



**PENGARUH DIMENSI BRIKET TERHADAP  
KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET  
LIMBAH SERBUK KAYU SENGON**

**SKRIPSI**

Oleh

**Farihen  
NIM. 111910101079**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**PENGARUH DIMENSI BRIKET TERHADAP  
KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET  
LIMBAH SERBUK KAYU SENGON**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Mesin  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Farihen**  
**NIM. 111910101079**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Suprawati dan Ayahanda Saham yang telah memberikan dan melakukan segalanya untuk ananda;
2. Adikku Adiburrohman tersayang yang menanyakan kapan wisuda sehingga memacu semangat penulis yang luar biasa dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Guru-guruku sejak Taman Kanak-kanak sampai dengan Perguruan Tinggi;
4. Bapak Dr. Nasrul Iminafik S.T.,M.T. dan Bapak Dr. R. Koekoeh K. W, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan skripsi ini;
5. Yasinta Aprilika yang selalu setia mendengar keluh kesah penulis, memberikan waktu, tenaga, dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini;
6. Almamater Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember;
7. Dulur-dulur Teknik Mesin 2011 “Dulur Sak Lawase” yang selalu berjalan bersama beriringan dan mengajari penulis arti kebersamaan dan indahnya persaudaraan;
8. Ikawati, Agung, Yunus, Sujat, Imron, Fyan, Ryan, Rahmat, dan Novan yang telah meluangkan waktunya untuk membantu penelitian ini;
9. Pemi Juni Setiawan dan M. Agung Fauzi yang selalu mendengar keluh kesah penulis;
10. Saifuddin, Moh. Romli, dan Abdul Wakil sahabat–sahabat SMA yang selalu mendukung dan saling melengkapi dalam indahnya persahabatan hingga saat ini;
11. Tim Roket dan HMM yang telah memberikan banyak pengalaman berorganisasi;
12. Para pimpinan dan karyawan CV. Harapan Mulya Arjasa yang telah memberikan bantuan bahan baku terhadap penelitian ini;
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

**MOTTO**

*Quu anfusakum wa ahlikum naaroo*  
“Peliharalah dirimu dan keluargamun dari api neraka”  
(terjemahan Surat At-tahrim ayat 6)<sup>\*)</sup>

*Khoirunnas Anfa'uhum Linnas.*  
“Sebaik-baiknya manusia diantaramu adalah yang paling banyak memberi manfaat bagi manusia lainnya” (H.R Bukhori Muslim)

“maka berlomba-lombalah (dalam membuat) kebaikan”  
(terjemahan Surat Al-baqarah: 148)<sup>\*)</sup>

“Utamakan Akhlaq dari pada Ilmu”

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farihen

NIM : 111910101079

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “PENGARUH DIMENSI BRIKET TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET LIMBAH SERBUK KAYU SENGON” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2015  
Yang menyatakan,

(Farihen)  
NIM 111910101079

**SKRIPSI**

**PENGARUH DIMENSI BRIKET TERHADAP KARAKTERISTIK  
PEMBAKARAN BRIKET LIMBAH SERBUK KAYU SENGON**

Oleh  
**Farihen**  
**NIM 111910101079**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Nasrul Iminnafik, S.T., M.T.  
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. R. Koekoeh K. W, S.T., M.Eng.



**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Dimensi Briket Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Serbuk Kayu Sengon” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 5 Oktober 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Ketua,

Sekretaris

Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.  
NIP 197111141999031002

Dr. R Koekoeh K. W, S.T., M.Eng.  
NIP 196707081994121001

Anggota I,

Anggota II,

Aris Zainul M, S.T., M.T.  
NIP 196812071995121002

Ir. Ahmad Syuhri, M.T.  
NIP 196701231997021001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 196104141989021001





## RINGKASAN

**Pengaruh Dimensi Briket terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Serbuk Kayu Sengon;** Farihen, 111910101079; 2015; 64 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang mempunyai bentuk tertentu.

Dalam penelitian ini, difokuskan pada waktu pembakaran, temperatur pembakaran, laju pembakaran, dan kalor pembakaran briket arang limbah serbuk kayu sengon. Variasi yang digunakan adalah dimensi pada briket yaitu variasi A= 12 Spesimen masing-masing berat basah briket 10 gram dengan berat basah total 120 gram, B= 10 Spesimen masing-masing berat basah briket 12 gram dengan berat basah total 120 gram, dan C= 8 Spesimen masing-masing berat basah briket 15 gram dengan berat basah total 120 gram.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember mulai proses pembuatan briket sampai pengujian waktu pembakaran, temperatur pembakaran, laju pembakaran, dan kalor pembakaran.

Dari hasil penelitian didapat waktu pembakaran terlama mencapai 88 menit 9 detik pada briket dimensi C, temperatur pembakaran tertinggi pada briket dimensi C mencapai 743,88 °C, laju pembakaran terlama 1,90 gram/menit pada briket dimensi A dan kalor pembakaran tertinggi mencapai 4580 kalori pada briket dimensi A.

**SUMMARY**

*The Influence Of Briquette Dimensions On Combustion Characteristics Of Sengon Waste Sawdust Briquettes; Farihen, 111910101079; 2015; 64 pages; Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.*

*Briquette is a solid fuel that can be used as an alternative energy source that has a certain shape.*

*In this study, focused on burning time, temperature combustion, burning rate, and heat of combustion of charcoal briquettes sawdust waste sengon. Variation used is the dimension of the briquettes are variations of A = 12 each specimen wet weight of 10 gram briquettes with a total wet weight of 120 grams, B = 10 each specimen wet weight of 12 gram briquettes with a total wet weight of 120 grams, and C = 8 each specimen wet weight 15 gram briquettes with a total wet weight of 120 grams.*

*This research was conducted at the Laboratory of Energy Conversion Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember begin the process of briquetting to test the burning time, combustion temperature, the rate of combustion, and the heat of combustion.*

*The result is the longest burning time reached 88 minutes 9 seconds on the briquette dimensions C, the highest temperature of combustion in the briquette dimensions C reaches 743.88 ° C, the longest burn rate of 1.90 grams / minute at a dimension briquettes and the burning heat of the highest reach 4580 calories the briquettes dimension A.*

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh Dimensi Briket Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Serbuk Kayu Sengon”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam pelaksanaannya, penulis tidak lepas dari kesulitan dan permasalahan dalam penyusunan skripsi ini, baik dari proses pembuatan proposal sampai penyusunan selesai, baik mengenai ilmu yang bermanfaat, moral, dan sikap serta tanggung jawab. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Dr. R. Koekoeh K. W, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Aris Zainul M, S.T., M.T. sebagai dosen penguji I dan Ir. Ahmad Syuhri, M.T. sebagai dosen penguji II yang telah membantu memberikan ilmu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Ibunda Suprawati dan Ayahanda Saham yang selalu memberikan segala bentuk kasih sayang, semangat, serta doa untuk penulis;
4. Adikku Adiburrohman tersayang yang menanyakan kapan wisuda sehingga memacu semangat penulis yang luar biasa dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Guru-guruku sejak Taman Kanak-kanak hingga Perguruan Tinggi;
6. Dulu-dulur Bedeba TM11 “Dulur Sak Lawase”, yang selalu berjalan bersama beriringan dan mengajari penulis arti kebersamaan dan indahnya persaudaraan;
7. Yasinta Aprilika yang selalu setia mendengar keluh kesah penulis, memberikan waktu, tenaga, dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini;
8. Sahabat – sahabat SMA penulis yang selalu mendukung dan saling melengkapi dalam indahnya persahabatan hingga saat ini;

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat

Jember, Oktober 2015

Penulis



**DAFTAR ISI**

|  | Halaman    |
|--|------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>               | <b>i</b>   |
| <b>PERSEMBAHAN .....</b>                 | <b>ii</b>  |
| <b>MOTTO .....</b>                       | <b>iii</b> |
| <b>PERNYATAAN.....</b>                   | <b>iv</b>  |
| <b>PEMBIMBING .....</b>                  | <b>v</b>   |
| <b>PENGESAHAN.....</b>                   | <b>vi</b>  |
| <b>RINGKASAN .....</b>                   | <b>vii</b> |
| <b>PRAKATA .....</b>                     | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                   | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                | <b>xiv</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                | <b>xv</b>  |
| <b>DAFTAR SIMBOL .....</b>               | <b>xvi</b> |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>          | <b>1</b>   |
| <b>1.1 Latar Belakang .....</b>          | <b>1</b>   |
| <b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>          | <b>3</b>   |
| <b>1.3 Tujuan dan Manfaat .....</b>      | <b>3</b>   |
| 1.3.1 Tujuan .....                       | 3          |
| 1.3.2 Manfaat .....                      | 3          |
| <b>1.4 Batasan Masalah .....</b>         | <b>4</b>   |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>      | <b>5</b>   |
| <b>2.1 Biomassa.....</b>                 | <b>5</b>   |
| <b>2.2 Briket .....</b>                  | <b>9</b>   |
| <b>2.3 Dimensi .....</b>                 | <b>12</b>  |
| <b>2.4 Karakteristik Pembakaran.....</b> | <b>12</b>  |
| 2.4.1 Waktu Pembakaran .....             | 13         |
| 2.4.2 Temperatur Pembakaran .....        | 13         |
| 2.4.3 Laju Pembakaran .....              | 14         |
| 2.4.4 Kalor Pembakaran.....              | 15         |



|   |           |
|---|-----------|
| <b>2.5 Proses Pembakaran.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>2.6 Aliran Udara Dalam Pipa .....</b>                                  | <b>18</b> |
| <b>2.7 Hipotesa.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>                                  | <b>20</b> |
| <b>3.1 Metode Penelitian.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>                              | <b>20</b> |
| <b>3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....</b>                                 | <b>20</b> |
| 3.3.1 Alat.....   | 20        |
| 3.3.2 Bahan.....  | 21        |
| <b>3.4 Variabel Penelitian.....</b>                                       | <b>22</b> |
| 3.4.1 Variabel Bebas .....  | 22        |
| 3.4.2 Variabel Terikat .....  | 22        |
| <b>3.5 Prosedur Penelitian .....</b>                                      | <b>22</b> |
| 3.5.1 Pembuatan Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon.....              | 22        |
| 3.5.2 Tahapan Pembuatan Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu<br>Sengon ..... | 23        |
| 3.5.3 Tahapan Penelitian .....  | 24        |
| <b>3.6 Skema Alat Uji.....</b>  | <b>28</b> |
| 3.6.1 Alat Uji Pembakaran Protoype.....                                   | 28        |
| <b>3.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....</b>                            | <b>28</b> |
| <b>3.8 Diagram Alur Pengujian .....</b>                                   | <b>29</b> |
| <b>3.9 Analisa Data .....</b>   | <b>30</b> |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                   | <b>31</b> |
| <b>4.1 Hasil Pembahasan .....</b>   | <b>31</b> |
| 4.1.1 Karakteristik Pembakaran .....                                      | 31        |
| 4.1.2 Waktu Pembakaran .....  | 33        |
| 4.1.3 Temperatur Pembakaran .....   | 34        |
| 4.1.4 Laju Pembakaran.....  | 36        |
| 4.1.5 Kalor Pembakaran .....  | 37        |
| <b>BAB 5. PENUTUP .....</b>   | <b>39</b> |
| <b>5.1 Kesimpulan .....</b>   | <b>39</b> |

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| <b>5.1 Saran .....</b> | <b>40</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>  |           |
| <b>LAMPIRAN</b>        |           |






**DAFTAR GAMBAR**

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Serbuk Gergajian Kayu Sengon .....   | 7  |
| Gambar 2.2 Briket Arang Limbah Serbuk Kayu .....  | 9  |
| Gambar 2.3 Perekat Tapioka.....   | 11 |
| Gambar 2.4 Contoh Gambar Dimensi Ketiga Briket.....                                     | 12 |
| Gambar 2.5 Grafik Laju Pembakaran .....   | 15 |
| Gambar 3.1 Uji Pembakaran Prototype .....   | 20 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....  | 29 |
| Gambar 4.1 Hasil Ketiga Dimensi Briket .....  | 31 |
| Gambar 4.2 Gambar Keterangan Tinggi, dan Diameter Ketiga Dimensi<br>Briket .....        | 33 |
| Gambar 4.3 Grafik Grafik Pengujian Waktu Pembakaran .....                               | 34 |
| Gambar 4.4 Grafik Pengujian Temperatur Pembakaran .....                                 | 35 |
| Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Kenaikan Temperatur Briket Sampai<br>Titik Maksimum..... | 36 |
| Gambar 4.6 Grafik Pengujian Laju Pembakaran .....                                       | 37 |
| Gambar 4.7 Grafik Pengujian Kalor Pembakaran .....                                      | 38 |

**DAFTAR TABEL**

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Sifat Biomassa .....  | 5  |
| Tabel 2.2 Hasil Uji Proximate Briket Bahan Baku Kayu Sengon .....   | 8  |
| Tabel 2.3 Karakteristik Pellet Kayu Sengon dan Standart Pellet Austria,<br>Slandia Baru, dan Swedia ..... | 8  |
| Tabel 2.4 Standar Kualitas Mutu Briket Dibeberapa Negara .....  | 10 |
| Tabel 3.1 Keterangan Nama Sampel.....   | 22 |
| Tabel 3.2 Pengamatan Waktu Pengamatan Briket.....   | 26 |
| Tabel 3.3 Pengamatan Temperatur Pembakaran Briket.....  | 26 |
| Tabel 3.4 Pengamatan Uji Laju Pembakaran.....   | 27 |
| Tabel 3.5 Pengamatan Kalor Pembakaran Briket .....  | 27 |
| Table 3.6 Analisa Data.....   | 30 |
| Table 4.1 Karakteristik Briket .....  | 32 |

**DAFTAR SIMBOL**



|            |   |
|------------|---|
| $M_o$      | = Massa briket awal (gram)                |
| $\Delta t$ | = Perubahan waktu pembakaran (menit)      |
| $Q$        | = Kalor Reaksi (joule)                    |
| $m$        | = Massa Air (gram)                        |
| $c$        | = Kalor Jenis Air (Kal/g °C) = 1 Kal/g °C |
| $\Delta T$ | = Perubahan Suhu ( $T_2 - T_1$ ) (°C)     |
| $Re$       | = Bilangan Reynold                        |
| $V$        | = Kecepatan Udara (m/s)                   |
| $D$        | = Diameter Pipa (m)                       |
| $\nu$      | = Viskositas ( $m^2/s$ )                  |
| $L_E$      | = Panjang Pipa (m)                        |

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi sangat diperlukan dalam menjalankan aktivitas perekonomian Indonesia, baik untuk kebutuhan konsumsi maupun untuk aktivitas produksi berbagai sektor perekonomian. Sebagai sumberdaya alam, energi harus dimanfaatkan sebesar besarnya bagi kemakmuran masyarakat dan pengelolaannya harus mengacu pada asas pembangunan berkelanjutan (Elinur, 2010). Berdasarkan ketersediaannya sumber daya alam energi di klasifikasikan menjadi dua diantaranya: Energi yang dapat diperbaharui (*Renewable Resource*) yaitu sumber daya yang terus menerus tersedia sebagai input produksi dengan batas waktu tak terhingga, seperti contoh panas matahari, angin, panas bumi, dan air laut (ombak), dan energi yang tak dapat diperbaharui (*Non Renewable Recource*) seperti contoh minyak bumi, gas bumi, dan batubara.

Kebutuhan dan konsumsi energi semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya perekonomian masyarakat. Di Indonesia kebutuhan dan konsumsi energi terfokus kepada penggunaan bahan bakar minyak yang cadangannya kian menipis sedangkan pada sisi lain terdapat sejumlah energi biomassa yang kualitasnya cukup melimpah namun belum dioptimalkan penggunaannya (Patabang, 2012).

Biomassa merupakan bahan alami yang biasanya dianggap sebagai sampah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Biomassa tersebut dapat diolah menjadi bioarang, yang merupakan bahan bakar dengan tingkat nilai kalor yang cukup tinggi dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Biomassa sangat mudah ditemukan dari aktivitas pertanian, kehutanan, perkebunan, dan limbah-limbah lainnya (Nugraha, 2013). Limbah biomassa dan sampah bisa menjadi salah satu pilihan sumber energi alternatif misalnya pemanfaatan biomassa yang berasal dari

produk limbah aktivitas kehutanan dan perkebunan dan telah dilaksanakan yaitu briket dan arang. Salah satu sumber biomassa yang melimpah khususnya di daerah Jember Jawa Timur adalah limbah serbuk kayu sengon (*Paraserianthes Falcataria L. Nielsen*). Pemilihan limbah serbuk kayu sengon sebagai biomassa pada penelitian ini didasarkan atas belum optimalnya pemanfaatan serbuk gergajian kayu sengon dan dibiarkan sebagai limbah. Salah satu pengolahan biomassa menjadi energi alternatif dengan metode pembriketan yang dinamakan sebagai biobriket. Biobriket diharapkan mampu menggantikan peran bahan bakar rumah tangga khususnya di wilayah yang melimpah limbah serbuk kayu sengon.

Beberapa penelitian sebelumnya banyak dilakukan untuk meningkatkan karakteristik termal briket: Saputro (2009) Meneliti karakteristik pembakaran briket arang tongkol jagung dengan hasil penelitian dengan variasi laju aliran massa udara 0,2 m/s, 0,4 m/s, 0,6 m/s dan 0,8 m/s adalah perubahan temperatur pembakaran dari temperatur awal 200°C sampai temperatur puncak berkisar antara 286°C -292°C, laju pengurangan massa berkisar selama 21 menit-30 menit, laju pembakaran mencapai puncak berkisar antara 0,3 gr/s-0,41 gr/s. Subroto (2006) meneliti karakteristik pembakaran briket campuran batubara, ampas tebu dan jerami dengan bahan perekat tepung pati. Komposisi yang diuji adalah biobriket dengan perbandingan prosentase batubara : biomass (ampas tebu dan jerami); 10% :90% ; 33,3% : 66,6% ; 50% : 50% , dengan metode cetak tekan pada tekanan 100 kg/cm<sup>2</sup>, dan laju kecepatan udara konstan (0,3 m/s), kemudian dilanjutkan dengan pengujian emisi polutan. Hasil yang didapat adalah penambahan biomass menyebabkan naiknya *volatile matter* sehingga lebih cepat terbakar dan laju pembakaran lebih cepat. Penambahan biomass juga dapat menurunkan emisi polutan yang dihasilkan pada saat pembakaran. Sulistyanto (2006), telah menguji karakteristik pembakaran biobriket campuran batubara dengan sabut kelapa dengan perbandingan batubara : biomass : 10% : 90%, 20% : 80%, 30% : 70% dengan kecepatan udara konstan, dengan tekanan kompaksi sebesar 100 kg/cm<sup>2</sup> dan bahan perekat pati. Dengan hasil yang didapat adalah penambahan biomass



menyebabkan naiknya *volatile matter* sehingga lebih cepat terbakar dan laju pembakaran lebih cepat. Himawanto (2005), meneliti laju pembakaran briket yang terbuat dari sampah pengergajian kayu, sekam padi, kulit kacang tanah, serat kulit kelapa dan serat kulit kelapa sawit. Briket dibuat dengan metode *piston-press* dengan bahan perekat *starch* dan *molasse*. Briket yang dibuat diuji karakteristik pembakarannya. Peneliti menyimpulkan laju pembakaran naik seiring dengan kenaikan *dwell time* dan prosentase perekat, dan briket dari limbah pengergajian kayu mempunyai sifat paling baik dibandingkan dengan bahan yang lain.

Pada penelitian sebelumnya hanya dilakukan penelitian tentang variasi komposisi bahan, laju aliran udara, dan *piston-press* (tekanan), tanpa variasi dimensi pada pembakaran briket, padahal dimensi briket sangat berpengaruh pada besarnya kalor pembakaran, karena semakin kecil dimensi briket maka aliran udara semakin banyak sehingga briket akan semakin mudah terbakar dan temperatur semakin panas.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa karakteristik termal pembakaran briket limbah serbuk kayu sengon dengan variasi dimensi. Adapun perumusannya:

1. Bagaimana pengaruh variasi dimensi terhadap waktu pembakaran briket limbah serbuk kayu sengon?
2. Bagaimana pengaruh variasi dimensi terhadap temperatur pembakaran pada briket limbah serbuk kayu sengon?
3. Bagaimana pengaruh variasi dimensi briket terhadap laju pembakaran pada pembakaran briket limbah serbuk kayu sengon?
4. Bagaimana pengaruh variasi dimensi terhadap kalor pembakaran pada briket limbah serbuk kayu sengon?

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

### 1.3.1 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi dimensi terhadap waktu pembakaran briket limbah serbuk kayu sengon.
2. Mengetahui pengaruh variasi dimensi terhadap temperatur pembakaran pada briket limbah serbuk kayu sengon.
3. Mengetahui laju pembakaran pada pembakaran briket limbah serbuk kayu sengon dengan berbagai variasi dimensi.
4. Mengetahui pengaruh variasi dimensi terhadap kalor pembakaran briket limbah serbuk kayu sengon.

#### 1.3.2 Manfaat

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan bahan bakar alternatif yang efisien dan murah.
2. Limbah serbuk gergajian kayu sengon dapat digunakan sebagai energi alternatif yang murah.
3. Dapat mengurangi pencemaran lingkungan.
4. Dapat meningkatkan pendapatan masyarakat bila pembuatan briket ini dikelola dengan baik.

#### 1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan yang diterapkan untuk memudahkan analisa penelitian ini antara lain:

1. Kecepatan udara pembakaran konstan.
2. Komposisi perekat sama untuk semua briket.
3. Tekanan pada proses pengepresan sama untuk semua briket.
4. Suhu pirolisis sama untuk semua bahan briket.
5. Diameter masing-masing briket sama.
6. Tidak membahas reaksi kimia pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biomassa

Biomassa secara umum lebih dikenal sebagai bahan kering material organik atau bahan yang tersisa setelah suatu tanaman atau material organik yang dihilangkan kadar airnya. Biomassa merupakan bahan alami yang biasanya dianggap sebagai sampah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Biomassa tersebut dapat diolah menjadi bioarang, yang merupakan bahan bakar dengan tingkat nilai kalor yang cukup tinggi dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Biomassa sangat mudah ditemukan dari aktivitas pertanian, peternakan, kehutanan, perkebunan, perikanan, dan limbah-limbah lainnya (Nugraha, 2013).

Tabel 2.1. Sifat Biomassa

| No. | Sifat                 | Biomassa                                  |
|-----|-----------------------|---|
| 1   | Kadar <i>volatile</i> | Lebih tinggi, di atas 50 %                |
| 2   | Kadar karbon          | tetap Rendah                              |
| 3   | Kadar abu             | Tergantung jenis bahan                    |
| 4   | Nilai kalor           | Sedang, tergantung jenis dan kadar airnya |

Sumber: (Jamilatun, 2011)

Salah satu contoh biomassa adalah limbah sisa dari pengolahan kayu sengon, kayu sengon merupakan tanaman perkebunan yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Kayu sengon dapat diolah menjadi bahan bangunan untuk memenuhi kebutuhan pasar. Seiring dengan meningkatnya permintaan penggunaan kayu sengon, hal ini menyebabkan industri penggergajian kayu dapat mengolah kayu sengon tersebut menjadi barang jadi atau barang yang sesuai dengan permintaan konsumen. Limbah serbuk kayu hasil penggergajian tersebut akan mengalami peningkatan sesuai

dengan permintaan tersebut. Umumnya limbah yang berupa serbuk gergajian tersebut hanya digunakan sebagai bahan bakar tungku, dibakar atau bahkan tidak dipakai sama sekali, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Proses pembriketan merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah serbuk gergaji kayu sengon. Keuntungan pembriketan antara lain mampu meningkatkan nilai kalor per unit volume, mempunyai kualitas dan ukuran yang seragam, mudah dalam pengemasan dan mudah disimpan. Diharapkan dengan adanya briket dari limbah gergajian kayu sengon maka dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar yang sekarang ini harganya cukup mahal, serta dapat mengurangi timbunan sampah yang semakin lama semakin bertambah (Satmoko, 2013).

*Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen*, juga dikenal dengan nama sengon, merupakan salah satu jenis pionir serbaguna yang sangat penting di Indonesia. Jenis ini dipilih sebagai salah satu jenis tanaman hutan tanaman industri di Indonesia karena pertumbuhannya yang sangat cepat, mampu beradaptasi pada berbagai jenis tanah, karakteristik silvikulturnya yang bagus dan kualitas kayunya dapat diterima untuk industri panel dan kayu pertukangan. Di beberapa lokasi di Indonesia, sengon berperan sangat penting baik dalam sistem pertanian tradisional maupun komersial (Krisnawati, 2011).

Sengon seperti halnya jenis-jenis pohon cepat tumbuh lainnya, diharapkan menjadi jenis yang semakin penting bagi industri perkayuan di masa mendatang, terutama ketika persediaan kayu pertukangan dari hutan alam semakin berkurang. Jumlah tanaman sengon di Indonesia baik dalam skala besar ataupun kecil meningkat dengan cepat selama berapa tahun terakhir. Daerah penyebaran sengon cukup luas, mulai dari Sumatera, Jawa, Bali, Flores dan Maluku (Charomaini dan Suhaendi 1997). Menurut laporan Departemen Kehutanan dan Badan Statistika Nasional (2004), propinsi dengan luas tanaman sengon rakyat terbesar adalah Jawa Tengah dan Jawa Barat, dimana total jumlah pohon yang dibudidayakan di kedua provinsi ini dilaporkan lebih dari 60% dari total jumlah pohon sengon yang ditanam oleh masyarakat di Indonesia.

Potensi kayu sengon di Provinsi Jawa timur juga sangat banyak yang membudidayakan, misalnya di daerah Kabupaten Jember populasi kayu sengon sangatlah besar. Hampir setiap Kecamatan memiliki pengrajin kayu sengon untuk membuat berbagai produk dari kayu sengon. Seperti pabrik gergajian kayu sengon yang bertempat di Desa Biting Kecamatan Arjasa CV. Harapan Mulya, Jalan Kalisat No 3 Arjasa Jember. Produksi perhari ini mencapai 2 truk log kayu sengon dengan diameter kayu rata-rata 50 cm dengan panjang 2 m, dimana satu batang kayu menghasilkan 30 % serbuk dan 5 % limbah kulit kayu. Sehingga diperkirakan setiap hari dengan 2 truk kayu sengon menghasilkan 500 kg serbuk kayu sengon apabila pengiriman kayu lancar dari perkebunan. Setiap ada pabrik pasti memiliki limbah. Limbah serbuk gergaji kayu sengon di setiap pabrik yang ada di Jember sangatlah banyak, limbah tersebut ada yang dibiarkan saja dan ada yang dibakar. Maka dari itu penggunaan serbuk gergajian kayu sengon sebagai bahan bakar dikarenakan untuk pemanfaatan limbah agar lebih bisa berguna lagi.



Gambar 2.1 Serbuk gergajian kayu sengon di CV. Harapan Mulya Arjasa Jember

Kelebihan dari penggunaan limbah serbuk gergaji kayu sengon sebagai bahan baku pembuatan briket adalah:

1. Karena bahan baku mudah didapatkan.
2. Mampu meningkatkan nilai kalor per unit volume.
3. Mempunyai kualitas dan ukuran yang seragam.

Tabel 2.2 Hasil uji proximate briket bahan baku kayu sengon.

| Sampel                | Kadar Air<br>% | Kadar<br>Volatil<br>% | Kadar<br>Abu<br>% | Kadar<br>Karbon<br>Terikat<br>% | Nilai<br>kalor<br>Kal/gram |
|-----------------------|----------------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 1                     | 8,525          | 89,111                | 1,861             | 0,503                           | 4202,57                    |
| 2                     | 8,031          | 90,284                | 1,502             | 0,183                           | 4270,90                    |
| 3                     | 7,916          | 90,624                | 1,415             | 0,045                           | 4270,43                    |
| <b>Rata-<br/>rata</b> | 8,158          | 90,006                | 1,593             | 0,243                           | 4247,967                   |

Sumber : (Patabang, 2012)

Pada penelitian Sanusi (2010), tentang penelitian karakteristik pellet kayu sengon. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui karakteristik pellet kayu sengon yang meliputi kadar air, kerapatan, kadar abu, nilai kalor dan penyalaan pellet kayu sengon. Pada penelitian tersebut ukuran serbuk kayu sengon 22 *mesh*. Kemudian dipanaskan dengan suhu 90°C, 110°C dan 130°C. Setelah proses pemanasan serbuk dicetak menggunakan tekanan 93 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.3 di bawah ini:

Tabel 2.3 Karakteristik Pellet Kayu Sengon dan Standar Pellet  
Austria, Selandia Baru dan Swedia.

| Karakteristik<br>Pellet           | Perlakuan |       |       | Standar Pellet Kayu |                  |                 |
|-----------------------------------|-----------|-------|-------|---------------------|------------------|-----------------|
|                                   | 90°C      | 110°C | 130°C | Austria             | Selandia<br>baru | Swedia          |
| Kadar Air (%)                     | 3,87      | 3,55  | 3,48  | Maks 12             | Maks 8           | Maks 10         |
| Kerapatan<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 790       | 880   | 960   | -<br>Maks           | Min 641          | Min 600<br>Maks |
| Kadar Abu (%)                     | 0,68      | 0,71  | 0,73  | 0,5                 | Maks 1           | 0,7             |
| Nilai Kalor<br>(MJ/kg)            | 18,12     | 18,42 | 19,08 | Min 18              | Min 19,1         | Min<br>16,9     |
| Penyalaan<br>(Detik)              | 4,19      | 3,51  | 2,98  | -                   | -                | -               |
| Pembakaran<br>(Mesnit)            | 8,36      | 7,15  | 6,03  |                     |                  |                 |

Sumber : (Sanusi, 2010)



## 2.2 Briket

Briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan yang mempunyai bentuk tertentu dengan ukuran briket bervariasi. Pemilihan proses pembriketan tentunya harus mengacu pada segmen pasar agar dicapai nilai ekonomis, teknis dan lingkungan yang optimal. Pembriketan bertujuan untuk memperoleh suatu bahan bakar yang berkualitas yang dapat digunakan untuk semua sektor sebagai sumber energi pengganti yang ramah lingkungan (Virgiawan, 2014).



Gambar 2.2 Briket arang limbah serbuk kayu.

Menurut Patabang (2012), bahan biomass yang dapat digunakan untuk pembuatan briket berasal dari :

1. Limbah pengolahan kayu seperti : *logging residues, bark, saw dusk, shavinos, waste timber.*
2. Limbah pertanian seperti: jerami, sekam padi, ampas tebu, daun kering, tongkol jagung.
3. Limbah bahan berserat seperti: serat kapas, goni, sabut kelapa.
4. Limbah pengolahan pangan seperti kulit kacang-kacangan, biji-bijian, kulit-kulitan.
5. *Selulosa* seperti, limbah kertas, karton.

Secara umum beberapa spesifikasi briket yang dibutuhkan oleh konsumen adalah daya tahan briket, ukuran, bentuk, bersih (tidak berasap), dan sifat pembakaran

yang sesuai dengan kebutuhan mudah dibakar, efisiensi energi, pembakaran yang stabil, tahan lama (Virgiawan, 2014).

Table 2.4 Standar Kualitas Mutu Briket Dibeberapa Negara.

| Sifat   | Jepang      | Amerika | Inggris | Indonesia |
|---|-------------|---------|---------|-----------|
| Kadar Air (%)   | 6-8         | 6,2     | 3,6     | 7,57      |
| Kadar Abu (%)   | 3-6         | 8,3     | 5,9     | 5,51      |
| Kadar zat mudah menguap (%)                                 | 15-30       | 19-28   | 16,4    | 16,14     |
| Kadar karbon terikat (Fixed carbon) (%)                     | 60-80       | 60      | 75,3    | 78,38     |
| Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ )                               | 1,0-1,2     | 1       | 0,48    | 0,44      |
| Keteguhan tekan (Compressive strength) ( $\text{kg/cm}^2$ ) | 60-65       | 62      | 12,7    | -         |
| Nilai kalor bakar (Calor value) (kal/g)                     | 6.000-7.000 | 6.230   | 7.289   | 6.814     |

Sumber: (Hendra, 2008)

Pembuatan briket pada prinsipnya adalah pemadatan material untuk diubah ke bentuk tertentu. Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan briket antara lain sebagai berikut:

#### 1. Bahan Baku

Briket dapat dibuat dari bermacam-macam bahan baku, seperti serbuk gergaji kayu, ampas tebu, sekam padi, tongkol jagung, batubara dan battron ash. Bahan utama yang harus terdapat didalam briket adalah bahan utama yang memiliki nilai kalor baik, karena semakin tinggi kandungan nilai kalor maka semakin baik pula kualitas briket tersebut. Briket yang mengandung zat terbang yang terlalu tinggi cenderung mengeluarkan asap dan bau tidak sedap.

#### 2. Bahan Perekat

Menurut (Riyanto, 2009) Pembriketan pada tekanan rendah membutuhkan bahan pengikat untuk membantu pembentukan ikatan di antara partikel biomasa.

Penambahan pengikat dapat meningkatkan kekuatan briket. Ada beberapa macam bahan pengikat yang digunakan dalam pembriketan yaitu pengikat organik (tetes tebu, *coal tar*, *bitumen*, kanji, resin) dan pengikat in-organik (tanah liat, semen, *lime*, *sulphite liquor*). Ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam memilih *binder* yang akan digunakan sebagai pengikat, antara lain :

- a. Kesesuaian antara *binder* dengan bahan yang akan diikat.
- b. Kemampuan *binder* untuk dapat meningkatkan sifat-sifat briket.
- c. Kemudahan untuk memperolehnya.
- d. Harga *binder*.

Bahan pengikat yang digunakan dalam penelitian ini dipilih dari bahan organik yaitu tepung tapioka atau kanji. Tepung tapioka yang ditambah dengan air akan memiliki sifat perekat yang biasanya kita kenal sebagai perekat kanji. Perekat tapioka ini umum digunakan sebagai perekat briket karena mudah didapat dan harganya relatif murah. Pertimbangan lain bahwa perekat tapioka dalam penggunaannya menimbulkan asap yang lebih sedikit dibandingkan bahan lain. Menurut (Triono, 2006) pembuatan perekat tapioka yaitu dengan menggunakan perbandingan komposisi tapioka dan air 1 : 10. Contoh perekat tapioka disajikan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Perekat tapioka  
Sumber: (Virgiawan, 2014)

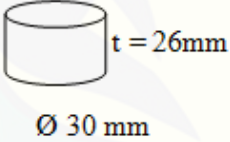
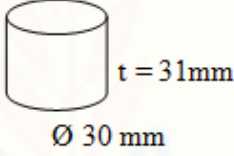
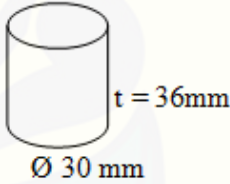
Kelemahan perekat kanji atau tapioka mempunyai sifat tidak tahan terhadap kelembaban. Hal ini disebabkan tapioka mempunyai sifat dapat menyerap air dari udara.



### 2.3 Dimensi

Dimensi adalah ukuran yang meliputi panjang, luas, tinggi, lebar, dan sebagainya, dari pengertian ini dimensi kurang lebih sama seperti dimensi yang digunakan untuk matematika maupun fisika.

Penelitian ini mempunyai tiga variasi yaitu variasi A, B, dan C dengan berat total semua variasi sama 120 gram, variasi A terdiri 12 spesimen masing-masing briket dengan berat 10 gram, variasi B sebanyak 10 spesimen dengan berat masing-masing briket 12 gram, dan variasi C ada 8 spesimen dengan berat masing-masing briket 15 gram. Semua briket memiliki diameter yang sama sesuai cetakan hanya saja tinggi setiap variasi yang berbeda. Contoh gambar ketiga variasi dimensi briket dapat dilihat dalam gambar dibawah ini:

| A  | B  | C  |
|--|--|--|
| <br>Ø 30 mm | <br>Ø 30 mm | <br>Ø 30 mm |

Gambar 2.4 Contoh gambar ketiga dimensi briket

### 2.4 Karakteristik Pembakaran

Pembakaran merupakan reaksi kimia yg cepat antara oksigen dan bahan yang dapat terbakar, disertai timbulnya cahaya dan menghasilkan kalor. Jadi proses pembakaran bisa terjadi jika ada: Bahan bakar, pengoksidasi (oksigen / udara), dan panas.

Menurut Sulistyanto (2006), faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran bahan bakar padat, antara lain :

- Ukuran partikel

Partikel yang lebih kecil ukurannya akan lebih cepat terbakar.

- Kecepatan aliran udara  
Laju pembakaran biobriket akan naik dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara dan kenaikan temperatur
- Jenis bahan bakar  
Jenis bahan bakar akan menentukan karakteristik bahan bakar. Karakteristik tersebut antara lain kandungan *volatile matter* dan kandungan *moisture*.
- Temperatur pembakaran  
Kenaikan temperatur udara pembakaran menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran.

#### 2.4.1 Waktu Pembakaran

Waktu pembakaran adalah lamanya pembakaran sejak mulai pembakaran hingga akhir pembakaran (total lamanya pembakaran). Akhir pembakaran ditandai dengan briket yang telah habis (Baso, 2008). Menurut (David, 2013) 200g briket komposit yang dibakar dalam tungku arang dan waktu pembakaran diukur. Secara rata-rata, briket dari partikel terbesar membakar hanya untuk 19,25 menit, sedangkan dari partikel terkecil bereaksi sampai 28 menit (Saptoadi, 2008). Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran partikel maka waktu pembakaran akan semakin cepat karena rendahnya kerapatan yang terjadi pada briket, dan kenaikan temperature pembakaran menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran.

#### 2.4.2 Temperatur Pembakaran

Temperatur pembakaran merupakan besaran yang menyatakan derajat panas yang dihasilkan oleh briket selama proses pembakaran mulai api menyala sampai menjadi abu. Cara penentuan suhu dapat dilihat pada kenaikan angka digital pada alat termokopel (Baso, 2008). Untuk mencapai temperatur yang maksimum bahan bakar harus benar-benar bercampur dengan oksigen dan reaksi harus berlangsung dengan sempurna. Semua panas yang dilepas oleh reaksi menjadi panas produk.

Saputro (2009) meneliti karakteristik pembakaran briket arang tongkol jagung dengan hasil penelitian dengan variasi laju aliran massa udara 0,2 m/s, 0,4 m/s, 0,6 m/s dan 0,8 m/s adalah perubahan temperatur pembakaran dari temperatur awal 200°C sampai temperatur puncak berkisar antara 286°C -292°C. Aliran massa udara yang dapat memenuhi kebutuhan udara kering tersebut adalah 0,6 m/s. Pembakaran pada aliran massa udara 0,6 m/s merupakan pembakaran dengan pencapaian temperatur tertinggi yaitu 292°C, hal ini dipengaruhi oleh massa udara yang dialirkan pada saat pembakaran. Udara akan mengurangi atau memperlambat pencapaian temperatur maksimum. Sehingga semakin kecil kecepatan aliran udara yang diberikan semakin tinggi temperatur yang dicapai pada pembakaran. Temperatur tertinggi pada aliran 0,6 m/s dicapai selama 10 menit, hal ini berbeda pada aliran udara 0,8 m/s dan 1,0 m/s masing-masing mencapai temperature tertinggi pada menit ke 13 dan 15.

#### 2.4.3 Laju Pembakaran

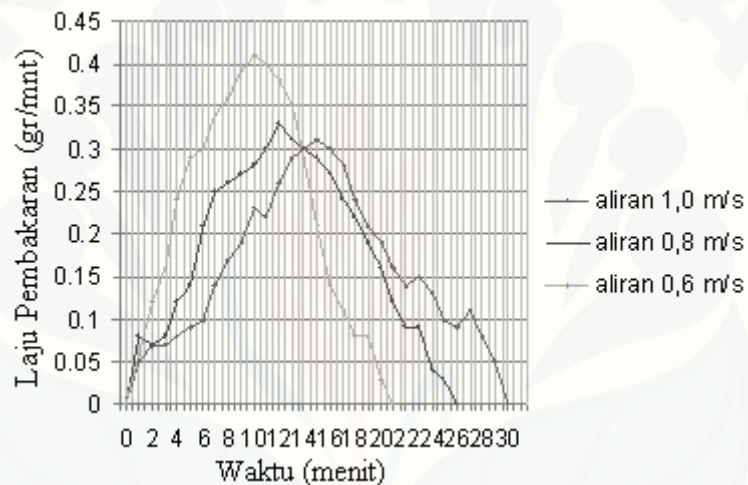
Laju pembakaran merupakan laju oksidasi dikarenakan membutuhkan oksigen dalam reaksinya. Laju pembakaran biobriket semakin tinggi dengan semakin tingginya kandungan senyawa yang mudah menguap (*volatile matter*). Biobriket dengan nilai kalor yang tinggi dapat mencapai suhu pembakaran yang tinggi dan pencapaian suhu optimumnya cukup lama. Semakin besar kerapatan (*density*) biobriket maka semakin lambat laju pembakaran yang terjadi. Namun, semakin besar kerapatan biobriket menyebabkan semakin tinggi pula nilai kalornya. Laju pembakaran dapat didekati dengan rumus.

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{M_0}{\Delta t} = \dots\dots\dots (\text{gram}/\text{menit}) \dots\dots\dots (2.1)$$

Ket:  $M_0$  = Massa briket awal (gram)

$\Delta t$  = Perubahan waktu pembakaran (menit)

Saputro (2009), meneliti laju pembakaran briket yang terbuat dari arang tongkol jagung dengan kecepatan udara 0,2 m/s, 0,4 m/s, 0,6 m/s dan 0,8 m/s. Briket yang dibuat diuji karakteristik pembakarannya. Peneliti menyimpulkan laju pembakaran paling cepat adalah pada aliran massa udara 0,6 m/s. Laju pembakaran dipengaruhi oleh temperatur, dimana semakin tinggi temperatur maka semakin singkat waktu yang dibutuhkan dalam pembakaran. Tingginya temperatur juga berpengaruh pada pencapaian titik puncak dalam laju pembakaran. Grafik menunjukkan titik puncak tertinggi dicapai oleh aliran massa udara 0,6 m/s, yaitu 0,41 gram/menit, seperti yang terlihat pada Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Grafik laju pembakaran.  
Sumber: (Saputro, 2009)

#### 2.4.4 Kalor Pembakaran

Kalor pembakaran merupakan salah satu konsep dari termokimia yang dikategorikan sebagai jenis-jenis kalor reaksi. Pengertian dari kalor pembakaran adalah kalor yang diserap oleh pembakaran suatu unsur atau senyawa, berbeda dengan nilai kalor yang merupakan panas yang dihasilkan oleh bahan bakar. Kalor berbeda dengan suhu, karena suhu adalah ukuran dalam satuan derajat panas. Kalor merupakan suatu kuantitas atau jumlah panas baik yang diserap maupun dilepaskan oleh suatu benda (Irawan, 2014).



Kalor didefinisikan sebagai energi panas yang dimiliki oleh suatu zat. Secara umum untuk mendeteksi adanya kalor yang dimiliki oleh suatu benda yaitu dengan mengukur suhu benda tersebut. Jika suhunya tinggi maka kalor yang dikandung oleh benda sangat besar. Begitu juga sebaliknya jika suhunya rendah maka kalor yang dikandung sedikit. Dari hasil percobaan yang sering dilakukan besar kecilnya suatu kalor yang dibutuhkan suatu benda (zat) bergantung pada 3 faktor yaitu massa zat, jenis zat (kalor jenis), dan perubahan suhu.

Menurut (Dewi, 2012) Reaksi suatu zat dengan oksigen disebut reaksi pembakaran. Zat yang mudah terbakar adalah unsur karbon, hidrogen, belereng, dan berbagai senyawa dari unsur tersebut. Reaksi pembakaran dapat dikatakan sempurna apabila:

- a. Karbon (C) terbakar menjadi  $\text{CO}_2$
- b. Hidrogen (H) terbakar menjadi  $\text{H}_2\text{O}$
- c. Belereng (S) terbakar menjadi  $\text{SO}_2$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \dots\dots\dots (2.2)$$

Ket: Q = Kalor Reaksi (Kalori)  
 m = Massa Air (gram)  
 c = Kalor Jenis Air ( $\text{Kal/g } ^\circ\text{C}$ ) =  $1 \text{ Kal/g } ^\circ\text{C}$   
 $\Delta T$  = Perubahan Suhu ( $T_2 - T_1$ ) ( $^\circ\text{C}$ )

Jamilatun (2008), meneliti tentang Sifat-sifat penyalaan dan pembakaran briket biomassa, briket batubara dan arang kayu, dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa tempurung kelapa memiliki lama menyala terpanjang yaitu 116 menit dengan kecepatan pembakaran 126,6 gram/detik dan nilai kalor tertinggi sebesar 5.779,1 kal/gram. Untuk mendidihkan 1 liter air, semua jenis briket yang diuji membutuhkan waktu antara 5 sampai 7 menit. Jika dibandingkan dengan briket batubara yang memiliki nilai kalor 6.058 kal/gram dan arang kayu dengan nilai kalor 3.583 kal/gram maka briket tempurung kelapa cukup baik digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

## 2.5 Proses Pembakaran

Menurut (Taufiq, 2008). Pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan oksidator dengan menimbulkan nyala dan panas. Bahan bakar (*fuel*) merupakan segala substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S). Sementara oksidator adalah segala substansi yang mengandung oksigen (misalnya udara) yang akan bereaksi dengan bahan bakar.

Dalam proses pembakaran fenomena-fenomena yang terjadi antara lain interaksi proses-proses kimia dan fisika, pelepasan panas yang berasal dari energi ikatan-ikatan kimia, proses perpindahan panas, proses perpindahan massa, dan gerakan fluida. Proses pembakaran akan terjadi jika unsur-unsur bahan bakar teroksidasi. Proses ini akan menghasilkan panas sehingga akan disebut sebagai proses oksidasi eksotermis. Jika oksigen yang dibutuhkan untuk proses pembakaran diperoleh dari udara.

Pada temperatur yang sangat tinggi gas-gas pecah atau terdisosiasi menjadi gas-gas yang tak sederhana, dan molekul-molekul dari gas dasar akan terpecah menjadi atom-atom yang membutuhkan panas dan menyebabkan kenaikan temperatur. Reaksi akan bersifat endotermik dan disosiasi tergantung pada temperatur dan waktu kontak. Berdasar proses pembakarannya, pembakaran dapat dibedakan menjadi :

1. Pembakaran sempurna merupakan pembakaran yang terjadi apabila karbon terbakar dengan oksigen yang cukup.
2. Pembakaran tak sempurna merupakan pembakaran yang terjadi apabila karbon terbakar dengan oksigen yang tidak cukup.
3. Pembakaran dengan udara berlebih merupakan pembakaran yang terjadi apabila karbon terbakar dengan oksigen yang berlebih, sehingga dalam pembakaran menghasilkan unsur oksigen.

## 2.6 Aliran Udara Dalam Pipa

Fluida adalah zat-zat yang mampu mengalir dan menyesuaikan diri dengan bentuk wadah tempatnya atau zat yang akan berdeformasi terus-menerus selama dipengaruhi oleh suatu tegangan geser. Aliran fluida dalam pipa banyak dipengaruhi oleh berbagai macam faktor yang mengakibatkan penurunan tekanan atau kerugian tekanan sepanjang aliran pipa tersebut. Aliran berkembang penuh (*fully developed flow*) adalah aliran di dalam pipa yang mana profil kecepatan tetap, tidak berubah akibat pengaruh jarak, aliran ini terjadi pada (*internal flow*) dimana aliran berkembang penuh setelah melewati lapisan batas. Bilangan *reynolds* merupakan bilangan rasio antara gaya inersia terhadap gaya viskositas yang mengkuantifikasikan hubungan kedua gaya tersebut dengan suatu kondisi aliran tertentu. Osborne Reynolds telah mencoba menentukan bila dua situasi aliran yang berbeda akan serupa, dengan mengubah satuan panjang dan waktu dalam suatu persamaan dan dengan menentukan syarat yang harus dipenuhi agar persamaan-persamaan itu identik dengan persamaan-persamaan yang asli. Reynold mendapatkan bahwa: (Potter and Wiggert, 2008).

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Dimana:  $Re$  = Bilangan Reynold

$V$  = Kecepatan Udara (m/s)

$D$  = Diameter Pipa (m)

$\nu$  = Viskositas ( $m^2/s$ )

Untuk memperoleh panjang pipa ideal ( $L_E$ ) guna mendapatkan aliran berkembang penuh menggunakan rumus sebagai berikut: (Munson, 2003).

$$L_E = 0,065 \cdot Re \cdot D \quad (\text{Jika Laminer}).$$

$$L_E = 4,4 \cdot (Re)^{1/6} \cdot D \quad (\text{Jika Turbulen}).$$



Keterangan:  $L_E$  = Panjang Pipa (m)  
 $Re$  = Bilangan Reynold  
 $D$  = Diameter Pipa (m)

### 2.7 Hipotesa

Semakin banyak jumlah briket dengan dimensi yang kecil menyebabkan luas permukaan briket semakin besar, sehingga laju pembakaran dan waktu pembakaran semakin cepat. Semakin banyak jumlah briket dengan dimensi yang kecil menyebabkan jumlah panas yang dikeluarkan semakin banyak seiring dengan bertambahnya jumlah briket sehingga temperatur pembakaran semakin tinggi dan kalor pembakaran juga semakin tinggi.

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu suatu metode yang digunakan untuk menganalisis karakteristik pembakaran briket limbah serbuk kayu sengon terhadap variasi dimensi briket.

#### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang meliputi pembuatan arang limbah serbuk kayu sengon, pembuatan briket, uji laju pembakaran, temperatur pembakaran, *burning time*, dan kalor pembakaran. Waktu penelitian berlangsung selama 5 bulan yaitu dimulai dari bulan Mei 2015 sampai dengan bulan September 2015.

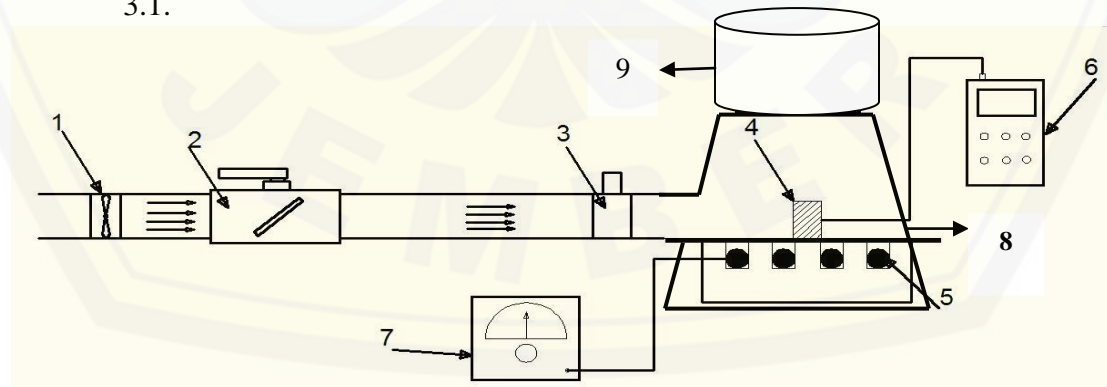
#### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan meliputi:

##### 3.3.1 Alat

Alat – alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

1. Alat uji pembakaran prototipe dan spesifikasinya dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Uji pembakaran prototipe

Keterangan:

1. *Fan* (kipas)
2. Katup
3. Anemometer
4. Briket
5. Elemen pemanas
6. *Termometer reader*
7. *Termostat*
8. Tungku
9. Panci Air

2. Perlengkapan Pendukung :

- a) Cetakan briket, D= 30 mm
- b) Kabel termokople
- c) *Thermostat*
- d) Anemometer
- e) *Fan*
- f) Panci Air
- g) Timbangan digital
- h) Stopwatch
- i) Tabung karbonasi
- j) Tungku
- k) Alat pengepres briket

### 3.3.2 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam pembuatan briket adalah:

1. Limbah serbuk kayu sengon
2. Tepung tapioka
3. Air

### 3.4 Variabel Penelitian

#### 3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dari penelitian ini adalah dengan suhu pirolisis  $400^{\circ}$ , ukuran partikel arang limbah serbuk kayu sengon mesh 70, perbandingan komposisi bahan perekat, arang dan air 30% : 70% : 10%, tekanan  $150 \text{ kg/cm}^2$ , lama penekanan 1 menit dan laju aliran udara konstan yaitu 0,6 m/s. Adapun tabel keterangan spesimen dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Table 3.1 Keterangan nama sampel.

| NO. | Nama Briket | Keterangan  |
|-----|-------------|---|
| 1   | A           | 12 Spesimen masing-masing berat briket 10 gram dengan total berat basah 120 gram. |
| 2   | B           | 10 Spesimen masing-masing berat briket 12 gram dengan total berat basah 120 gram. |
| 3   | C           | 8 Spesimen masing-masing berat briket 15 gram dengan total berat basah 120 gram.  |

#### 3.4.2 Variabel terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah:

$T$  = Temperatur Pembakaran ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_0$  = Suhu awal ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_1$  = Suhu akhir ( $^{\circ}\text{C}$ )

$M$  = laju pembakaran (gram/menit)

$Q$  = Kalor Reaksi (kalori)

$t$  = Waktu Pembakaran (menit)

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Pembuatan arang limbah serbuk gergaji kayu sengon.

- 1) Limbah serbuk gergaji sengon dibersihkan dari kotoran dengan menggunakan air.

- 2) Limbah serbuk gergaji kayu sengon dikeringkan selama 2 hari di bawah sinar matahari sampai dianggap sudah kering.
- 3) Menyiapkan drum karbonasi.
- 4) Memasukkan serbuk kayu sengon ke dalam drum karbonasi.
- 5) Menyalakan drum karbonasi.
- 6) Mengatur *thermostat* dengan suhu 400°C.
- 7) Proses pengarangan dilakukan hingga temperatur 400°C.
- 8) Proses pengarangan dilakukan hingga 30 menit sampai menjadi arang limbah serbuk gergaji kayu sengon.

### 3.5.2 Tahapan Pembuatan Briket

- a. Pembuatan briket dengan variasi dimensi A, B, C.
  1. Arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dihancurkan atau ditumbuk.
  2. Setelah ditumbuk arang limbah serbuk gergaji kayu sengon diayak dengan ukuran 70 mesh.
  3. Arang limbah serbuk gergaji kayu tersebut ditimbang dengan berat basah keseluruhan setiap variasi A, B, C 120 gram, dengan perbandingan komposisi arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dan perekat 70% : 30%.
  4. Dengan total berat basah keseluruhan setiap variasi A, B, C 120 gram yaitu A= 12 Spesimen masing-masing berat basah briket 10 gram dengan berat basah total 120 gram, B= 10 Spesimen masing-masing berat basah briket 12 gram dengan berat basah total 120 gram, dan C= 8 Spesimen masing-masing berat basah briket 15 gram dengan berat basah total 120 gram.
  5. Mencampurkan arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan perekat tepung tapioka hingga tercampur merata.



6. Setelah adonan campuran arang, tepung tapioka dan air tercampur dengan baik maka selanjutnya dilakukan pencetakan pada alat press cetak briket dengan tekanan  $150 \text{ kg/cm}^2$  dan ditahan selama 1 menit.
7. Kemudian briket dikeluarkan dari cetakan dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 8 jam.

### 3.5.3 Tahapan Penelitian

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengujian waktu pembakaran, temperatur pembakaran, dan laju pembakaran dengan menggunakan alat uji pembakaran prototipe;

Pada pengujian ini tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Tahapan persiapan pengambilan data

Setelah proses pembuatan arang briket limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan bahan perekat tepung tapioka berjalan dengan baik maka sampel briket arang siap untuk di uji dengan alat uji pembakaran prototipe.

Tahapan proses pengujian dapat diperinci sebagai berikut:

- b. Memasang dan menyetel alat-alat yang digunakan.
- c. Menghidupkan elemen pemanas hingga mencapai suhu  $350^{\circ}\text{C}$ .
- d. Menghidupkan anemometer dan *fan*.
- e. Mengatur kecepatan udara hingga  $0,6 \text{ m/s}$ .
- f. Meletakkan briket arang limbah serbuk kayu sengon diatas elemen pemanas dengan jarak  $1,9 \text{ cm}$  sesuai dengan variasi dimensi briket.
- g. Memulai pengujian dengan mengamati waktu pembakaran, temperatur pembakaran dan menghitung laju pembakaran.
- h. Mencatat lamanya waktu nyala api sampai dengan menjadi abu, temperatur pembakaran, dan menghitung laju pembakaran.
- i. Mengulangi pengujian dengan briket limbah serbuk kayu sengon dengan variasi dimensi yang berbeda yaitu variasi B, C.

j. Pengambilan Data.

2. Pengujian kalor pembakaran menggunakan alat uji pembakaran prototipe dengan memanaskan air 200 ml sampai mendidih;

Pada pengujian ini tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

a. Tahapan persiapan pengambilan data

Setelah proses pembuatan arang briket limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan bahan perekat tepung tapioka berjalan dengan baik maka sampel briket arang siap untuk di uji dengan alat uji pembakaran prototipe.

Tahapan proses pengujian dapat diperinci sebagai berikut:

b. Memasang dan menyetel alat-alat yang digunakan.

c. Menghidupkan elemen pemanas hingga mencapai suhu  $350^{\circ}\text{C}$ .

d. Menghidupkan anemometer dan *fan*.

e. Mengatur kecepatan udara hingga 0,6 m/s.

f. Meletakkan briket arang limbah serbuk kayu sengon diatas elemen pemanas dengan jarak 1,9 cm sesuai dengan variasi dimensi briket.

g. Meletakkan panci yang berisi air 200 ml diatas tungku.

h. Mengukur dan mencatat suhu awal air.

i. Menimbang dan mencatat briket sebelum dilakukan pembakaran

j. Menyalakan briket

k. Memulai pengujian dengan mengamati kenaikan suhu air hingga  $50^{\circ}\text{C}$ .

l. Mulai menghitung kalor pembakaran menggunakan rumus kalor pembakaran.

m. Mengulangi pengujian dengan briket limbah serbuk kayu sengon dengan variasi dimensi yang berbeda yaitu variasi B, C.

n. Pengambilan data.

Tabel-tabel pengamatan dan pengujian disajikan pada Tabel 3.2 sampai dengan Tabel 3.5 di bawah ini:

Tabel 3.2 Pengamatan Waktu Pembakaran Briket.

| Nama Bahan | Dimensi | Berat Kering Briket (gram) | Waktu (menit) |
|------------|---------|----------------------------|---------------|
| A1         |         |                            |               |
| A2         |         |                            |               |
| A3         |         |                            |               |
| B1         |         |                            |               |
| B2         |         |                            |               |
| B3         |         |                            |               |
| C1         |         |                            |               |
| C2         |         |                            |               |
| C3         |         |                            |               |

Tabel 3.3 Pengamatan Temperatur Pembakaran Briket.

| Nama Bahan | Dimensi | Berat Kering Briket (gram) | Temperatur (°C) |
|------------|---------|----------------------------|-----------------|
| A1         |         |                            |                 |
| A2         |         |                            |                 |
| A3         |         |                            |                 |
| B1         |         |                            |                 |
| B2         |         |                            |                 |
| B3         |         |                            |                 |
| C1         |         |                            |                 |
| C2         |         |                            |                 |
| C3         |         |                            |                 |

Tabel 3.4 Pengamatan uji laju pembakaran.

| Nama Bahan | Dimensi | Berat Kering Briket (gram) | Waktu (menit) | Laju Pembakaran (gram/menit) |
|------------|---------|----------------------------|---------------|------------------------------|
| A1         |         |                            |               |                              |
| A2         |         |                            |               |                              |
| A3         |         |                            |               |                              |
| B1         |         |                            |               |                              |
| B2         |         |                            |               |                              |
| B3         |         |                            |               |                              |
| C1         |         |                            |               |                              |
| C2         |         |                            |               |                              |
| C3         |         |                            |               |                              |

Tabel 3.5 Pengamatan kalor pembakaran briket.

| Nama Bahan | Dimensi | Kalor Pembakaran (kalori) |
|------------|---------|---------------------------|
| A1         |         |                           |
| A2         |         |                           |
| A3         |         |                           |
| B1         |         |                           |
| B2         |         |                           |
| B3         |         |                           |
| C1         |         |                           |
| C2         |         |                           |
| C3         |         |                           |

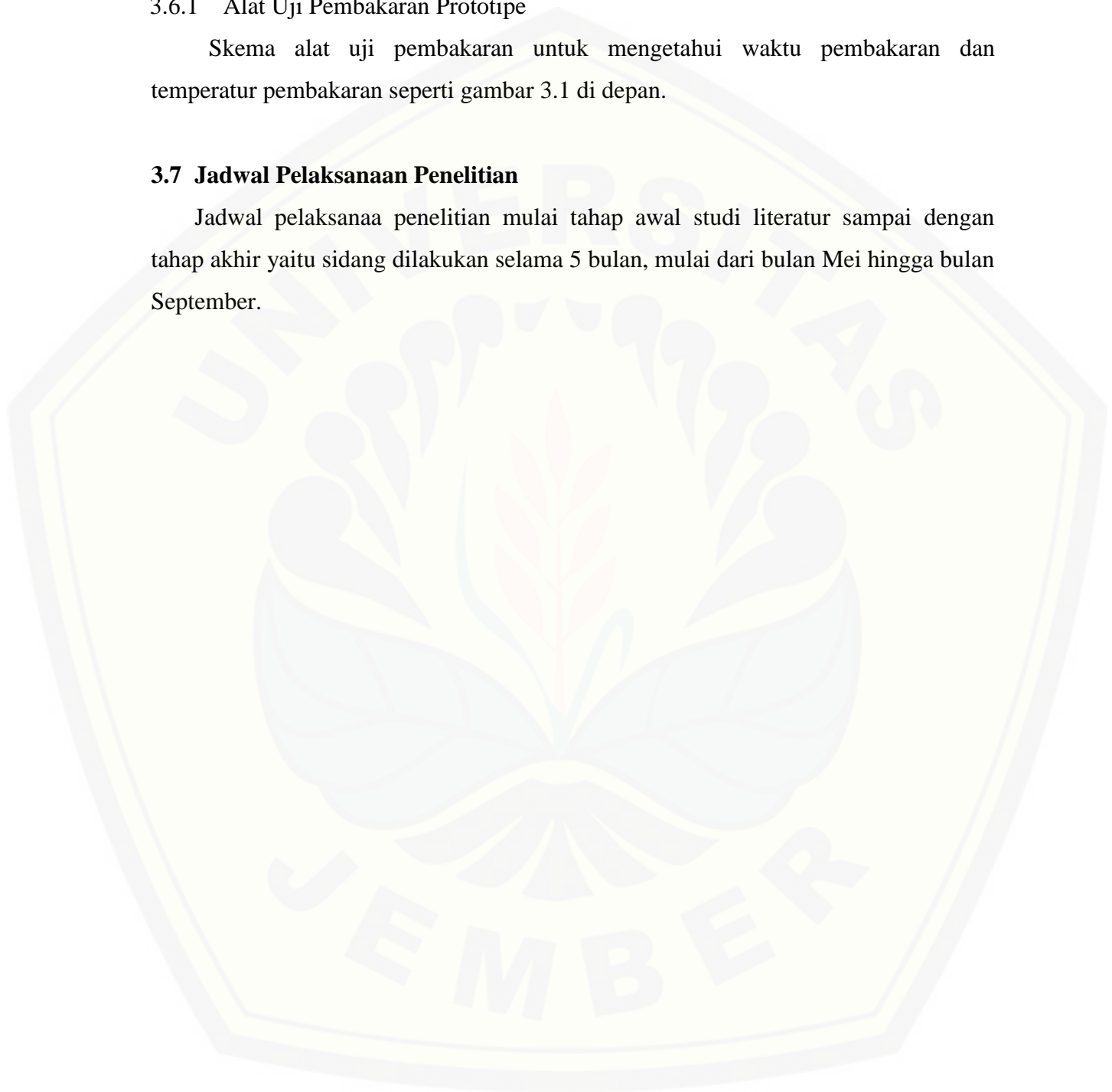
### **3.6 Skema Alat Uji**

#### **3.6.1 Alat Uji Pembakaran Prototipe**

Skema alat uji pembakaran untuk mengetahui waktu pembakaran dan temperatur pembakaran seperti gambar 3.1 di depan.

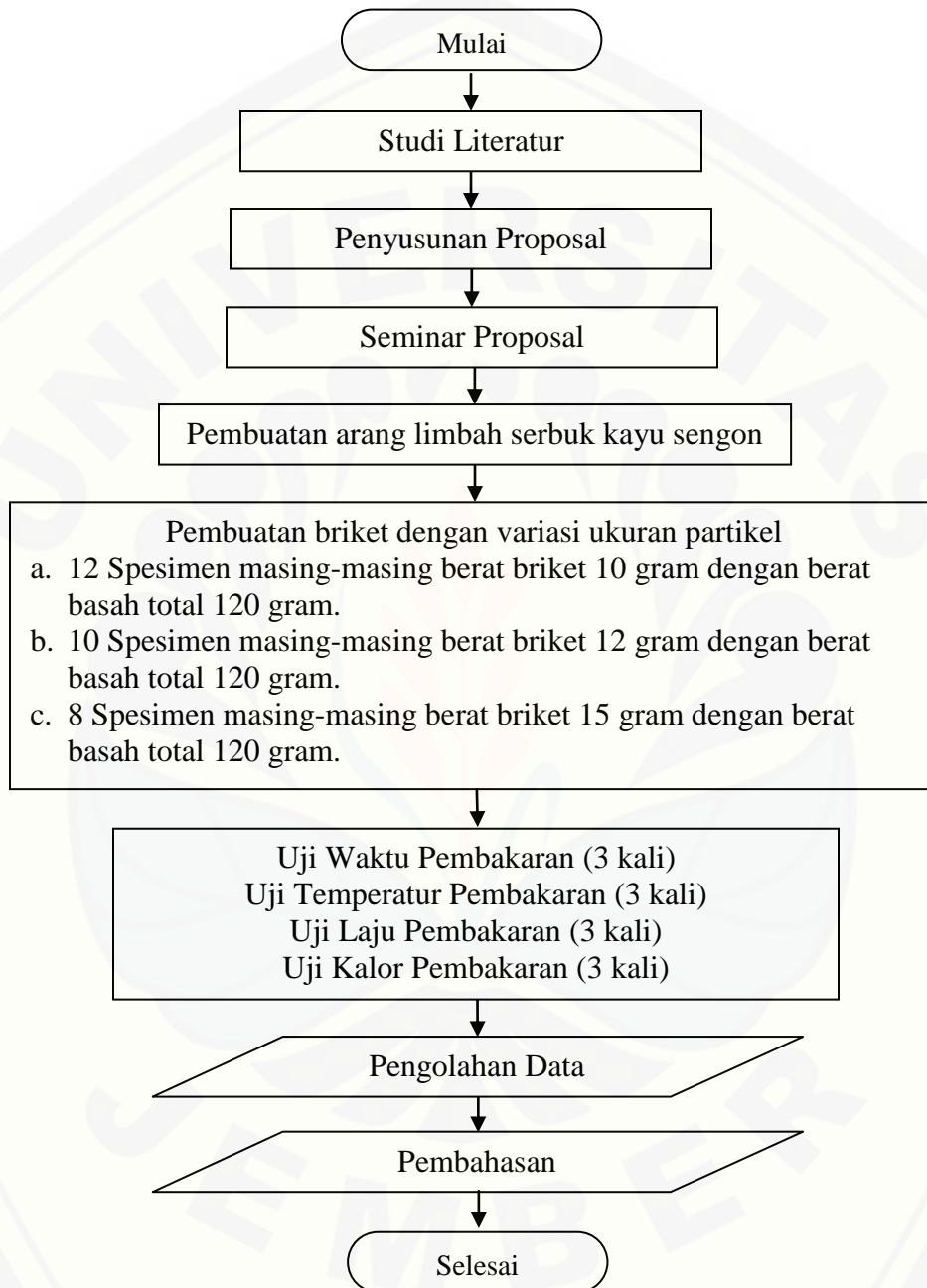
### **3.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian**

Jadwal pelaksanaan penelitian mulai tahap awal studi literatur sampai dengan tahap akhir yaitu sidang dilakukan selama 5 bulan, mulai dari bulan Mei hingga bulan September.





### 3.8 Diagram Alur Pengujian



Gambar 3.2 Diagram alur penelitian

### 3.9 Analisa Data

Lembar penulisan data hasil pengujian pembakaran disajikan dalam bentuk tabel 3.6 dengan total berat basah briket keseluruhan 120 gram pada setiap variasi, ukuran partikel mesh 70 dengan suhu pirolisis 400°C, dan tekanan pencetakan briket sebesar 150 kg/cm<sup>2</sup> yang bersifat tetap. Sedangkan variasi terletak pada pembagian briket dengan berat basah total yang sama 120 gram (10 gram sebanyak 12 spesimen), (12 gram sebanyak 10 spesimen), dan (15 gram sebanyak 8 spesimen). Penulisan data dilakukan setelah pengujian sebanyak 3 kali pengulangan. Tabel 3.6 analisa data dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 3.6 Analisa Data.

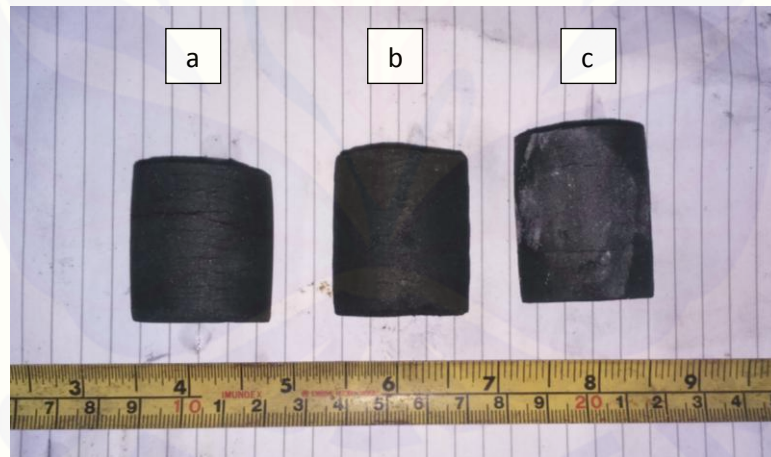
| No. | Nama Bahan  | Temperatur Pembakaran (°C) | Waktu Pembakaran (Menit) | Laju Pembakaran (gram/menit) | Kalor Pembakaran (kalori) |
|-----|-------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1   | A 1         |                            |                          |                              |                           |
| 2   | A 2         |                            |                          |                              |                           |
| 3   | A 3         |                            |                          |                              |                           |
| 4   | B 1         |                            |                          |                              |                           |
| 5   | B 2         |                            |                          |                              |                           |
| 6   | B 3         |                            |                          |                              |                           |
| 7   | C 1         |                            |                          |                              |                           |
| 8   | C 2         |                            |                          |                              |                           |
| 9   | C 3         |                            |                          |                              |                           |
| 10  | A rata-rata |                            |                          |                              |                           |
| 11  | B rata-rata |                            |                          |                              |                           |
| 12  | C rata-rata |                            |                          |                              |                           |

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pembahasan

#### 4.1.1 Karakteristik Pembakaran

Pembuatan briket dilakukan dengan pengarangan limbah serbuk kayu sengon dengan suhu  $400^{\circ}\text{C}$ . Limbah serbuk kayu sengon dihancurkan hingga menjadi butiran-butiran kecil kemudian diayak dengan ukuran mesh 70. Lalu dicampur dengan perekat tepung tapioka dan diracik sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan, briket dibuat dengan menggunakan penekanan  $150 \text{ kg/cm}^2$  dengan menggunakan alat penekan dan dicetak dalam bentuk silinder dengan diameter 30 mm dengan berat total berbeda setiap variasi dimensi. Hasil dari briket berbagai variasi dimensi ditunjukkan pada Gambar 4.1.



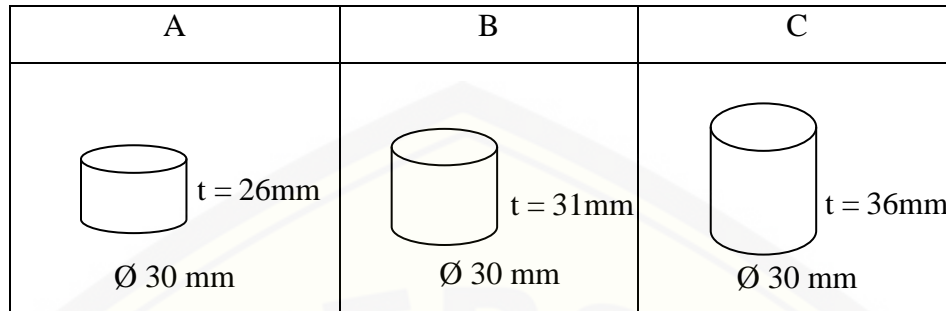
Gambar 4.1 Hasil ketiga dimensi briket.

Briket pada Gambar 4.1 kemudian diuji untuk mendapatkan karakteristik pembakaran. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Karakteristik Briket.

| Karakteristik Briket |             |                          |                            |                              |                           |
|----------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| No.                  | Nama Briket | Waktu Pembakaran (Menit) | Temperatur Pembakaran (°C) | Laju Pembakaran (gram/menit) | Kalor Pembakaran (Kalori) |
| 1                    | A           | 59,96                    | 431,66                     | 1,93                         | 4600                      |
| 2                    |             | 61,03                    | 445,00                     | 1,90                         | 4580                      |
| 3                    |             | 61,76                    | 431,33                     | 1,88                         | 4560                      |
|                      | Rata-rata A | 60,92                    | 436,00                     | 1,90                         | 4580                      |
| 1                    | B           | 72,95                    | 466,33                     | 1,59                         | 4720                      |
| 2                    |             | 68,23                    | 470,00                     | 1,69                         | 4560                      |
| 3                    |             | 66,45                    | 460,00                     | 1,74                         | 4320                      |
|                      | Rata-rata B | 69,21                    | 465,44                     | 1,67                         | 4533                      |
| 1                    | C           | 82,76                    | 723,33                     | 1,40                         | 4420                      |
| 2                    |             | 88,35                    | 742,00                     | 1,30                         | 4340                      |
| 3                    |             | 95,60                    | 766,33                     | 1,21                         | 4160                      |
|                      | Rata-rata C | 88,90                    | 743,88                     | 1,30                         | 4306                      |

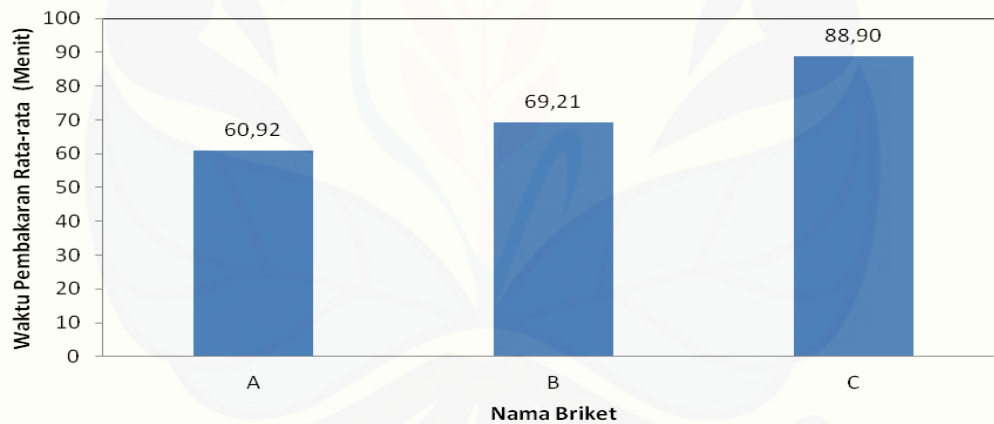
Dari Tabel 4.1 terlihat nilai karakteristik pembakaran dengan melakukan tiga kali pengulangan didapatkan beberapa parameter yaitu nilai pengujian waktu pembakaran, temperatur pembakaran, laju pembakaran, dan kalor pembakaran. Berdasarkan tiga kali pengulangan didapatkan nilai rata-rata pada setiap variasi dimensi briket dengan nilai rata-rata terlama waktu pembakaran pada briket dimensi C 88,90 menit, rata-rata temperatur tertinggi pada briket dimensi C 743,88 °C, rata-rata laju pembakaran terlama pada briket dimensi A 1,90 gram/menit, dan rata-rata kalor pembakaran tertinggi pada briket dimensi A 4580 kalori. Hasil penelitian diatas memiliki perbedaan yang disebabkan juga karena perbedaan dimensi. Perbedaan dimensi dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Gambar keterangan tinggi, dan diameter ketiga dimensi briket.

#### 4.1.2 Waktu Pembakaran

Waktu pembakaran adalah waktu yang dibutuhkan dari briket saat timbul titik nyala api sampai selesai terbakar habis (David dkk, 2013). Pada pengujian ini briket dibakar pada suhu 350<sup>0</sup>C dengan menggunakan elemen pemanas dengan jarak antara briket dan elemen pemanas sekitar 15 mm. Data hasil pengujian waktu pembakaran yang disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.3 Grafik pengujian waktu pembakaran rata-rata.

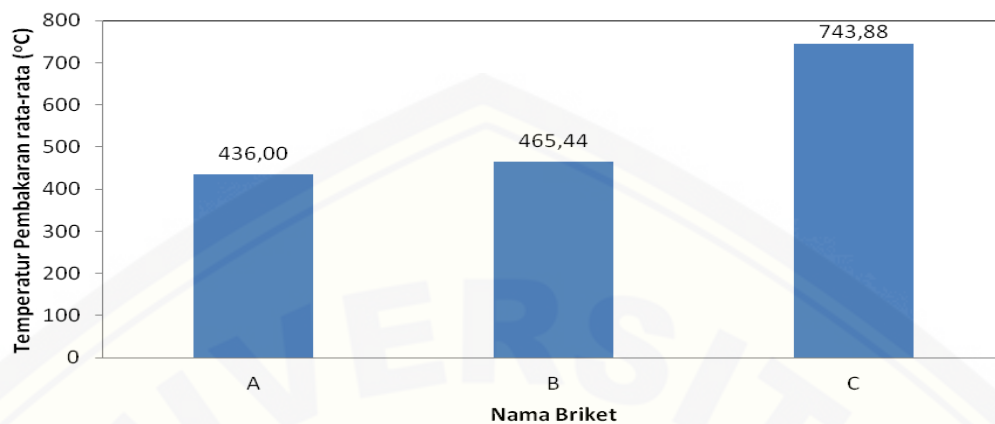
Waktu pembakaran pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa waktu pembakaran mengalami peningkatan dari briket dengan ukuran dimensi yang kecil sampai briket dengan ukuran yang lebih besar. Waktu pembakaran briket dimensi A mencapai 60 menit 9 detik, waktu pembakaran briket dimensi B mencapai 69 menit 21 detik, dan waktu pembakaran terlama pada briket dimensi C mencapai 88 menit 9 detik. Briket



dimensi C membutuhkan waktu yang lebih lama karena dimensi per satu briket lebih besar, sehingga dalam satu tungku hanya dapat di isi lebih sedikit briket, dan briket C memiliki celah antar briket yang lebih sedikit dibandingkan briket A dan briket B. Hal ini mengakibatkan udara yang masuk pada briket C lebih sedikit, sehingga waktu pembakaran lebih lama.

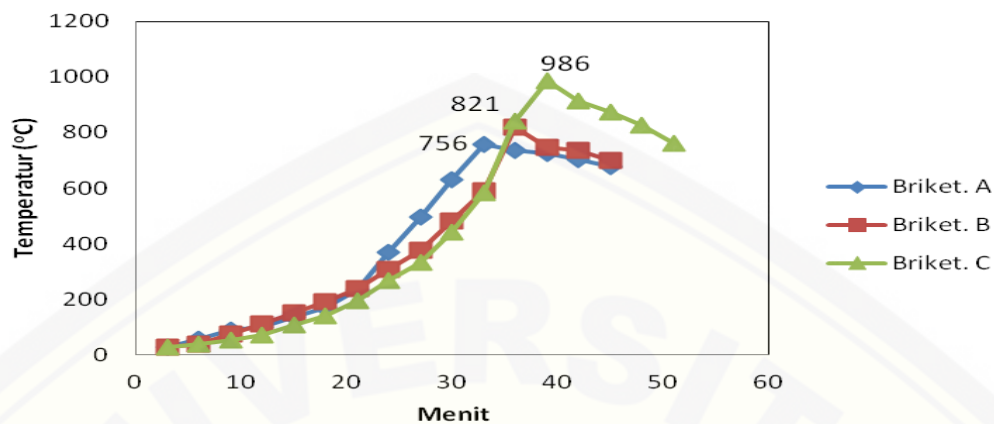
#### **4.1.3 Temperatur Pembakaran**

Temperatur pembakaran pada penelitian ini pada proses pembakaran briket dengan variasi dimensi didapatkan temperatur pada briket A sebesar  $436^{\circ}\text{C}$ , briket B dengan temperatur sebesar  $465,44^{\circ}\text{C}$ , dan briket C didapatkan temperatur tertinggi sebesar  $743,88^{\circ}\text{C}$ . Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.4 bahwa dimensi mempengaruhi temperatur pembakaran pada briket. Semakin banyak jumlah briket dengan dimensi yang kecil menyebabkan waktu pembakaran semakin cepat akan tetapi temperaturnya lebih rendah dibandingkan dengan briket dengan dimensi yang besar dengan jumlah briket yang sedikit. Hal ini berbeda dengan hipotesa awal yang menerangkan bahwa briket dimensi A memiliki temperatur pembakaran yang lebih tinggi, sedangkan pada hasil penelitian yang menunjukkan bahwa briket dimensi C memiliki temperatur tertinggi. Hal tersebut dikarenakan briket dimensi C membutuhkan waktu yang lebih lama dalam mempertahankan temperatur hingga mencapai temperatur tertinggi.



Gambar 4.4 Grafik pengujian temperatur pembakaran rata-rata.

Pada penelitian ini semua briket memiliki densitas yang sama yaitu sebesar  $0,0005 \text{ gram/mm}^2$  dengan luas permukaan yang berbeda. Luas permukaan sebuah briket A sebesar  $3862,2 \text{ mm}^2$ , briket B sebesar  $43332 \text{ mm}^2$ , dan briket C sebesar  $4804,2 \text{ mm}^2$ . Perbedaan luas permukaan tersebut menyebabkan waktu pembakaran untuk mencapai temperatur maksimum masing-masing briket berbeda. Tingginya temperatur maksimum pada briket C dipengaruhi oleh luas permukaan briket dan lamanya waktu pembakaran briket untuk mencapai temperatur maksimum. Pada briket dengan luas permukaan paling besar akan memiliki waktu lebih lama untuk mencapai temperatur maksimum sehingga panas yang dihasilkan akan lebih besar dibandingkan dengan briket yang memiliki luas permukaan lebih kecil. Lamanya waktu pembakaran briket untuk mencapai temperatur maksimum dapat dilihat pada Gambar 4.4.

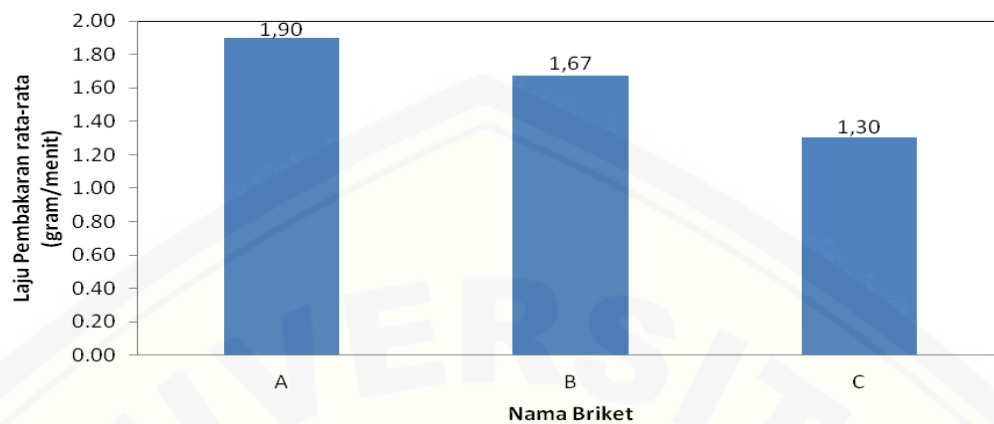


Gambar 4.5 Grafik perbandingan kenaikan temperatur briket  
Sampai temperatur maksimum.

Pada Gambar 4.5 dapat terlihat lamanya briket terbakar sampai temperatur maksimum menunjukkan bahwa briket dimensi C memiliki waktu yang lebih lama untuk mencapai temperatur maksimum 986 °C pada waktu 39 menit dibandingkan dengan briket dimensi A yang memiliki temperatur maksimum mencapai 756 °C pada waktu 33 menit. Hal ini disebabkan oleh semakin besarnya luas permukaan pada per satu briket C dibandingkan briket A, sehingga luas pembakaran atau daerah yang terbakar saat proses pembakaran akan semakin besar seiring besarnya luas permukaan briket tersebut.

#### 4.1.4 Laju Pembakaran

Laju pembakaran merupakan laju oksidasi dikarenakan membutuhkan oksigen dalam reaksinya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh waktu pembakaran dengan massa briket yang sama maka dapat diperoleh nilai laju pembakaran. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran A2.2 sesuai dengan hasil penelitian laju pembakaran tercepat terdapat pada briket dimensi A yang terlihat pada Gambar 4.6.



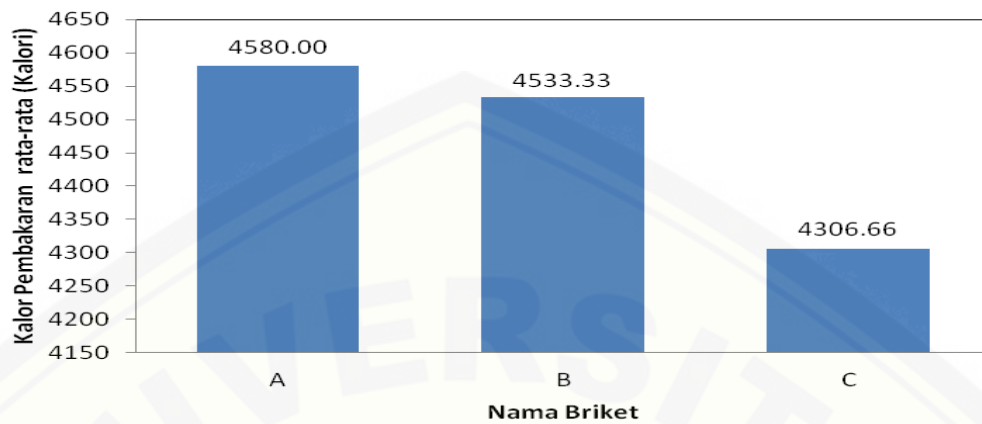
Gambar 4.6 Grafik pengujian laju pembakaran rata-rata.

Pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa ukuran briket dimensi A laju pembakaran sebesar 1,90 gram/menit, briket dimensi B sebesar 1,67 gram/menit, dan laju pembakaran untuk briket dimensi C sebesar 1,30 gram/menit. Dari hasil ini bisa dilihat bahwa laju pembakaran semakin lambat seiring dengan pertambahan ukuran dimensi briket, karena dengan massa yang sama briket dengan dimensi yang lebih besar dan luas permukaan per satu briket lebih besar pula memiliki waktu pembakaran semakin lama, sehingga briket dengan dimensi yang besar memiliki laju pembakaran semakin lambat dibandingkan dengan briket dimensi yang kecil.

#### 4.1.5 Kalor Pembakaran

Kalor pembakaran adalah kalor yang dilepaskan atau diserap oleh 1 mol unsur atau senyawa. Pengujian terhadap kalor pembakaran bertujuan untuk mengetahui sejauh mana nilai panas pembakaran yang dihasilkan oleh briket.

Perhitungan kalor pembakaran dapat dilihat pada Lampiran A2.1 yang menunjukkan bahwa kalor pembakaran terkecil pada briket dimensi C, yang terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik pengujian kalor pembakaran rata-rata.

Pada Gambar 4.7 terlihat bahwa dimensi briket mempengaruhi kalor pembakaran briket dengan nilai kalor pembakaran tertinggi mencapai 4580 Kalori. Hal tersebut dikarenakan briket A dengan dimensi per satu briket yang lebih kecil serta luas permukaan briket A lebih kecil melepaskan jumlah kalor yang lebih banyak karena jumlah briket dimensi A lebih banyak. Jika masing-masing briket melepaskan jumlah kalor yang sama maka seiring dengan bertambahnya jumlah briket nilai kalor pembakaran akan bertambah banyak pula.



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian mengenai analisis karakteristik pembakaran arang serbuk gergajian kayu sengon dengan variasi dimensi dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Dari hasil variasi dimensi briket arang limbah serbuk kayu sengon memiliki waktu pembakaran terlama mencapai 88 menit 9 detik pada briket dimensi C. Briket dimensi C membutuhkan waktu yang lebih lama karena dimensi per satu briket lebih besar, sehingga dalam satu tungku hanya dapat di isi lebih sedikit briket, dan briket C memiliki celah antar briket yang lebih sedikit dibandingkan briket A dan briket B. Hal ini mengakibatkan udara yang masuk pada briket C lebih sedikit, sehingga waktu pembakaran lebih lama.
2. Pada variasi dimensi briket C arang limbah serbuk kayu sengon memiliki temperatur tertinggi mencapai 743,88 °C. Hal tersebut dikarenakan briket dimensi C membutuhkan waktu yang lebih lama dalam mempertahankan temperatur hingga mencapai temperatur tertinggi.
3. Variasi dimensi briket arang limbah serbuk kayu sengon memiliki nilai laju pembakaran terlama 1,90 gram/menit pada briket dimensi A. Karena dengan massa yang sama briket dengan dimensi yang lebih besar dan luas permukaan per satu briket lebih besar pula memiliki waktu pembakaran semakin lama, sehingga laju pembakaran semakin lambat dibandingkan dengan briket dimensi yang kecil.
4. Dari hasil variasi dimensi arang serbuk kayu sengon memiliki kalor pembakaran tertinggi mencapai 4580 kalori pada briket dimensi A. Hal tersebut dikarenakan briket A dengan dimensi per satu briket yang lebih

kecil serta luas permukaan briket A lebih kecil pula melepaskan jumlah kalor yang lebih banyak. Jika masing-masing briket melepaskan jumlah kalor yang sama maka seiring dengan bertambahnya jumlah briket nilai kalor pembakaran akan bertambah banyak pula.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis dari hasil penelitian yaitu antara lain:

1. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket harus dipastikan bersih dan benar-benar kering sebelum dilakukan proses pengarangan.
2. Dimensi briket dapat dikembangkan lagi dengan bentuk yang berbeda-beda bentuknya, misal kotak, bola, dll.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Baso, S. 2008. *Karakteristik Pembakaran Briket Serbuk Kayu Merbau (Intsia Sp) dengan Perekat Ampas Sagu (Metroxylon sago Rottb.)*. Skripsi. Universitas Negeri Papua.
- David, K. Chirchir, Daudi, M. Nyaanga and Jason, M.Githeko. 2013. Effect Of Binder Types and Amount On Physical and Combustion Characteristics. *International Journal of Engineering Research and Science and Technology*. Vol. 2, No. 1. February 2013.
- Dewi, F, R. 2012. *Laporan Praktikum Kalor Pembakaran*. <http://fatikahrahmadewi.blogspot.com>. [Diakses 20 april 2015, 12.00 WIB].
- Elinur. 2010. *Perkembangan Konsumsi Dan Penyediaan Energi Dalam Perekonomian Indonesia*. Indonesian Journal of Agricultural Economics (IJAE). Vol. 2. No. 2. Hal: 98. Institut Pertanian Bogor.
- Himawanto D.A. 2005. *Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Sampah Kota*. Media Mesin. Vol. 6. No.2. Hal: 84. Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.
- Irawan, A. 2014. *Kalor Pembakaran*. <http://ari-irawan4.blogspot.com>. [Diakses 20 april 2015, 12.00 WIB].
- Jamilatun. 2011. *Kualitas Sifat-sifat Penyalaan dari Pembakaran Briket Tempurung Kelapa, Briket Serbuk Gergaji Kayu Jati, Briket Sekam Padi dan Briket Batubara*. Jurnal Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. Yogyakarta.
- Jamilatun. 2008. *Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu*. Jurnal Rekayasa Proses. Vol. 2, No. 2. Yogyakarta.
- Krisnawati, H. 2010. *Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen, Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas*. Ciamis, Jawa Barat.
- Levenspiel, O. 1972. *Chemical Reaction Engineering*, John Wiley & Sons, 2<sup>nd</sup> ed. Singapore.
- Munson, B. R., Youn, D. F., Okiishi, T. H. 2003. *Mekanika Fluida*, terj. Dr. Ir. Harinaldi, Ir. Budiarso, M. Eng. Erlangga. Jakarta.
- Nugraha J.R. 2013. *Karakteristik Termal Briket Arang Ampas Tebu dengan Variasi Bahan Perekat Lumpur Lapindo*. Skripsi. Hal. 1. Universitas Jember.

- Nursajadi. 2012. *Kalor Pembakaran*. <https://nursajadidotcom.wordpress.com>. [Diakses 31 maret 2015, 15.30 WIB].
- Patabang, D. 2012. *Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi dengan Variasi Bahan Perekat*. Jurnal Mekanikal. Vol. 3, No.2. Hal: 286-292. Palu: Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
- Potter, M., dan Wiggert, D. C., 2008. *Fluid Mechanics*. Schaum's Outline Series, n McGraw-Hill. New York.
- Saptoadi, H. 2008. *The best biobriquette dimension and its particle size*. *Asian J. Energy Environ., Vol 9, issue 3 and 4. Departement of Mechanical and Industrial Engineering Gadjah Mada University*. Yogyakarta.
- Saputro, D.D. 2009. *Karakteristik Pembakaran Briket Arang Tongkol Jagung*. Jurnal Kompetensi Teknik. Vol. 1, No. 1. Hal: 15. Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
- Satmoko M.E.A. 2013. *Karakterisasi Briket dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas*. *Journal of Mechanical Engineering Learning 2 (1) (2013)*. Universitas Negeri Semarang.
- Subroto. 2006. *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara, Ampas Tebu dan Jerami*. *Media Mesin*. Vol 7. No.2. Hal: 47-54. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sulistiyanto A. 2006. *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa*. Vol 7. No.2. Hal: 77. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Taufiq. 2008. *Perbandingan Temperatur Literatur*. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Virgiawan, S. 2014. *Karakteristik Pembakaran Arang Ampas Tebu Akibat Ukuran Partikel Briket*. Skripsi. Universitas Jember.

**LAMPIRAN A. TABEL DAN PERHITUNGAN**

**Tabel A1.1 Data Hasil Pengujian Waktu Pembakaran**

| No | Nama Briket | Jumlah Briket | Waktu (Menit) | Rata-rata Waktu Pembakaran<br>3 kali Pengulangan dalam 1 variasi<br>(Menit) |
|----|-------------|---------------|---------------|---|
| 1  | A           | 12            | 59,96         | 60,92   |
| 2  |             | 12            | 61,03         |   |
| 3  |             | 12            | 61,76         |   |
| 4  | B           | 10            | 72,95         | 69,21   |
| 5  |             | 10            | 68,23         |   |
| 6  |             | 10            | 66,45         |   |
| 7  | C           | 8             | 82,76         | 88,90   |
| 8  |             | 8             | 88,35         |   |
| 9  |             | 8             | 95,60         |   |

**Tabel A1.2 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran**

| No | Nama Briket | Jumlah Briket | Temperatur (°C) | Rata-rata Temperatur Pembakaran<br>3 kali Pengulangan dalam 1 variasi (°C) |
|----|-------------|---------------|-----------------|--|
| 1  | A           | 12            | 431,66          | 436,00   |
| 2  |             | 12            | 445,00          |  |
| 3  |             | 12            | 431,33          |  |
| 4  | B           | 10            | 466,33          | 465,44   |
| 5  |             | 10            | 470,00          |  |
| 6  |             | 10            | 460,00          |  |
| 7  | C           | 8             | 723,33          | 743,88   |
| 8  |             | 8             | 742,00          |  |
| 9  |             | 8             | 766,33          |  |



**Tabel A1.3 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket A  
Percobaan 1**

| No. | Briket A Percobaan 1 |                      |                      |                      |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Waktu (Menit)        | Temperatur 1<br>(°C) | Temperatur 2<br>(°C) | Temperatur 3<br>(°C) |
| 1   | 3                    | 29,1                 | 29,1                 | 29,1                 |
| 2   | 6                    | 35,3                 | 52,5                 | 33,3                 |
| 3   | 9                    | 41,4                 | 87,2                 | 39,2                 |
| 4   | 12                   | 70,6                 | 115,7                | 49,5                 |
| 5   | 15                   | 97,8                 | 163,3                | 59,3                 |
| 6   | 18                   | 124,6                | 221,8                | 76,5                 |
| 7   | 21                   | 145,2                | 298,8                | 99,8                 |
| 8   | 24                   | 176,8                | 391,7                | 129,8                |
| 9   | 27                   | 207,1                | 505,8                | 153,9                |
| 10  | 30                   | 241,6                | 613,9                | 170,6                |
| 11  | 33                   | 289,2                | 778,7                | 165,4                |
| 12  | 36                   | 347,8                | 718,4                | 153,7                |
| 13  | 39                   | 321,3                | 657,8                | 131,8                |
| 14  | 42                   | 293,8                | 578,3                | 126,5                |
| 15  | 45                   | 257,5                | 503,3                | 107,7                |

**Tabel A1.4 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket A  
Percobaan 2**

| No. | Briket A Percobaan 2 |                      |                      |                      |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Waktu (Menit)        | temperatur 1<br>(°C) | temperatur 2<br>(°C) | temperatur 3<br>(°C) |
| 1   | 3                    | 29,2                 | 29,2                 | 29,6                 |
| 2   | 6                    | 33,3                 | 56,3                 | 36,2                 |
| 3   | 9                    | 45,6                 | 90,1                 | 41,4                 |
| 4   | 12                   | 54,3                 | 119,4                | 56,7                 |
| 5   | 15                   | 81,6                 | 168,6                | 68,8                 |
| 6   | 18                   | 101,8                | 227,3                | 82,6                 |
| 7   | 21                   | 132,5                | 301,8                | 105,4                |
| 8   | 24                   | 160,8                | 475,3                | 130,6                |
| 9   | 27                   | 191,6                | 613,7                | 162,4                |
| 10  | 30                   | 225,8                | 704,3                | 198,9                |
| 11  | 33                   | 273,9                | 774,6                | 190,6                |
| 12  | 36                   | 363,6                | 748,4                | 182,5                |
| 13  | 39                   | 329,8                | 718,7                | 171,2                |
| 14  | 42                   | 287,3                | 657,4                | 154,5                |
| 15  | 45                   | 268,6                | 561,9                | 130,3                |

**Tabel A1.5 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket A  
Percobaan 3**

| No. | Briket A Percobaan 3 |                      |                      |                      |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Waktu (Menit)        | Temperatur 1<br>(°C) | Temperatur 2<br>(°C) | temperatur 3<br>(°C) |
| 1   | 3                    | 29,7                 | 29,1                 | 29,9                 |
| 2   | 6                    | 38,0                 | 56,5                 | 34,2                 |
| 3   | 9                    | 51,7                 | 88,7                 | 46,7                 |
| 4   | 12                   | 56,0                 | 101,3                | 59,3                 |
| 5   | 15                   | 87,8                 | 136,7                | 63,7                 |
| 6   | 18                   | 108,3                | 169,4                | 81,90                |
| 7   | 21                   | 139,7                | 234,8                | 92,5                 |
| 8   | 24                   | 174,3                | 370,9                | 114,9                |
| 9   | 27                   | 217,7                | 495,0                | 142,5                |
| 10  | 30                   | 262,3                | 629,6                | 160,8                |
| 11  | 33                   | 304,8                | 756,4                | 157,3                |
| 12  | 36                   | 378,4                | 735,3                | 149,6                |
| 13  | 39                   | 363,7                | 725,5                | 133,3                |
| 14  | 42                   | 331,6                | 703,3                | 119,6                |
| 15  | 45                   | 283,3                | 679,8                | 101,2                |

**Tabel A1.7 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket B  
Percobaan 1**

| No. | Briket B Percobaan 1 |                      |                      |                      |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Waktu (Menit)        | Temperatur 1<br>(°C) | Temperatur 2<br>(°C) | Temperatur 3<br>(°C) |
| 1   | 3                    | 29,2                 | 29,4                 | 29,2                 |
| 2   | 6                    | 38,3                 | 41,6                 | 33,5                 |
| 3   | 9                    | 48,8                 | 79,0                 | 39,2                 |
| 4   | 12                   | 56,2                 | 112,0                | 46,6                 |
| 5   | 15                   | 69,5                 | 157,9                | 51,3                 |
| 6   | 18                   | 81,9                 | 198,9                | 59,7                 |
| 7   | 21                   | 107,5                | 249,7                | 68,8                 |
| 8   | 24                   | 148,7                | 317,4                | 89,5                 |
| 9   | 27                   | 183,0                | 384,7                | 125,3                |
| 10  | 30                   | 221,5                | 503,3                | 165,5                |
| 11  | 33                   | 256,3                | 631,7                | 213,2                |
| 12  | 36                   | 293,2                | 883,4                | 201,5                |
| 13  | 39                   | 353,6                | 753,7                | 187,8                |
| 14  | 42                   | 342,8                | 701,5                | 168,5                |
| 15  | 45                   | 331,5                | 636,2                | 129,3                |

**Tabel A1.8 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket B  
Percobaan 2**

| No. | Briket B Percobaan 2 |                      |                      |                      |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Waktu (Menit)        | Temperatur 1<br>(°C) | Temperatur 2<br>(°C) | Temperatur 3<br>(°C) |
| 1   | 3                    | 29,0                 | 29,1                 | 29,9                 |
| 2   | 6                    | 34,0                 | 39,4                 | 33,8                 |
| 3   | 9                    | 44,8                 | 75,6                 | 38,4                 |
| 4   | 12                   | 52,9                 | 111,8                | 45,1                 |
| 5   | 15                   | 65,6                 | 152,3                | 47,0                 |
| 6   | 18                   | 78,2                 | 192,5                | 55,7                 |
| 7   | 21                   | 102,9                | 240,8                | 64,5                 |
| 8   | 24                   | 140,7                | 307,8                | 81,8                 |
| 9   | 27                   | 177,4                | 378,8                | 97,6                 |
| 10  | 30                   | 219,8                | 480,2                | 156,2                |
| 11  | 33                   | 243,7                | 589,6                | 232,4                |
| 12  | 36                   | 287,6                | 821,5                | 188,6                |
| 13  | 39                   | 357,4                | 748,7                | 157,3                |
| 14  | 42                   | 337,6                | 737,4                | 128,6                |
| 15  | 45                   | 331,4                | 701,8                | 99,3                 |



**Tabel A1.9 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket B  
Percobaan 3**

| No. | Briket B Percobaan 3 |                      |                      |                      |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Waktu (Menit)        | Temperatur 1<br>(°C) | Temperatur 2<br>(°C) | Temperatur 3<br>(°C) |
| 1   | 3                    | 29,4                 | 29,2                 | 29,1                 |
| 2   | 6                    | 36,8                 | 38,5                 | 33,4                 |
| 3   | 9                    | 47,6                 | 71,4                 | 38,7                 |
| 4   | 12                   | 58,8                 | 105,                 | 44,9                 |
| 5   | 15                   | 67,6                 | 147,5                | 47,4                 |
| 6   | 18                   | 83,4                 | 187,5                | 58,3                 |
| 7   | 21                   | 109,7                | 234,8                | 62,7                 |
| 8   | 24                   | 145,5                | 321,5                | 86,2                 |
| 9   | 27                   | 176,3                | 398,8                | 114,6                |
| 10  | 30                   | 215,6                | 480,4                | 154,8                |
| 11  | 33                   | 239,4                | 591,3                | 200,1                |
| 12  | 36                   | 278,8                | 804,2                | 178,5                |
| 13  | 39                   | 376,6                | 713,7                | 146,7                |
| 14  | 42                   | 321,4                | 702,9                | 125,0                |
| 15  | 45                   | 313,3                | 686,5                | 106,7                |

**Tabel A1.10 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket C  
Percobaan 1**

| No. | Briket C Percobaan 1 |                      |                      |                      |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Waktu (Menit)        | Temperatur 1<br>(°C) | Temperatur 2<br>(°C) | Temperatur 3<br>(°C) |
| 1   | 3                    | 29,9                 | 29,2                 | 29,2                 |
| 2   | 6                    | 33,7                 | 37,5                 | 34,5                 |
| 3   | 9                    | 39,4                 | 48,6                 | 66,7                 |
| 4   | 12                   | 48,2                 | 65,8                 | 98,9                 |
| 5   | 15                   | 65,4                 | 92,4                 | 135,0                |
| 6   | 18                   | 78,6                 | 135,5                | 174,6                |
| 7   | 21                   | 96,0                 | 183,3                | 249,5                |
| 8   | 24                   | 136,8                | 242,9                | 317,3                |
| 9   | 27                   | 169,6                | 316,6                | 414,6                |
| 10  | 30                   | 232,4                | 421,3                | 503,8                |
| 11  | 33                   | 297,2                | 549,2                | 631,                 |
| 12  | 36                   | 346,1                | 699,5                | 770,5                |
| 13  | 39                   | 421,0                | 881,7                | 725,5                |
| 14  | 42                   | 519,9                | 835,9                | 687,2                |
| 15  | 45                   | 501,6                | 784,0                | 631,4                |
| 16  | 48                   | 479,4                | 701,6                | 600,6                |
| 17  | 51                   | 451,3                | 624,4                | 578,8                |

**Tabel A1.11 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket C  
Percobaan 2**

| No. | Briket C Percobaan 2 |                      |                      |                      |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Waktu (Menit)        | Temperatur 1<br>(°C) | Temperatur 2<br>(°C) | Temperatur 3<br>(°C) |
| 1   | 3                    | 29,1                 | 29,2                 | 29,3                 |
| 2   | 6                    | 33,3                 | 37,3                 | 34,5                 |
| 3   | 9                    | 38,6                 | 52,6                 | 66,7                 |
| 4   | 12                   | 47,9                 | 68,0                 | 99,9                 |
| 5   | 15                   | 67,6                 | 101,9                | 136,7                |
| 6   | 18                   | 81,4                 | 138,3                | 176,5                |
| 7   | 21                   | 98,3                 | 189,6                | 251,4                |
| 8   | 24                   | 141,2                | 251,5                | 320,2                |
| 9   | 27                   | 173,2                | 321,2                | 419,4                |
| 10  | 30                   | 245,5                | 435,3                | 509,6                |
| 11  | 33                   | 303,7                | 562,4                | 638,7                |
| 12  | 36                   | 362,8                | 799,6                | 776,9                |
| 13  | 39                   | 434,9                | 923,9                | 721,0                |
| 14  | 42                   | 527,0                | 881,8                | 678,5                |
| 15  | 45                   | 497,6                | 832,6                | 621,4                |
| 16  | 48                   | 454,5                | 761,4                | 592,3                |
| 17  | 51                   | 434,7                | 691,2                | 560,4                |

**Tabel A1.12 Data Hasil Pengujian Temperatur Pembakaran Briket C**  
**Percobaan 3**

| No. | Briket C Percobaan 3 |                      |                      |                      |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Waktu (Menit)        | Temperatur 1<br>(°C) | Temperatur 2<br>(°C) | Temperatur 3<br>(°C) |
| 1   | 3                    | 29,1                 | 29,4                 | 29,2                 |
| 2   | 6                    | 33,5                 | 37,5                 | 34,5                 |
| 3   | 9                    | 39,8                 | 52,4                 | 66,8                 |
| 4   | 12                   | 48,0                 | 72,5                 | 101,5                |
| 5   | 15                   | 70,2                 | 107,9                | 139,3                |
| 6   | 18                   | 85,5                 | 142,6                | 184,6                |
| 7   | 21                   | 102,6                | 194,3                | 262,8                |
| 8   | 24                   | 143,8                | 267,5                | 338,5                |
| 9   | 27                   | 178,9                | 331,9                | 428,4                |
| 10  | 30                   | 251,7                | 440,6                | 521,7                |
| 11  | 33                   | 312,5                | 582,3                | 648,4                |
| 12  | 36                   | 369,4                | 842,5                | 781,4                |
| 13  | 39                   | 441,3                | 986,7                | 756,2                |
| 14  | 42                   | 532,5                | 913,9                | 723,5                |
| 15  | 45                   | 492,7                | 872,7                | 681,5                |
| 16  | 48                   | 451,5                | 827,5                | 634,7                |
| 17  | 51                   | 430,4                | 761,3                | 601,8                |

**Tabel A1.13 Tabel Temperatur Pembakaran titik 2 Pada Briket A B C**

| No. | Waktu (Menit) | Briket A<br>(°C) | Briket B<br>(°C) | Briket C<br>(°C) |
|-----|---------------|------------------|------------------|------------------|
| 1   | 3             | 29,1             | 29,1             | 29,4             |
| 2   | 6             | 56,5             | 39,4             | 37,5             |
| 3   | 9             | 88,7             | 75,6             | 52,4             |
| 4   | 12            | 101,3            | 111,8            | 72,5             |
| 5   | 15            | 136,7            | 152,3            | 107,9            |
| 6   | 18            | 169,4            | 192,5            | 142,6            |
| 7   | 21            | 234,8            | 240,8            | 194,3            |
| 8   | 24            | 370,9            | 307,8            | 267,5            |
| 9   | 27            | 495,0            | 378,8            | 331,9            |
| 10  | 30            | 629,6            | 480,2            | 440,6            |
| 11  | 33            | 756,4            | 589,6            | 582,3            |
| 12  | 36            | 735,3            | 821,5            | 842,5            |
| 13  | 39            | 725,5            | 748,7            | 986,7            |
| 14  | 42            | 703,3            | 737,4            | 913,9            |
| 15  | 45            | 679,8            | 701,8            | 872,7            |
| 16  | 48            |                  |                  | 827,5            |
| 17  | 51            |                  |                  | 761,3            |



**Tabel A1.14 Data Hasil Pengujian Laju Pembakaran**

| No | Nama Briket | Jumlah Briket | Berat kering briket (gram) | Waktu (menit) | Laju Pembakaran (gram/menit) | Rata – rata laju pembakaran (gram/menit) |
|----|-------------|---------------|----------------------------|---------------|------------------------------|--|
| 1  | A           | 12            | 115,68                     | 59,97         | 1,93                         | 1,90                                     |
| 2  |             | 12            | 115,71                     | 61,03         | 1,90                         |  |
| 3  |             | 12            | 115,82                     | 61,77         | 1,88                         |  |
| 4  | B           | 10            | 115,70                     | 72,95         | 1,59                         | 1,67                                     |
| 5  |             | 10            | 115,10                     | 68,23         | 1,69                         |  |
| 6  |             | 10            | 115,80                     | 66,45         | 1,74                         |  |
| 7  | C           | 8             | 115,78                     | 82,77         | 1,40                         | 1,30                                     |
| 8  |             | 8             | 115,10                     | 88,35         | 1,30                         |  |
| 9  |             | 8             | 115,50                     | 95,60         | 1,21                         |  |

Tabel A1.15 Data Hasil Pengujian Kalor Pembakaran

| No | Nama Briket | Massa Air (gram) | Massa Jenis Air (Kalori/gram °C) | Suhu (°C) |       |         | Kalor pembakaran (Kalori) | Rata – rata Kalor Pembakaran (Kalori) |
|----|-------------|------------------|----------------------------------|-----------|-------|---------|---------------------------|---------------------------------------|
|    |             |                  |                                  | Awal      | Akhir | Selisih |                           |                                       |
| 1  | A           | 200              | 1                                | 27,0      | 50    | 23,0    | 4600                      | 4580,00                               |
| 2  |             | 200              | 1                                | 27,1      | 50    | 22,9    | 4580                      |                                       |
| 3  |             | 200              | 1                                | 27,2      | 50    | 22,8    | 4560                      |                                       |
| 4  | B           | 200              | 1                                | 26,4      | 50    | 23,6    | 4720                      | 4533,33                               |
| 5  |             | 200              | 1                                | 27,2      | 50    | 22,8    | 4560                      |                                       |
| 6  |             | 200              | 1                                | 28,4      | 50    | 21,6    | 4320                      |                                       |
| 7  | C           | 200              | 1                                | 27,9      | 50    | 22,1    | 4420                      | 4306,00                               |
| 8  |             | 200              | 1                                | 28,3      | 50    | 21,7    | 4340                      |                                       |
| 9  |             | 200              | 1                                | 29,2      | 50    | 20,8    | 4160                      |                                       |

## Perhitungan A2.1 Perhitungan Kalor Pembakaran

### 1. Perhitungan Briket A

- Kalor Pembakaran Briket A Percobaan 1

Diketahui : m air = 200 ml = 200 gram  
c = 1 kalori/gram °C  
 $\Delta T$  = 23,0 °C

Ditanya : Kalor Pembakaran ?

Jawab :  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$   
= 200 . 1 . 23  
= 4600 Kalori

- Kalor Pembakaran Briket A Percobaan 2

Diketahui : m air = 200 ml = 200 gram  
c = 1 kalori/gram °C  
 $\Delta T$  = 22,9 °C

Ditanya : Kalor Pembakaran ?

Jawab :  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$   
= 200 . 1 . 22,9  
= 4580 Kalori

- Kalor Pembakaran Briket A Percobaan 3

Diketahui : m air = 200 ml = 200 gram  
c = 1 kalori/gram °C  
 $\Delta T$  = 22,8 °C

Ditanya : Kalor Pembakaran ?

Jawab :  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$   
= 200 . 1 . 22,8  
= 4560 Kalori

## 2. Perhitungan Briket B

- Kalor Pembakaran Briket B Percobaan 1

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} \quad & : m \text{ air} & = 200 \text{ ml} = 200 \text{ gram} \\ & c & = 1 \text{ kalori/gram } ^\circ\text{C} \\ & \Delta T & = 23,6 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Ditanya : Kalor Pembakaran ?

$$\begin{aligned} \text{Jawab} \quad & : Q = m \cdot c \cdot \Delta T \\ & = 200 \cdot 1 \cdot 23,6 \\ & = 4720 \text{ Kalori} \end{aligned}$$

- Kalor Pembakaran Briket B Percobaan 2

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} \quad & : m \text{ air} & = 200 \text{ ml} = 200 \text{ gram} \\ & c & = 1 \text{ kalori/gram } ^\circ\text{C} \\ & \Delta T & = 22,8 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Ditanya : Kalor Pembakaran ?

$$\begin{aligned} \text{Jawab} \quad & : Q = m \cdot c \cdot \Delta T \\ & = 200 \cdot 1 \cdot 22,8 \\ & = 4560 \text{ Kalori} \end{aligned}$$

- Kalor Pembakaran Briket B Percobaan 3

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} \quad & : m \text{ air} & = 200 \text{ ml} = 200 \text{ gram} \\ & c & = 1 \text{ kalori/gram } ^\circ\text{C} \\ & \Delta T & = 21,6 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Ditanya : Kalor Pembakaran ?

$$\begin{aligned} \text{Jawab} \quad & : Q = m \cdot c \cdot \Delta T \\ & = 200 \cdot 1 \cdot 21,6 \\ & = 4320 \text{ Kalori} \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan Briket C

- Kalor Pembakaran Briket C Percobaan 1

Diketahui : m air = 200 ml = 200 gram  
c = 1 kalori/gram °C  
 $\Delta T$  = 22,1 °C

Ditanya : Kalor Pembakaran ?

Jawab :  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$   
= 200 . 1 . 22,1  
= 4420 Kalori

- Kalor Pembakaran Briket C Percobaan 2

Diketahui : m air = 200 ml = 200 gram  
c = 1 kalori/gram °C  
 $\Delta T$  = 21,7 °C

Ditanya : Kalor Pembakaran ?

Jawab :  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$   
= 200 . 1 . 21,7  
= 4340 Kalori

- Kalor Pembakaran Briket C Percobaan 3

Diketahui : m air = 200 ml = 200 gram  
c = 1 kalori/gram °C  
 $\Delta T$  = 20,8 °C

Ditanya : Kalor Pembakaran ?

Jawab :  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$   
= 200 . 1 . 20,8  
= 4160 Kalori



**Perhitungan A2.2 Perhitungan Laju Pembakaran**

1. Perhitungan Briket A

- Laju Pembakaran Briket A Percobaan 1

Diketahui : Berat briket = 115,63 gram

Waktu (s) = 59,97 menit

Ditanya : Laju Pembakaran ?

Jawab : Laju Pembakaran =  $\frac{\text{Berat briket}}{\text{Waktu}}$   
=  $\frac{115,63 \text{ gram}}{59,97 \text{ menit}}$   
= 1,93 gram/menit

- Laju Pembakaran Briket A Percobaan 2

Diketahui : Berat briket = 115,71 gram

Waktu (s) = 61,30 menit

Ditanya : Laju Pembakaran ?

Jawab : Laju Pembakaran =  $\frac{\text{Berat briket}}{\text{Waktu}}$   
=  $\frac{115,71 \text{ gram}}{61,30 \text{ menit}}$   
= 1,90 gram/menit

- Laju Pembakaran Briket A Percobaan 3

Diketahui : Berat briket = 115,82 gram

Waktu (s) = 61,77 menit

Ditanya : Laju Pembakaran ?

Jawab : Laju Pembakaran =  $\frac{\text{Berat briket}}{\text{Waktu}}$   
=  $\frac{115,82 \text{ gram}}{61,77 \text{ menit}}$  = 1,88 gram/menit

2. Perhitungan Briket B

- Laju Pembakaran Briket B Percobaan 1

Diketahui : Berat briket = 115,70 gram

Waktu (s) = 72,95 menit

Ditanya : Laju Pembakaran ?

Jawab : Laju Pembakaran = 
$$\frac{\text{Berat briket}}{\text{Waktu}}$$
$$= \frac{115,70 \text{ gram}}{72,95 \text{ menit}}$$
$$= 1,59 \text{ gram/menit}$$

- Laju Pembakaran Briket B Percobaan 2

Diketahui : Berat briket = 115,10 gram

Waktu (s) = 68,23 menit

Ditanya : Laju Pembakaran ?

Jawab : Laju Pembakaran = 
$$\frac{\text{Berat briket}}{\text{Waktu}}$$
$$= \frac{115,10 \text{ gram}}{68,23 \text{ menit}}$$
$$= 1,69 \text{ gram/menit}$$

- Laju Pembakaran Briket B Percobaan 3

Diketahui : Berat briket = 115,80 gram

Waktu (s) = 66,45 menit

Ditanya : Laju Pembakaran ?

Jawab : Laju Pembakaran = 
$$\frac{\text{Berat briket}}{\text{Waktu}}$$
$$= \frac{115,80 \text{ gram}}{66,45 \text{ menit}}$$
$$= 1,74 \text{ gram/menit}$$

3. Perhitungan Briket A

- Laju Pembakaran Briket C Percobaan 1

Diketahui : Berat briket = 115,78 gram

Waktu (s) = 82,77 menit

Ditanya : Laju Pembakaran ?

Jawab : Laju Pembakaran = 
$$\frac{\text{Berat briket}}{\text{Waktu}}$$
$$= \frac{115,78 \text{ gram}}{82,77 \text{ menit}}$$
$$= 1,40 \text{ gram/menit}$$

- Laju Pembakaran Briket C Percobaan 2

Diketahui : Berat briket = 115,10 gram

Waktu (s) = 88,35 menit

Ditanya : Laju Pembakaran ?

Jawab : Laju Pembakaran = 
$$\frac{\text{Berat briket}}{\text{Waktu}}$$
$$= \frac{115,10 \text{ gram}}{88,35 \text{ menit}}$$
$$= 1,30 \text{ gram/menit}$$

- Laju Pembakaran Briket C Percobaan 3

Diketahui : Berat briket = 115,50 gram

Waktu (s) = 95,60 menit

Ditanya : Laju Pembakaran ?

Jawab : Laju Pembakaran = 
$$\frac{\text{Berat briket}}{\text{Waktu}}$$
$$= \frac{115,50 \text{ gram}}{95,60 \text{ menit}}$$
$$= 1,21 \text{ gram/menit}$$

**Perhitungan A2.3 Perhitungan Luas Permukaan Briket**

$$\begin{aligned}\text{Briket A} &= 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r + t) \cdot \text{jumlah briket} \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot (15 + 26) \cdot 12 \\ &= 94,2 \cdot 41 \cdot 12 \\ &= 3862,2 \cdot 12 \\ &= 46346,4 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Briket B} &= 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r + t) \cdot \text{jumlah briket} \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot (15 + 31) \cdot 10 \\ &= 94,2 \cdot 46 \cdot 10 \\ &= 43332 \cdot 10 \\ &= 43332 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Briket C} &= 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r + t) \cdot \text{jumlah briket} \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot (15 + 36) \cdot 8 \\ &= 94,2 \cdot 51 \cdot 8 \\ &= 4804,2 \cdot 8 \\ &= 38433,6 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

**Perhitungan A2.4 Perhitungan Volume Briket**

$$\begin{aligned}\text{Briket A} &= \pi \cdot r^2 \cdot t \\ &= 3,14 \cdot (15)^2 \cdot 26 \\ &= 706,5 \cdot 26 \\ &= 18369 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Briket B} &= \pi \cdot r^2 \cdot t \\ &= 3,14 \cdot (15)^2 \cdot 31 \\ &= 706,5 \cdot 31 \\ &= 21901,5 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Briket C} &= \pi \cdot r^2 \cdot t \\ &= 3,14 \cdot (15)^2 \cdot 36 \\ &= 706,5 \cdot 36 &= 26847 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

**Perhitungan A2.4 Perhitungan Densitas Briket**

$$\begin{aligned}\text{Briket A} \quad \rho &= m / v \\ &= 10 / 18396 \\ &= 0,00054 \text{ gram/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Briket B} \quad \rho &= m / v \\ &= 12 / 21901,5 \\ &= 0,00054 \text{ gram/mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Briket C} \quad \rho &= m / v \\ &= 15 / 26847 \\ &= 0,00055 \text{ gram/mm}^3\end{aligned}$$

**Perhitungan A2.5 Perhitungan Panjang Pipa**

$$\begin{aligned}\text{Re} &= V \cdot D / \nu \\ &= 0,6 \cdot 0,0317 / 0,000016 \\ &= 1188,75\end{aligned}$$

$$\text{Laminer} = \text{Re} < 2000$$

$$\begin{aligned}\text{LE} &= 0,065 \cdot \text{Re} \cdot D \\ &= 0,065 \cdot 1188,75 \cdot 0,0317 \\ &= 2,44 \text{ meter}\end{aligned}$$



**LAMPIRAN B. FOTO PENELITIAN**



Gambar B1. Tungku Karbonasi



Gambar B2. Ayakan 70 Mesh



Gambar B3. Campuran Arang dan Tepung Tapioka Siap Cetak



Gambar B4. Proses Pencetakan Briket



Gambar B5. Briket Limbah Serbuk Kayu Sengon



Gambar B6. Termokontrol



Gambar B7. Mengatur Aliran Udara Konstan 0,6 m/s



Gambar B8. Pengujian Waktu Pembakaran, Temperatur Pembakaran, dan Kalor Pembakaran



Gambar B9. Nyala Api yang Dihasilkan oleh Briket



Gambar B10. Termoreader Saat Menguji Temperatur Pembakaran Sampai Temperatur Maksimum

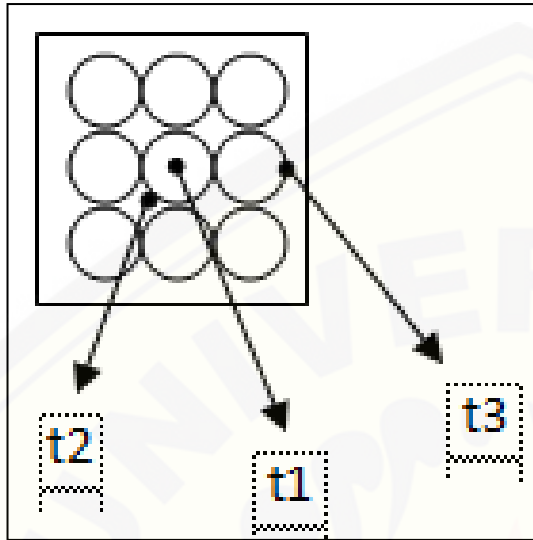


Gambar B11. Stopwatch Saat Menguji Waktu Pembakaran Sampai Briket Menjadi Abu



Gambar B12. Alat Uji Karakteristik Pembakaran





Gambar B13. Posisi Kabel Termokopel Pada Saat Pengujian Temperatur



Gambar B14. Alat Pencetak Briket