ( $150 < T < 700^{\circ}\text{C}$ ), oksidasi ( $700 < T < 1500^{\circ}\text{C}$ ), dan reduksi ( $800 < T < 1000^{\circ}\text{C}$ ). Proses *drying*, *pyrolysis*, dan reduksi bersifat menyerap kalor atau endotermik, sedangkan proses oksidasi bersifat melepas panas atau eksotermik. Proses Pengeringan (*Drying*) adalah proses menghilangkan kadar air pada biomassa. Proses *pyrolysis*, pemisah *volatile matters* (gas yang tidak terkondensasi, cairan organik, dan uap air) dari padatan karbon bahan bakar atau arang menggunakan kalor yang diterima pada proses oksidasi. Proses reduksi atau gasifikasi arang melibatkan rangkaian suatu reaksi endotermik dibantu oleh kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran. Produk yang diciptakan dari proses tersebut yaitu gas mudah bakar, seperti CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, dan CO.

Proses oksidasi merupakan proses gasifikasi yang terjadi pada kisaran suhu ( $700 < T < 1500^{\circ}\text{C}$ ) proses oksidasi bersifat melepas panas atau eksotermik. Biomassa yang digunakan pada penelitian ini yaitu tempurung kelapa dan sekam kayu. Pada penelitian ini akan dilakukan pada *gasifier* jenis *updraft* untuk mengetahui biomassa mana yang mampu menghasilkan gas mampu bakar yang baik dengan variasi laju aliran massa. Ukuran partikel yang digunakan adalah mesh ( $-2 + 5$ ). Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi nilai *air fuel ratio*, nilai kalor, nilai efisiensi termal dan evaluasi rasio ekuivalen terhadap total kalor akibat variasi laju aliran massa udara terhadap biomassa tempurung kelapa dan sekam kayu. Alat yang akan digunakan pada penelitian adalah *blower*, termokopel digital, anemometer, timbangan, timbangan digital, *siklon*, panci, stopwatch, *burner*, *updraft gasifier*, jangka sorong, dan ayakan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sistem gasifikasi jenis moving bed tipe *updraft* dengan bahan utama reaktor yang terbuat dari besi dengan ketebalan sekitar 2,5 mm dan silikon dengan ketebalan 1 mm. Bahan baku akan dikeringkan selama 1 hari total berat bahan baku adalah 3 kg. Pada pengujian ini ukuran masing-masing biomassa akan dikecilkan dan diayak dengan ukuran mesh ( $-2 + 5$ ). Berikut tahap tahap prosedur pengujian gasifikasi sistem *updraft*. Untuk penyalaan awal masukkan 1 kg bahan baku kedalam tungku reaksi lalu semprotkan minyak tanah. Selanjutnya tunggu api sudah menyala dengan stabil lalu masukkan lagi 2 kg bahan bakar yang tersisa pastikan nyala api setabil lalu tutup rapat. Hitung waktu oprasi *updraft gasifier* dengan stopwatch dari gas mampu bakar keluar sampai tidak keluar lagi dan lama nyala api pada *burner* dan ukur suhu pada air dengan menggunakan termokopel. Penelitian ini menggunakan variasi kecepatan *blower* 5 m/s, 9 m/s dan 13 m/s. Dari hasil pengujian didapat  $(A/F)_{\text{aktual}}$  tertinggi 2,56 biomassa tempurung kelapa dengan aliran massa 27,87 kg/h dan  $(A/F)_{\text{aktual}}$  terkecil yaitu tempurung kelapa 1,65 dengan laju aliran massa udara 10,72 kg/h. Total kalor yang terbesar ada tempurung kelapa 1390,86 kJ dengan aliran massa udara 27,87 kg/h dan yang terkecil 1195,48 kJ pada biomassa sekam kayu dengan aliran massa 10,72 kg/h. rasio ekuivalen terendah 0,29 biomassa tempurung kelapa dengan aliran massa udara 10,72 kg/h dan rasio ekuivalen tertinggi 0,73 pada sekam padi dengan aliran massa udara 27,87 kg/h. Efisiensi termal tertinggi adalah 12,05 % dengan aliran massa 27,87 kg/h pada biomassa tempurung kelapa dan yang terendah 6,92 % dengan kecepatan 10,72 kg/h % pada biomassa tempurung kelapa. Biomassa terbaik untuk digunakan pada proses gasifikasi *updraft* antara tempurung kelapa dan sekam kayu adalah tempurung kelapa.

**Kata Kunci :** Tempurung kelapa, sekam kayu, gasifikasi, sistem *updraft*, efisiensi termal.

# SUMMARY

GASIFICATION OF COCONUT SHELL AND WOODEN HUSK BIOMASS  
UPDRAFT SYSTEM WITH VARIATION OF AIR MASS FLOW RATE  
Scientific writing in the form of thesis, 12 January, 2022

Anas Fadilah; Supervised by Prof. Dr. Ir. Riman Sipahutar M.Sc

Gasifikasi Sistem Updraft Biomassa Tempurung Kelapa Dan Sekam Kayu Dengan  
Variasi Laju Aliran Massa Udara

xxix + 66 Pages 12 Tables, 31 Pictures, 4 Attachments

## SUMMARY

Energy plays an important role in national development. Energy can achieve a balance of sustainable development goals that include social, economic, and environmental aspects. The use of ethanol and biodiesel as fuel for transportation vehicles can reduce gas emissions. Therefore, biomass is not only a renewable energy but also clean or environmentally friendly, and can be used as an energy source globally. The gasification medium (also called the "agent") reacts with solid carbon and heavier hydrocarbons to convert them into low molecular weight gases such as CO and H<sub>2</sub>. The main gasifying agents used for gasification are air, steam and oxygen. Gasification is the process of converting fossil or non-fossil fuels (solid, liquid, or gas) into useful gases and chemicals, essentially changing potential fuels from one form to another. Gasification consists of four processes with a temperature range, drying ( $T > 150^{\circ}\text{C}$ ), pyrolysis ( $150 < T < 700^{\circ}\text{C}$ ), oxidation ( $700 < T < 1500^{\circ}\text{C}$ ), and reduction ( $800 < T < 1000^{\circ}\text{C}$ ). The drying, pyrolysis, and reduction processes are heat-absorbing or endothermic, while the oxidation processes are heat-releasing or exothermic. Drying process (Drying) is the process of removing water content in biomass. The pyrolysis process, separating volatile matters (non-condensable gases, organic liquids, and water vapor) from solid fuel carbon or charcoal uses the heat received in the oxidation process. The process of reduction or gasification of charcoal involves a series of endothermic reactions assisted by the heat generated in the combustion process. The products created from this process are combustible gases, such as CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, and CO. The oxidation process is a gasification process that occurs at a temperature range ( $700 < T < 1500^{\circ}\text{C}$ ) the oxidation process is heat-releasing or exothermic. The biomass used in this research is coconut shell

and wood husk. In this research, an updraft gasifier will be carried out to determine which biomass is capable of producing good combustible gas with variations in mass flow rate. The particle size used is mesh (-2 + 5). The purpose of this study was to evaluate the air fuel ratio, calorific value, thermal efficiency value and evaluate the equivalent ratio to total heat due to variations in air mass flow rate on coconut shell biomass and wood husks. The tools that will be used in this research are blowers, digital thermocouples, anemometers, scales, digital scales, cyclones, pans, stopwatches, burners, updraft gasifiers, calipers, and sieves. This test was carried out using an updraft type moving bed gasification system with the main reactor material made of iron with a thickness of about 2.5 mm and silicon with a thickness of 1 mm. The raw materials will be dried for 1 day, the total weight of the raw materials is 3 kg. In this test the size of each biomass will be reduced and sieved with a mesh size (-2 + 5). The following are the stages of the updraft system gasification testing procedure. For initial ignition, enter 1 kg of raw material into the reaction furnace and then spray kerosene. Next, wait for the fire to burn steadily and then add the remaining 2 kg of fuel, make sure the flame is stable and then close the lid tightly. From the test results, the highest actual  $(A/F)_{Actual}$  is 2.56 coconut shell biomass with a mass flow of 27.87 kg/h and the smallest actual  $(A/F)_{Actual}$  is 1.65 coconut shell with an air mass flow rate of 10.72 kg/h. The largest total heat is coconut shell 1390.86 kJ with air mass flow of 27.87 kg/hour and the smallest is 1195.48 kJ in wood husk biomass with mass flow of 10.72 kg/hour. The lowest equivalent ratio was 0.29 coconut shell biomass with an air mass flow of 10.72 kg/h and the highest equivalent ratio was 0.73 in rice husks with an air mass flow of 27.87 kg/h. The highest thermal efficiency was 12.05% with mass flow of 27.87 kg/hour on coconut shell biomass and the lowest was 6.92% with a speed of 10.72 kg/hour % on coconut shell biomass. The best biomass to be used in the updraft gasification process between coconut shells and wood husks is coconut shells.

Keywords : Coconut shell, wood husk, gasification, updraft system, thermal efficiency.

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xxv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xxvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xxix</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah .....	3
1.4    Tujuan Penelitian.....	3
1.5    Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1    Biomassa.....	5
2.1.1    Pengertian Biomassa .....	5
2.1.2    Produk Biomassa .....	6
2.1.3    Konversi Biomass.....	7
2.1.4    Tipe Biomassa .....	7
2.2    Gasifikasi .....	8
2.3    Gasifikasi Medium .....	9
2.4    Proses Gasifikasi .....	12
2.4.1    Pengeringan ( <i>Drying</i> ) .....	13
2.4.2 <i>Pyrolysis</i> .....	14
2.4.3    Reduksi .....	15
2.4.4    Oksidasi .....	16
2.5    Jenis Gasifikasi .....	17
2.5.1 <i>Updraft Gasifiers</i> .....	18
2.5.2 <i>Downdraft Gasifier</i> .....	19
2.5.3 <i>Crossdraft Gasifiers</i> .....	21

2.6	Rumus Yang Digunakan Pada Proses Gasifikasi .....	22
2.6.1	Laju Aliran Massa .....	22
2.6.2	Laju Aliran Massa Bahan Bakar Yang Tergasifikasi .....	22
2.6.3	Persamaan Bernouli.....	23
2.6.4	A/F ( <i>Air Fuel Ratio</i> ) .....	25
2.6.5	ER ( <i>Equivalent Ratio</i> ) .....	26
2.6.6	Kalor .....	27
2.6.7	Kalor sensibel .....	27
2.6.8	Kalor Laten.....	28
2.6.9	Nilai Kalor Bahan Bakar .....	29
2.6.10	Nilai Kalor Bersih Bahan Bakar .....	29
2.6.11	Efisiensi Termal Tungku .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>31</b>
3.1	Metode Penelitia.....	31
3.2	Diagram Alir Penelitia.....	31
3.3	Skema Alat Penelitian .....	32
3.4	Rencana Alat Gasifikasi Beserta Dimensinya .....	33
3.5	Alat dan Bahan .....	34
3.5.1	Alat .....	34
3.5.2	Bahan.....	40
3.6	Prinsip Kerja.....	41
3.7	Prosedur Pengujian .....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>45</b>
4.1	Data Pengujian.....	45
4.1.1	Data Hasil Pengujian Biomassa Pada Laboratorium.....	45
4.1.2	Data Hasil Pengujian Gasifikasi Updraft Variasi Laju Aliran Massa Udara.....	46
4.2	Pengolahan Data Hasil Pengujian .....	48
4.2.1	Laju Aliran Massa .....	48

4.2.2	Kalkulasi ( <i>Air Fuel Ratio</i> ) A/F Aktual, A/F Stoikiometri, dan <i>Equivalent Ratio</i> (ER).....	50
4.2.2.1	Perhitungan ER Biomassa Sekam Kayu.....	50
4.2.2.2	Perhitungan ER Biomassa Tempurung Kelapa .....	51
4.2.3	Kalkulasi Kalor Sensibel .....	52
4.2.3.1	Perhitungan Kalor Sensibel Air Pada Biomassa Sekam Kayu .....	52
4.2.3.2	Perhitungan Kalor Sensibel Air Pada Biomassa Tempurung Kelapa.....	54
4.2.4	Kalkulasi Nilai Efisiensi Termal Tungku.....	56
4.2.4.1	Perhitungan Efisiensi Termal Tungku Biomassa Sekam Kayu .....	56
4.2.4.2	Perhitungan Efisiensi Termal Tungku Biomassa Biomassa Tempurung Kelapa .....	57
4.3	Hasil dan Pembahasan.....	59
4.3.1	Perbandingan Variasi Laju Aliran Massa Udara Pada Biomassa Terhadap A/F .....	59
4.3.2	Perbandingan Variasi Laju Aliran Massa Pada Biomassa Kalor Total.....	61
4.3.3	Perbandingan Variasi Laju Aliran Massa Udara Pada Biomassa Terhadap Efisiensi Termal Tungku.....	62
4.3.4	Perbandingan Pengaruh <i>Equivalent Ratio</i> Terhadap Total Kalor ...	63
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>65</b>
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran .....	66
<b>DAFTAR RUJUKAN.....</b>		<b>i</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>		<b>i</b>



## DAFTAR TABEL

Table 2.1	Sumber Biomassa .....	6
Table 2.2	Dua Kelompok Utama Biomassa dan Sub Klasifikasinya .....	8
Tabel 2.3	<i>Heating Value</i> Untuk Produk Gas Berbasis Media Gasifikasi ....	11
Table 2.4	Tipikal Reaksi Reduksi Dalam Proses Gasifikasi Pada 25 °C .....	16
Table 2.5	Reaksi Oksidasi Dalam Proses Gasifikasi 25 °C .....	17
Tabel 4.1	Analisis Proksimat, Ultimat dan Kalor Biomassa Sekam Kayu dan Tempurung Kelapa (Laboratorium Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain Tangerang).....	45
Tabel 4.2	Data Massa Hasil Gasifikasi Updraft .....	46
Tabel 4.3	Pengambilan Data Temperatur Udara Masuk Tungku Gasifikasi.....	47
Tabel 4.4	Data Hasil Percobaan Waktu Operasi dan Waktu Pendidihan.....	47
Tabel 4.5	Data Hasil Pengambilan Massa Air dan Temperatur Air .....	48
Tabel 4.6	Hasil Kalkulasi Kalor Air Sensibel dan Laju Kalor Air Sensibel.....	55
Tabel 4.7	Hasil Kalkulasi Laju Kalor Air Sensibel dan Efisiensi Termal Tungku .....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jalur Konversi Biomassa .....	7
Gambar 2.2	Diagram Terner Biomassa Menunjukkan Proses Gasifikasi .....	10
Gambar 2.3	Urutan Reaksi dan Jalur Potensial Untuk Gasifikasi.....	12
Gambar 2.4	Proses Pirolisis Dalam Sebuah Partikel Biomassa .....	14
Gambar 2.5	Rentang Kapasitas Listril Untuk Jenis <i>Gasifier</i> Biomassa.....	17
Gambar 2.6	<i>Updraft Gasifier</i> .....	18
Gambar 2.7	<i>Gasifier Downdraft</i> .....	20
Gambar 2.8	<i>Crossdraft Gasifiers</i> .....	21
Gambar 2.9	Perbedaan Diameter Pipa .....	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	31
Gambar 3.2	Skema Alat <i>Updraft Gasifier</i> .....	32
Gambar 3.3	Tungku Reaksi dan Dimensinya.....	33
Gambar 3.4	Siklon dan Dimensinya.....	34
Gambar 3.5	Blower .....	35
Gambar 3.6	Termokopel.....	35
Gambar 3.7	Anemometer .....	36
Gambar 3.8	Timbangan.....	36
Gambar 3.9	Timbangan Digital.....	37
Gambar 3.10	Panci .....	37

Gambar 3.11	Stopwatch .....	38
Gambar 3.12	Burner .....	38
Gambar 3.13	Jangka Sorong .....	39
Gambar 3.14	Ayakan Mesh 2 dengan Batas Mesh 5 .....	39
Gambar 3.15	Korek Api .....	40
Gambar 3.16	Tempurung Kelapa .....	40
Gambar 3.17	Sekam Kayu.....	41
Gambar 4.1	Pengaruh Variasi Laju Aliran Massa Udara Terhadap $A/F_{\text{aktual}}$ .....	59
Gambar 4.2	Pengaruh Aliran Massa Udara Terhadap <i>Equivalent Ratio</i> .....	60
Gambar 4.3	Pengaruh Variasi Aliran Massa Udara Terhadap Total Kalor.....	61
Gambar.4.4	Pengaruh Variasi Laju Aliran Massa Udara Pada Biomassa Terhadap Efisiensi Termal Tungku .....	62
Gambar 4.5	Pengaruh <i>Equivalent Ratio</i> Terhadap Total Kalor .....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Nilai Densty $\rho_{udara}$ Temperatur Masuk Udara Menggunakan Tabel A-15 APPENDIX 1 .....	i
Lampiran 2.	Nilai Cp Air Terhadap Temperatur Menggunakan Tabel A-3 Properties Of Common Liquids, Solids, and Foods.....	ii
Lampiran 3.	Foto Alat dan Bahan Pengujian.....	iii
Lampiran 4.	Analisis Ultimat dan Proximat dari Laboratorium .....	vi

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi berperan penting dalam pembangunan nasional. Energi dapat mewujudkan keseimbangan tujuan pembangunan berkelanjutan yang mencakup aspek-aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Selain itu, energi juga berperan sebagai pendorong utama berkembangnya sektor-sektor lain, khususnya sektor industri.

Akibat berkembang pesatnya industri maka kebutuhan bahan bakar fosil semakin meningkat yang diakibatkan polusi udara semakin mengkhawatirkan maka dari itu diperlukan energi alternatif. Bahkan sampai saat ini energi fosil masih menjadi sumber energi utama. Salah satu energi yang dapat dimanfaatkan adalah biomassa dengan proses gasifikasi. Banyaknya limbah-limbah dari biomassa maka potensi penggunaan gasifikasi sebagai pengganti bahan bakar menjadi mungkin.

Gasifikasi adalah proses mengubah bahan bakar fosil dan nonfosil (cair, gas atau padat) menjadi gas dan produk kimia yang berguna. Saat ini, gasifikasi bahan bakar fosil lebih umum dari pada bahan bakar nonfosil seperti biomassa untuk produksi gas sintetis. Ini umumnya mengubah bahan bakar potensial dari suatu wujud ke wujud yang lain.

Pembakaran dan gasifikasi merupakan proses yang terkait erat dalam termokimia, proses tersebut memiliki perbedaan yang signifikan. Gasifikasi mengikat energi jadilah ikatan kimia dengan bentuk gas sedangkan pembakaran memutuskan ikatan kimia itu dengan tujuan melepaskan energi.

Gasifikasi adalah proses penambahan hidrogen dan pelepasan karbon dari bahan baku hidrokarbon dengan tujuan menciptakan gas rasio (H / C) yang lebih tinggi, sedangkan pembakaran masing-masing mengoksidasi karbon dan hidrogen jadi H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>. Pada proses gasifikasi biasanya mencakup langkah-langkah

yaitu drying, pyrolysis, Partial combustion, dan Gasifikasi produk dekomposisi (Basu, 2013).

Pada penelitian ini akan dilakukan pada *gasifier* jenis *updraft* untuk mengetahui biomassa mana yang mampu menghasilkan gas mampu bakar yang baik dengan variasi laju aliran massa. Ukuran partikel yang digunakan adalah mesh (-2 + 5) yang artinya mesh 2 dengan batas mesh 5 dikarenakan pada penelitiannya (Kurniawan and Susila, 2021) partikel ukuran mesh 2 menghasilkan warna api biru, nyala api terlama, temperatur api tertinggi, tinggi api tertinggi, dan nilai kalor terbesar. Laju udara yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah 5 m/s, 9 m/s, dan 13 m/s dikarenakan dalam jurnalnya (Styana and Hindarti 2017) menggunakan variasi kecepatan udara 3 m/s, 5 m/s, dan 7 m/s agar tidak meniru maka diambil 3 variasi kecepatan dengan kecepatan awal 5 m/s digunakan masing-masing jarak 4 m/s. Biomassa yang digunakan pada penelitian ini yaitu tempurung kelapa dan sekam kayu dikarenakan mudahnya menemukan biomassa tersebut di provinsi sumatra selatan ini maka dengan mempertimbangkan alasan tersebut biomassa yang digunakan adalah tempurung kelapa dan sekam kayu.

Berdasarkan uraian di atas tersebut penulis mengambil tugas akhir / skripsi: **“GASIFIKASI SISTEM UPDRAFT BIOMASSA TEMPURUNG KELAPA DAN SEKAM GERGAJI DENGAN VARIASI LAJU ALIRAN MASSA UDARA”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi laju aliran massa udara terhadap nilai *air fuel ratio*, nilai kalor, lama gas mampu

bakar, efisiensi termal tungku dan biomassa mana yang lebih baik digunakan tempurung kelapa atau sekam kayu pada proses gasifikasi sistem *updraft*.

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batas penelitian yang diambil pada penelitian ini yaitu:

1. Biomassa yang digunakan adalah tempurung kelapa dan sekam kayu dengan bantuan minyak tanah sebagai pembantu penyalaan awal.
2. Berat masing-masing biomassa ini adalah 3 kg.
3. Penelitian ini menggunakan variasi kecepatan *blower* 5 m/s, 9 m/s dan 13 m/s.
4. Proses gasifikasi dianggap selesai ketika tidak ada lagi gas mampu bakar selama 2 menit.
5. Ukuran partikel yang digunakan adalah mesh (-2 + 5) yang artinya saringan mesh 2 dengan batas mesh 5.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi nilai *air fuel ratio* akibat pengaruh variasi laju aliran massa udara.
2. Mengevaluasi pengaruh nilai kalor yang dihasilkan oleh variasi laju aliran massa udara terhadap gasifikasi tempurung kelapa dan sekam kayu.
3. Mengevaluasi pengaruh nilai efisiensi termal terhadap variasi laju aliran massa udara.
4. Mengevaluasi nilai *Equivalent ratio* terhadap nilai total kalor hasil percobaan.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian antara lain:

1. Hasil gas dari proses gasifikasi *updraft* dapat dipergunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil dengan sedikit polusi.
2. Sebagai acuan bagi penelitian proses teknologi gasifikasi sistem *updraft* pada tempurung kelapa dan sekam kayu.
3. Mengetahui biomassa mana yang lebih baik tempurung kelapa atau sekam kayu.
4. Untuk pemanfaatan limbah biomassa menjadi gas bahan bakar.



## DAFTAR RUJUKAN

- Aktawan, Agus, Agus Prasetya, and Wahyu Wilopo. 2015. "Study of Characteristics of Gasification Process of Various Biomass in a Downdraft Gasifier." *ASEAN Journal of Systems En Ngineering* 3:1–5.
- Basu, Prabir. 2013. *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory*. second edi. London: Elsevier Inc.
- Belonio, A. T. 2005. *Rice Husk Gas Stove Handbook*. Iloilo City: Bioenergylists.Org.
- Cengel, Yunus A. 2004. "Heat Transference a Practical Approach." *MacGraw-Hill*, 4(9):874.
- Cengel, Yunus A., and Michael A. Boles. 2014. *Thermodynamics An Engineering Approach 8th Edition*. 8th ed. McGraw-Hill.
- Held, Jorgen. 2012. "Gasification - Status and Technology ; Rapport SGC 240." *Svenskt Gastekniskt Center* (June):1–48.
- Kurniawan, Handi Dwi Cahyo, and I. Wayan Susila. 2021. "PENGARUH UKURAN CANGKANG KEMIRI PADA PROSES GASIFIKASI TERHADAP PERFORMA GASIFIER TIPE UPDRAFT Handi Dwi Cahyo Kurniawan I Wayan Susila." 09:109–16.
- Pritchard, Philip J. 2011. *Fox And Mcdonald's Introduction To Fluid Mechanics Eighth Edition*. 8th ed. Wiley.
- Ridhuan, Kemas, and Yudistira Yudistira. 2017. "Pengaruh Filter Dan Cyclone Pada Reaktor Gasifikasi Tipe Updraft Terhadap Hasil Pembakaran Syn-Gas." *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin* 6(1):44–53. doi: 10.24127/trb.v6i1.466.

- Ridwan, Akbar, and Budi Istana. 2018. "Analisis Pengaruh Variasi Bahan Bakar Biomassa Terhadap Mampu Nyala Dan Kandungan Tar Pada Reaktor Gasifikasi Tipe Updraft." *Jurnal ENGINE* 2(1):7–17.
- Sjaffriadi, Sjaffriadi, and Budi Nurachman. 2011. "Gasifikasi Sekam Padi (Bioner-1)." *Jurnal Energi Dan Lingkungan (Enerlink)* 7(1):36. doi: 10.29122/elk.v7i1.2735.
- Styana, Ika Ucik fenti, and Fifin Hindarti. 2017. "Reaktor Dan Efisiensi Proses Gasifikasi Limbah Padat Aren." *Jurnal Rekayasa Lingkungan* 17(1):1–5.
- Sudarmanta, Bambang, Daniar Baroroh Murtadji, and Dita Firsta Wulandari. 2009. "Karakterisasi Gasifikasi Biomassa Sekam Padi Menggunakan Reaktor Downdraft Dengan Dua Tingkat Lualan Udara." *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM)* (March):11–14.
- Syafrinaldy, Ade. 2015. "Pengujian Penggunaan Syngas Hasil Gasifikasi Batubara Sebagai Bahan Bakar Pada Gas Engine Gas." *Jurnal Energi Dan Lingkungan* 11:7–16.
- Widyawidura, Wira, Ratih Puspita Liestiono, Muhammad Sigit Cahyono, Agus Prasetya, and Mochammad Syamsiro. 2017. "Pengaruh Jenis Bahan Terhadap Proses Gasifikasi Sampah Organik Menggunakan Updraft Fixed Bed Reactor." *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material* 1(2):30–37.