



**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIK BRIKET LIMBAH
SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DENGAN VARIASI
TEKANAN**

SKRIPSI

Oleh

**FEBRIAN RHAMA PUTRA
NIM. 111910101077**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2015



**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIK BRIKET LIMBAH
SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DENGAN VARIASI
TEKANAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**FEBRIAN RHAMA PUTRA
NIM. 111910101077**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Holif dan Ayahanda Sahla serta adikku roni dwi setiawan yang telah memberikan dan melakukan segalanya untuk ananda;
2. Saudara-saudaraku yang telah memberikan motivasi selama kuliah di Universitas Jember;
3. Ustadz. Syamsuri Kedung Kajar-Gading Probolinggo dan Habib Hasan Besuki yang telah memberikan motivasi dan saran yang begitu berharga sekali;
4. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
5. Bapak Ir. Digdo Listyadi Setiawan, M.Sc. dan Bapak Sumarji, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing;
6. Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T. dan Bapak Hari Arbiantara, S.T.,M.T. selaku dosen penguji;
7. Bapak Drs. Sujito, Ph.D. yang telah mengenalkan Universitas Jember kepada Penulis;
8. Almamater Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember;
9. Dulur-dulur Teknik Mesin 2011 “Dulur Sak Lawase” terimakasih atas segala hal yang telah kalian berikan;
10. Tim briket Fian, rahmat, yunus, imron, agung, ika, farihen, novan, hanif dan sujat yang telah meluangkan waktunya untuk membantu pembuatan briket;
11. Pasukan kosan mursyid di jln. Delima Putih No.17 Byangkara : Imron kediri, Yunus Probolinggo, Vian Lampung, Bangkit Kebumen, Angger Banyuangi, Rizal trenggalek, sadam Probolinggo, Eko Bondowoso, Depri Madura, Lukman Probolinggo, Amir Palembang, Candra Kencong, Hadi Trenggalek, Halim Kencong, rasel Bondowoso, rizal madura, hanif madura, Andika Banyuangi, Orit Balung. Terimakasih untuk semuanya yang telah menemani, membantu, dan nasehatnya.

MOTTO

"Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatupun, dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan dan hati, agar kamu bersyukur".

(terjemahan Q.S Surah An- Nahl/16 Ayat 78)^{*)}

"Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap".

(terjemahan Q.S. Surah Al-Insyirah/94 Ayat 7-8)^{*)}

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa apa yang pada diri mereka " .

(terjemahan Q.S. Surah Ar-Ra'd/13 Ayat 11)^{*)}

"Dan bahwa seorang manusia tidak akan memperoleh selain apa yang diusahakan oleh dirinya. Dan bahwa usahanya itu kelak akan diperlihatkan. Kemudian akan diberi balasan padanya dengan balasan yang paling sempurna"

(terjemahan Q.S. Surah An Najm/53 Ayat 39-41)^{*)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Bandung: CV Penerbit *Diponegoro*

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febrian Rhama Putra

NIM : 111910101077

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIK BRIKET LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DENGAN VARIASI TEKANAN” 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, 2015

Yang menyatakan,

(Febrian Rhama Putra)

NIM 111910101077



**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIK BRIKET LIMBAH
SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DENGAN VARIASI
TEKANAN**

SKRIPSI

Oleh

**FEBRIAN RHAMA PUTRA
NIM. 111910101077**

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



**ANALISIS KARAKTERISTIK MEKANIK BRIKET LIMBAH
SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DENGAN VARIASI
TEKANAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**FEBRIAN RHAMA PUTRA
NIM. 111910101077**

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Karakteristik Mekanik Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon dengan Variasi Tekanan” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Ketua,

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.
NIP 196806171995011001

Anggota I,

Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.
NIP 19691201 199602 1 001

Skretaris

Sumarji, S.T., M.T.
NIP 19680202 199702 1 001

Anggota II,

Hari Arbiantara, S.T., M.T.
NIP 196709241994121001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 1961041419890

RINGKASAN

Analisis Karakteristik Mekanik Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon dengan Variasi Tekanan; Febrian Rhama Putra, 111910101077; 2015; 52 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Briket merupakan bahan bakar padat yang terbuat dari limbah organik dan dicampur dengan bahan lain serta dicetak pada tekanan tertentu untuk mendapatkan bentuk dan karakteristik yang diinginkan. Penelitian ini difokuskan tentang pengaruh variasi tekanan terhadap Karakteristik Mekanik yaitu densitas, distribusi partikel, dan karakteristik fisik yaitu kuat tekan aksial, *drop test* briket arang limbah serbuk kayu sengon. Variasi tekanan yang digunakan yaitu 100 kg/cm^2 , 150 kg/cm^2 , dan 200 kg/cm^2 . Pembuatan briket dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, dan untuk penelitian dilakukan di Laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember dan di Laboratorium Bio Science RSGM Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Dari hasil penelitian karakteristik mekanik diperoleh rata-rata nilai densitas tertinggi dan terendah yaitu sebesar $0,51 \text{ gram/cm}^3$ dan $0,41 \text{ gram/cm}^3$ pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi tekanan 200 kg/cm^2 dan 100 kg/cm^2 .

Dan nilai rata-rata distribusi partikel tertinggi dan terendah yaitu sebesar 63,8 % partikel yang rapat dengan 36,32 % rongga pada bagian permukaan briket dan 51,7 % partikel yang rapat dengan 48,3 % rongga pada bagian permukaan briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi tekanan 200 kg/cm^2 dan 100 kg/cm^2 .

Dari hasil penelitian karakteristik fisik diperoleh rata-rata nilai kuat tekan aksial tertinggi dan terendah yaitu sebesar 0,00055 kg/cm² dan 0,00038 kg/cm² pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi tekanan 100 kg/cm² dan 200 kg/cm².

Dan nilai rata-rata *drop test* tertinggi dan terendah yaitu sebesar 1,49 % partikel yang lepas dan 0,27 % partikel yang lepas pada briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi tekanan 100 kg/cm² dan 200 kg/cm².

SUMMARY

Analysis of Mechanical Characteristics of Sawdust Wood Briquettes Waste Sengon with Pressure Variation; Febrian Rhama Putra, 111910101077; 2015; 52 pages; Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Briquette is a solid fuel made from organic waste and mixed with other materials and printed at a certain pressure to get the desired shape and characteristics. This study focused on the influence of pressure variation of the mechanical characteristics are density, particle distribution, and physical characteristics ie axial compressive strength, drop test waste sawdust briquette charcoal sengon. Variation of pressure used is 100 kg/cm², 150 kg/cm², and 200 kg/cm². Briquetting performed at Energy Conversion Laboratory Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember, and for research conducted at the Laboratory Design and Testing Materials Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering at the University of Jember and Bio Science Laboratory of the Hospital of the Faculty of Dentistry, University of Jember.

From the research results obtained by the mechanical characteristics of an average of the highest and lowest density value that is equal to 0.51 g / cm³ and 0.41 g/cm³ on charcoal briquettes sawdust waste sengon with variations in pressure of 200 kg/cm² and 100 kg/cm². And the average value of the highest and lowest particle distribution in the amount of 63.8% of particles with 36.32% meeting cavity on the surface of briquettes and 51.7% of particles with 48.3% meeting cavity on the surface of the waste charcoal briquettes powder Falcata with variations in pressure of 200 kg/cm² and 100 kg / cm².

Physical characteristics of the research results obtained by the average value of the axial compressive strength of highs and lows in the amount of 0.00055 kg/cm² and 0.00038 kg/cm² on charcoal briquettes sawdust waste sengon with variations in pressure of 100 kg/cm² and 200 kg/cm² , And the average value drop the highest and lowest test that is equal to 1.49% of the particles are separated and 0.27% loose particles in the waste charcoal briquettes sawdust sengon with variations in pressure of 100 kg / cm² and 200 kg / cm².

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Karakteristik Mekanik Briket Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon Dengan Variasi Tekanan”. 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. Ibunda Holif dan Ayahanda Sahla S.Pd. yang selalu memberikan doa, segala bentuk kasih sayang, semangat, serta materi untuk penulis;
2. Adikku Roni Dwi Setiawan yang selalu memacu semangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Guruku AL. Marhum AL. Arif Billah K.H Moh. Hasan Genggong, K.H Moh. Hasan Mutawakkil Alallah Genggong, AL K.H Ali Munib As’ad, Ustadz Syamsuri dan Habib Hasan yang telah mengajari dan selalu memberi semangat serta doanya buat penulis;
4. Ir. Digdo Listiyadi Setiawan, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama, Sumarji S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T. sebagai dosen penguji I dan Hari Arbiantara, S.T., M.T. sebagai dosen penguji II yang telah membantu memberikan ilmu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Guru-guruku sejak sekolah dasar hingga perguruan tinggi;
7. Dulu-dulur Bedeba TM11 “Dulur Sak Lawase”, yang selalu berjalan bersama beriringan dan mengajari penulis arti kebersamaan dan indahnya persaudaraan;
8. Tim briket vian, yunus, rahmat, ika, farihen, agung, hanif, imron, novan, sujat yang telah saling membantu bertukar pikiran demi penulis;
9. Anak kosan mursyid yunus, vian, imron, bangkit, sadam, lukman, depri, eko, rijal, angger, candra, hadi, halim, amir, orit, andika, rizal, hanif, rasel, habibi yang telah menghibur dan menemani penulis;

10. Para pimpinan dan karyawan CV. Harapan Mulya Kalisat yang telah memberikan bantuan bahan baku terhadap penelitian ini;

11. 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,

2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Biomassa.....	5
2.2 Briket	6
2.3 Karbonisasi	9
2.4 Perekat.....	10
a. Perekat Anorganik	10
b. Perekat Organik.....	11

2.5 Karakteristik Briket	12
2.6 Karakteristik Mekanik	12
a. Densitas	12
b. Distribusi Partikel.....	13
2.7 Karakteristik Fisik	14
a. Uji Kuat Tekan Aksial.....	14
b. Drop Test.....	15
2.8 Hipotesis	16
BAB 3. METODOLOGI	17
3.1 Metode Penelitian	17
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2.1 Waktu Penelitian	17
3.2.2 Tempat Penelitian.....	17
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.3.1 Alat.....	18
3.3.2 Bahan.....	18
3.4 Variabel Penelitian	18
3.4.1 Variabel Bebas	18
3.4.2 Variabel Terikat.....	19
3.5 Prosedur Penelitian	19
3.5.1 Tahapan Proses Pembuatan Briket Arang	19
3.5.2 Tahapan Penelitian Karakteristik Mekanik	20
3.5.3 Tahapan Penelitian Karakteristik Fisik	21
3.6 Metode Pengujian	22
3.7 Metode Pengambilan Statistik	23
3.7.1 Eksperimen 1 Faktorial	23
3.7.2 Uji Hipotesis.....	24
3.7.3 Metode Rancangan Acak Lengkap	25
3.7.4 Penyajian Data Hasil Penelitian Densitas	26

3.7.5 Penyajian Data Hasil Gambar Distribusi Partikel	27
3.7.6 Penyajian Data Hasil Perhitungan Distribusi Partikel.....	28
3.7.7 Penyajian Data Hasil Penelitian <i>Drop Test</i>	28
3.7.8 Penyajian Data Hasil Penelitian Kuat Tekan Aksial.....	29
3.8 Analisis Data	30
3.9 Diagram Alur Penelitian	31
3.10 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	32
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Data Hasil Percobaan	33
4.1.1 Hasil Pengujian Densitas.....	33
4.1.2 Hasil Pengujian Distribusi Partikel	34
4.1.3 Hasil Pengujian <i>Drop Test</i>	37
4.1.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Aksial	39
4.2 Analisis Statistik	40
4.2.1 Pengujian Hipotesis pada Densitas/Kerapatan Briket	40
4.2.2 Pengujian Hipotesis pada Distribusi Partikel Briket.....	41
4.2.3 Pengujian Hipotesis pada <i>Drop Test</i> Briket	43
4.2.4 Pengujian Hipotesis pada Kuat Tekan Aksial Briket.....	44
4.3 Pembahasan	45
4.3.1 Pembahasan Densitas/Kerapatan.....	45
4.3.2 Pembahasan Distribusi Partikel.....	47
4.3.3 Pembahasan <i>Drop Test</i>	49
4.3.4 Pembahasan Kuat Tekan Aksial.....	51
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kualitas Mutu Briket Arang.....	9
Tabel 2.2 KomposisiTepung Tapioka.....	11
Tabel 2.3 Kualitas Kuat Tekan Briket Arang	15
Tabel 3.1 Keterangan nama sampel	19
Tabel 3.2 Standar Pengujian	22
Tabel 3.3 Tabel Ansira atau Anova.....	25
Tabel 3.4 Tabel Pengamatan Pengujian Densitas	26
Tabel 3.5 Tabel Gambar Pengujian Distribusi Partikel	27
Table 3.6 Tabel Pengamatan Pengujian Distribusi Partikel.....	28
Table 3.7 Tabel Pengamatan Pengujian <i>Drop Test</i>	28
Table 3.8 Tabel Pengamatan Pengujian Kuat Tekan Aksial.....	29
Table 4.1 Hasil Pengujian Densitas	33
Table 4.2 Gambar Hasil Pengujian Distribusi Partikel	34
Table 4.3 Hasil persentase warna hitam/rongga	37
Table 4.4 Hasil Pengujian <i>Drop Test</i>	38
Table 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Aksial	39
Table 4.6 Test of Homogeneity of Variances	41
Table 4.7 Anova Pengujian Densitas	41
Table 4.8 Test of Homogeneity of Variances	42
Table 4.9 Anova Pengujian Distribusi Partikel.....	42
Table 4.10 Test of Homogeneity of Variances	43
Table 4.11 Anova Pengujian Drop Test.....	43
Table 4.12 Test of Homogeneity of Variances	44
Table 4.13 Anova Pengujian Kuat Tekan Aksial.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Serbuk Kayu Sengon	6
Gambar 2.2 Briket Batangan.....	7
Gambar 2.3 Briket Sarang Tawon.....	7
Gambar 2.4 Briket Silinder	7
Gambar 2.5 Briket Balok.....	8
Gambar 2.6 Bagan proses karbonisasi	9
Gambar 2.7 Struktur Mikro Titik 1 Pembesaran 400x.....	13
Gambar 2.8 <i>Drop Test</i>	16
Gambar 4.1 Uji Mikro Briket A dengan Pembesaran 100x	35
Gambar 4.2 Uji Mikro Briket B dengan Pembesaran 100x	36
Gambar 4.3 Uji Mikro Briket C dengan Pembesaran 100x	36
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Tekanan dengan Densitas Briket.....	45
Gambar 4.5 Pengukuran Briket	46
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Tekanan dengan Distribusi Partikel	47
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Tekanan dengan Distribusi Rongga	47
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Tekanan dengan <i>Drop Test</i>	49
Gambar 4.9 Bentuk Pecahan Briket	50
Gambar 4.10 Daerah Kuat Dan Daerah Rapuh	50
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Tekanan dengan Kuat Tekan Aksial....	51

DAFTAR LAMPIRAN

A.1 Pembuatan dan Pengujian spesimen	57
a). Mengambil Limbah Serbuk Kayu Sengon Di CV Harapan Mulya	57
b). Proses Menjemur Dari Jam 09:00- 15:00 WIB Selama 2 Hari..	57
c.) Pirolisis Dengan Temperatur 400° C	58
d). Hasil Arang Yang Telah Dipirolisis	59
e). Partikel Dengan Mesh 70	59
f). Perekat Tepung Tapioka	60
g). Menimbang Bahan Briket	60
h). Pencetakan briket dengan variasi tekanan sebesar 100 kg/cm ² .	61
i). Pencetakan briket dengan variasi tekanan sebesar 150 kg/cm ² ..	62
j). Pencetakan briket dengan variasi tekanan sebesar 200 kg/cm ² ..	63
k). Hasil Pencetakan Briket	64
l). Pengujian Densitas mengukur perbedaan ketinggian briket	65
m). Pengujian <i>Drop Test</i> menimbang briket sebelum dijatuhkan...	66
n). Menjatuhkan briket dengan ketinggian 180 cm	67
o). Bentuk pecahan briket setelah dijatuhkan	69
p). Menimbang briket setelah di uji <i>drop test</i>	70
q). Pengujian Kuat Tekan Aksial	71
r).Briket Setelah Diuji Kuat Tekan Aksial	72
s). Pengujian Distribusi partikel	73
t). Briket A	73
u). Briket B	75
v). Briket C	76
A.2 Lampiran Tabel Semua Hasil Pengujian yang Dilakukan	77
a). Tabel Hasil Pengujian Densitas	77
b). Tabel hasil pengujian distribusi partikel	77
c).Tabel hasil Pengujian <i>Drop Test</i>	78

d). Tabel hasil Pengujian Kuat Tekan Aksial.....	79
e). Tabel Statistik Densitas menggunakan Aplikasi SPSS 16.....	79
f). Tabel Statistik Distribusi Partikel menggunakan SPSS 16	80
g). Tabel Statistik <i>Drop Test</i> menggunakan Aplikasi SPSS 16	80
h).Tabel Statistik Kuat Tekan Aksial menggunakan SPSS 16.....	81
i).Tabel Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,005....	82
A.3 Data Hasil Perhitungan	83
a). Perhitungan Data Hasil Pengujian Densitas.....	83
b).Perhitungan Data Hasil Pengujian <i>Drop Test</i>	84
c).Perhitungan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Aksial	85

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia kebutuhan energi sangat diperlukan karena penggunaannya yang terfokus kepada bahan bakar minyak yang cadangannya kian menipis. Di sisi lain, harga minyak mentah selama periode tahun 2007 hingga 2011 meningkat rata-rata 11,45 persen per tahun dari 72,31 US\$ per barrel menjadi 111,55 US\$ per barrel (Pusdatin, 2012a:2-3,28-29), maka dari itu energi alternatif sangat dibutuhkan.

Energi alternatif merupakan pilihan untuk mengatasi krisis Pengembangan energi terbarukan dapat dilakukan melalui *Clean Development Mecanism (CDM)*. CDM ini mengembangkan konversi biomassa menjadi bahan bakar atau sumber energi dan pembersihan lingkungan (Hadiwiyoto, S.2009). Bahan yang termasuk biomassa antara lain sisa hasil hutan, limbah pertanian, limbah kayu, limbah hewan, tanaman air, tanaman kecil, dan limbah industri serta limbah pemukiman (Bergman dan Zerbe 2004).

Berdasarkan kutipan diatas limbah kayu termasuk dalam bahan biomassa, Potensi limbah industri pengolahan kayu sengon sangat banyak, mulai dari potongan ranting, kulit dan sisa gergajian yang masih jarang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Briket merupakan bahan bakar padat yang terbuat dari campuran biomassa yang dapat dikembangkan secara massal dalam waktu yang relatif singkat dengan teknologi dan peralatan yang relatif sederhana. Inilah peluang yang baik karena dalam penggunaannya, briket lebih hemat dibanding minyak tanah (Nisandi, 2007).

Di wilayah jember terdapat 31 kecamatan, yang diantaranya adalah kecamatan arjasa, dimana disana terdapat potensi limbah serbuk kayu sengon dari salah satu CV yang bergerak dibidang penjualan batang kayu sengon. Dalam penelitian kali ini, telah ada kesepakatan kerja sama pemanfaatan limbah sengon dengan bapak. ridwan sebagai pemilik CV. Harapan Mulya.

Setelah adanya peluang memanfaatkan limbah serbuk kayu sengon, maka akan dilakukan proses pembuatan briket dengan menggunakan variasi penekanan, Sebelum melakukan proses pembuatan briket, maka yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah penelitian terdahulu sebagai referensi, seperti Subroto, Dkk (2007) meneliti pengaruh tekanan 150 kg/cm², 200 kg/cm², 250 kg/cm² kenaikan kekuatan mekanik briket pada penelitian ini mencapai kondisi maksimal pada tekanan 150 kg/cm² sebesar 18,939 kg/cm² dan setelah dilakukan penambahan tekanan lagi, nilai kekuatan mekanik turun menjadi 17,551 kg/cm² dan 16,035 kg/cm², penurunan ini dikarenakan adanya batas kekuatan butiran bahan dasar untuk menahan beban, sehingga apabila beban ditambah butiran akan pecah dan menurunkan nilai kekuatan mekaniknya.

Data penelitian lain yaitu bahan serbuk jerami padi, ayakan 50 mesh, variasi tekanan 200 kg/cm², 400 kg/cm², 600 kg/cm², 800 kg/cm², 1000 kg/cm², penambahan *binder*, tanpa penambahan *binder*, dan dengan waktu penahanan (*holding time*) 40 detik, dengan nilai densitas sebesar 585,64 gr/cm³, 684,94 gr/cm³, 752,46 gr/cm³, 769,01 gr/cm³, 784,65 gr/cm³ (Riyanto, S 2009). Penelitian lainnya dengan variasi penekanan 200 kg/cm², 400 kg/cm², 600 kg/cm², 800 kg/cm², bahan briket kayu kalimantan dengan dan tanpa pengikat, diketahui sifat fisik briket yang optimum pada tekanan 800 kg/cm² untuk tanpa pengikat, dan 600 kg/cm² dengan pengikat (Syafiq, A. 2009).

Pada penelitian ini akan dilakukan variasi tekanan sebesar 100 kg/cm², 150 kg/cm², 200 kg/cm² terhadap arang limbah serbuk kayu sengon yang sudah mengalami karbonasi dan dicampur perekat. Penelitian ini diharapkan dapat memahami proses dari awal sampai akhir dimulai dari pemilihan bahan, proses pembuatan briket, proses pengujian briket dan memperoleh data tentang karakteristik mekanik dan karakteristik fisik briket arang limbah serbuk kayu sengon dengan variasi tekanan yang bertujuan agar dihasilkan briket arang limbah serbuk kayu sengon yang memiliki nilai uji mekanik dan uji fisik yang baik, serta tinggi nilai kalornya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana pengaruh variasi tekanan pengepresan briket terhadap karakteristik fisik yaitu nilai densitas dan distribusi partikel briket arang serbuk kayu sengon.
2. Bagaimana pengaruh variasi tekanan pengepresan briket terhadap karakteristik mekanik yaitu uji kuat tekan aksial dan uji *drop test* briket arang serbuk kayu sengon.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencegah pembahasan yang lebih luas, maka pembahasan dari penelitian skripsi ini ditetapkan dengan batasan dan asumsi sebagai berikut :

1. Tekanan terdistribusi merata pada briket.
2. Pada saat penekanan arang suhu kamar konstan.
3. Arang dan Perekat terdistribusi merata pada briket.
4. Temperatur ruangan konstan

1.4 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh variasi tekanan briket terhadap karakteristik fisik briket arang serbuk kayu sengon.
2. Mengetahui pengaruh variasi tekanan briket terhadap karakteristik mekanik briket briket arang serbuk kayu sengon.

1.5 Manfaat

1. Memberikan informasi tentang cara mencari nilai densitas, distribusi partikel, uji drop test dan uji kuat tekan aksial pada briket arang serbuk gergaji kayu sengon.
2. Meningkatkan kemampuan dan peran mahasiswa dalam pemanfaatan briket serbun sengon sebagai bahan bakar alternatif serta memberikan masukan bagi pihak yang berkompeten untuk mendukung perkembangan penelitian briket serbuk sengon di masa mendatang.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomassa

Biomassa adalah bahan yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar, baik secara langsung maupun setelah diproses melalui serangkaian proses yang dikenal sebagai konversi biomassa. Biomassa dapat menghasilkan bahan bakar untuk panas, listrik dan transportasi (Siemers 2006). Biomassa meliputi semua bahan yang bersifat organik (semua makhluk yang hidup atau mengalami pertumbuhan dan juga residunya) (El Bassam dan Maegaard 2004). Bahan yang termasuk biomassa antara lain sisa hasil hutan dan perkebunan, biji dan limbah pertanian, kayu dan limbah kayu, limbah hewan, tanaman air, tanaman kecil, dan limbah industri serta limbah pemukiman (Bergman dan Zerbe 2004). Menurut Kong, G.T.(2010). Mengatakan keunggulan yang dimiliki oleh biomassa, yaitu:

1. Tidak menimbulkan emisi sulfur sehingga mengurangi hujan asam
2. Biomassa dapat mendaur ulang CO², sehingga dapat dikategorikan sebagai Pembakaran.
3. biomassa menghasilkan abu dalam jumlah kecil daripada pembakaran batubara karena abu eks-batubara tersebut harus dibuang ketempat lain.

Serbuk gergajian sengon adalah bahan yang termasuk biomassa, serbuk kayu dari jenis kayu sengon ini, diperoleh dari limbah tempat pengolahan kayu ataupun industri kayu sengon. Serbuk ini biasanya terbuang percuma ataupun dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam pembuatan genteng ataupun dimanfaatkan untuk bahan pembuatan obat nyamuk bakar. Maka dicari alternatif lainnya untuk membuat limbah gergaji kayu lebih bermanfaat dalam penggunaannya. (Effendi, 2005).

Kota Jember adalah salah satu kota yang memiliki 31 kecamatan, yang diantaranya adalah kecamatan arjasa, dimana di kecamatan ini terdapat banyak kayu sengon, sehingga ada beberapa tempat pengolahan kayu sengon, seperti di Desa Biting Kecamatan Arjasa Jl Kalisat No 3 Arjasa Jember. Berdasarkan hasil

wawancara dengan bapak ridwan, sebagai pemilik CV. Harapan Mulya produksi perhari di CV ini, mencapai 2 truk log kayu sengon dengan diameter kayu rata-rata 50 cm dengan panjang 2 m, dimana satu batang kayu menghasilkan 15 % 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.



Gambar 2.1 Serbuk Kayu Sengon

Limbah serbuk kayu gergajian sudah dimanfaatkan menjadi bentuk briket arang dan arang aktif yang dijual secara komersial. Namun untuk industri penggergajian kayu skala kecil yang jumlahnya mencapai ribuan unit dan tersebar di pedesaan, limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal (Pari, G. 2002). Mencermati peluang ini, maka telah ada kerjasama dengan Bapak Ridwan sebagai pemilik CV. Harapan Mulya, yang bergerak dibidang penjualan batang kayu sengon, untuk melakukan pemanfaatan limbah kayu sengon sebagai biomassa yang akan dipergunakan untuk pembuatan briket sebagai perwujudan energy alternative bagi masyarakat, yang pada umumnya belum termanfaatkan secara maksimal.

2.2 Briket

Briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang mempunyai bentuk tertentu. Kandungan air pada pembriketan antara (10 – 20)% berat, ukuran briket bervariasi dari (10 – 100) gram. 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. Adapun beberapa tipe/bentuk briket yang umum dikenal, antara lain :



Gambar 2.2 Briket Batangan (Sumber : www.ikamart.com)



Gambar 2.3 Briket Sarang Tawon (Sumber : bismacenter.ning.com)



Gambar 2.4 Briket Silinder (Sumber : mahasuaracorp.blogspot.com)



Gambar 2.5 Briket Balok (Sumber: bisnisukm.com)

Adapun keuntungan dari bentuk briket adalah sebagai berikut :

1. Ukuran dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
2. Porositas dapat diatur untuk memudahkan pembakaran.
3. Mudah dipakai sebagai bahan bakar.

Secara umum beberapa spesifikasi briket yang dibutuhkan oleh konsumen adalah sebagai berikut :

1. Daya tahan briket terhadap air (*water resistanse*)
2. Ketahanan terhadap kuat tekan aksial (*axial compressive strenght*)
3. Ketangguhan briket terhadap benturan.
4. Ukuran dan bentuk yang sesuai untuk penggunaannya.
5. Bersih (tidak berasap), terutama untuk sektor rumah tangga.
6. Bebas gas-gas berbahaya.
7. Sifat pembakaran yang sesuai dengan kebutuhan (kemudahan dibakar, efisiensi energi, pembakaran yang stabil).

Briket yang baik juga harus memenuhi standart yang telah ditentukan kualitas briket yang dihasilkan menurut standart mutu Indonesia, Jepang, Amerika, Inggris dapat dilihat pada tabel berikut. Sebagai data pembanding, sehingga dapat diketahui kualitas briket yang dihasilkan dalam penelitian ini.

Kualitas mutu briket dapat dilihat pada Tabel 2.1

Jenis Analisa	Briket Arang			
	Indonesia	Jepang	Amerika	Inggris
Kadar Air (%)	7,57	6-8	6,2	3,59
Kadar Abu (%)	5,51	3-6	8,3	5,9
Kerapatan (gr/cm ²)	0,4407	1-1,2	1	0,48
Nilai Kalor	6814,11	6000-7000	6230	7289

Sumber : Departemen Kehutanan dan Perkebunan (1994) dalam Bahri, S (2007).

2.3 Karbonisasi

Karbon merupakan unsur yang berlimpah jumlahnya di alam. Unsur ini dapat ditemukan pada material organik seperti kayu, batu bara, atau serat alam. Untuk menghasilkan karbon dari material organik dilakukan melalui proses penguraian senyawa organik yang disebut dengan proses karbonisasi. Karbonisasi atau pengarangan adalah proses mengubah bahan menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara yang terbatas atau seminimal mungkin. Proses pembakaran dikatakan sempurna jika hasil pembakaran berupa abu dan seluruh energi di dalam bahan organik dibebaskan ke lingkungan dengan perlahan. Secara ringkas proses karbonisasi dapat ditampilkan dalam bagan yaitu sebagai berikut :

a) Pembakaran Sempurna



b) Pembakaran Tidak Sempurna



Gambar 2.6 Bagan proses karbonisasi (Kurniawan dan Marsono 2008).

Menurut Hasani (1996) *dalam* Pancapalaga (2008), proses karbonisasi merupakan salah satu tahap yang penting dalam pembuatan briket. Pada umumnya proses ini dilakukan pada temperatur 400–800°C. Karbonisasi merupakan suatu proses pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas, yang menghasilkan arang serta menyebabkan penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin serta membentuk uap air. Dengan adanya proses karbonisasi maka zat-zat terbang yang terkandung dalam briket diturunkan serendah mungkin sehingga produk akhirnya tidak berbau dan berasap.

2.4 Perekat

Sifat alamiah biomassa cenderung saling memisah. Dengan bantuan bahan perekat atau lem, partikel-partikel biomassa dapat disatukan dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Namun permasalahannya terletak pada jenis bahan perekat yang akan dipilih. Penentuan bahan perekat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas briket ketika dibakar atau dinyalakan dan ketika mengalami benturan. Selain itu, terdapat jenis-jenis bahan perekat berdasarkan bahan baku perekatnya. Jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai perekat dalam proses pembuatan briket adalah:

a) **Perekat anorganik.**

Perekat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan tidak terganggu. Perekat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan baku sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari pengikat anorganik antara lain adalah semen, dan natrium silikat.

b) Perekat organik.

Perekat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif.

Adapun beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam memilih perekat/binder yang akan digunakan sebagai pengikat, antara lain :

1. Kesesuaian antara perekat dengan bahan yang akan diikat.
2. Kemampuan perekat untuk dapat meningkatkan sifat-sifat briket.
3. Kemudahan untuk memperolehnya.
4. Harga perekat.

Berikut adalah bahan pengikat yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- Tepung Tapioka

Perekat tapioka umum digunakan sebagai bahan perekat pada briket arang karena banyak terdapat di pasaran dan harganya relatif murah. Perekat ini dalam penggunaannya menimbulkan asap yang relatif sedikit dibandingkan bahan lainnya. Menurut Triono (2006) kadar perekat dalam briket arang tidak boleh terlalu tinggi karena dapat mengakibatkan penurunan mutu briket arang yang sering menimbulkan banyak asap. Kandungan kimia tepung tapioka dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Komposisi Tepung Tapioka

Komponen	Pesentase (%)
Kadar Air	8-9
Kadar Abu	0,1-0,8
Protein	0,3-1
Lemak	0,1-0,4
Serat Kasar	81-89

Sumber : Kirk dan Othmer (1967) *dalam* Triono (2006).

2.5 Karakteristik Briket

Briket mempunyai beberapa karakteristik yang penting dalam pembuatannya yaitu karakteristik thermal briket, karakteristik mekanik briket dan karakteristik fisik briket. Adapun yang akan dijelaskan lebih mendalam dalam pembahasan ini yaitu sesuai judul skripsi ini yaitu karakteristik mekanik dan karakteristik fisik briket, adapun penjelasan dari karakteristik tersebut adalah sebagai berikut :

2.6 Karakteristik Fisik

Karakteristik Fisik adalah pengujian yang dilakukan terhadap briket dengan cara menganalisa untuk memperoleh data salah satu pengujian dari karakteristik fisik tersebut adalah densitas/kerapatan dengan melihat perubahan bentuk fisik serbuk arang sesudah dicetak.

a) Densitas

Densitas/Kerapatan adalah pengujian dengan mendeterminasi berapa rapat massa briket melalui perbandingan antara massa briket dengan besarnya dimensi volume briket berbahan serbuk limbah kayu sengon. Data penelitian orang lain bahan serbuk jerami padi, ayakan 50 mesh, variasi tekanan 200 kg/cm², 400 kg/cm², 600 kg/cm², 800 kg/cm², 1000 kg/cm², penambahan *binder*, tanpa penambahan *binder*, dan dengan waktu penahanan (*holding time*) 40 detik, dengan nilai densitas/kerapatan terdapat serbuk arang 585,64 gr/cm³, 684,94 gr/cm³, 752,46 gr/cm³, 769,01 gr/cm³, 784,65 gr/cm³ (Riyanto, S 2009). (Saputro, D, D. Dkk, 2012) bahan serbuk kayu sengon, menggunakan mesh 60, dengan metode cetak panas, pembriketan dilakukan dengan cara pengepresan pada tekanan 200 kg/cm², 300 kg/cm² dan 400 kg/cm² dengan waktu penahan 1 menit Hasil pengujian densitas menunjukkan briket naik seiring dengan naiknya tekanan kompaksi karena semakin besar tekanan kompaksi mengakibatkan partikel terdesak untuk mengisi rongga yang kosong. Menurut Gandhi (2010:3) Pengujian densitas dilakukan dengan menimbang berat briket yang

diinginkan, kemudian ukur tinggi dan diameter briket tersebut, kemudian dikalikan hasilnya. Pada penelitian ini penghitungan densitas ditentukan dengan rumus:

$$\rho = \frac{\text{massa briket (g)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$V_{\text{tot}} = \pi r^2 t \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\rho = \text{densitas (g/cm}^3\text{)}$$

$$r = \text{jari-jari (cm)}$$

$$t = \text{tinggi (cm)}$$

b) Nilai Distribusi Ukuran Partikel (Uji Mikro)

Menurut Pratiwi, dkk (2013) Nilai distribusi ukuran partikel dan pori (uji mikro), merupakan proses uji mikrostruktur yang bertujuan untuk melihat struktur mikro dari suatu material, karena hal ini sangat mempengaruhi sifat mekanik dari material tersebut. Proses pengetsaan makro berguna untuk melihat cacat-cacat yang terjadi dan juga mengetahui jumlah partikel pada setiap permukaan sebuah spesimen.

Dalam melakukan pengujian nilai distribusi partikel dapat menggunakan alat mikroskop. Mikroskop Inverted adalah sebuah mikroskop yang digunakan untuk mengamati logam, plastik, keramik serta sampel bahan lainnya, alat ini membantu dalam mengamati struktur permukaan, kelelahan logam, dll.



Gambar 2.7 Struktur Mikro Titik 1 Pembesaran 400x (Pratiwi, dkk 2013).

2.7 Karakteristik Mekanik

Karakteristik Mekanik briket adalah pengujian yang dilakukan terhadap briket dengan cara uji kuat tekan aksial dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* (UTM) dan dengan cara dijatuhkan dengan ketinggian tertentu dengan pengujian *drop test*.

a) Uji Kuat Tekan Aksial (*Axial Compressive Strength Test*)

Uji Kuat tekan aksial adalah kekuatan suatu material terhadap tekanan aksial yang sejajar dengan sumbu simetri material tersebut. Sehingga briket yang baik merupakan briket biomasa yang mempunyai nilai kuat tekan aksial yang baik. Adapun data hasil penelitian dari (Wijayanti, T. 2012) yaitu bahan campuran limbah kacang tanah dan limbah kacang mete menggunakan perekat tetes tebu dengan kadar 30 gram, tekanan pengepresan yang digunakan 200 bar, Pengeringan dengan suhu 110°C selama 19 jam, ukuran serbuk arang 5 *mesh*, dilakukan proses pengujian kuat tekan atau keteguhan tekan menggunakan mesin press dan ditekan sampai hancur, adapun data 5 sampel kuat tekan briket sebagai berikut 13,36 kg/cm², 12,68 kg/cm², 11,89 kg/cm², 11,38 kg/cm², 10,55 kg/cm².

Data penelitian lain yaitu bahan serbuk jerami padi, ayakan 50 mesh, variasi tekanan 200 kg/cm², 400 kg/cm², 600 kg/cm², 800 kg/cm², 1000 kg/cm², penambahan *binder*, tanpa penambahan *binder*, dan dengan waktu penahanan (*holding time*) 40 detik. Melakukan pengujian kuat tekan aksial dengan alat uji *Universal Testing Machine* (UTM), pembebanan sebesar 50 ton Dari hasil uji kuat tekan aksial briket biomassa jerami dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) diperoleh data untuk semua variasi tekanan baik untuk briket biomassa jerami dengan menggunakan bahan pengikat maupun briket biomassa jerami padi tanpa pengikat nilai kuat tekan yang sangat tinggi yaitu melebihi 99,9 kg/cm² jauh lebih tinggi daripada nilai kuat tekan standar SNI untuk briket serbuk sabut kelapa yaitu sebesar 3 kg/cm². (Riyanto, S. 2009).

Santosa, dkk (2010) menyatakan uji kuat tekan aksial dilakukan dengan menggunakan *force gauge* untuk mengetahui kekuatan briket dalam menahan beban dengan tekanan tertentu.

Kuat tekan briket dapat dihitung menggunakan standar SNI 0-3958-1995 dengan rumus:

$$\text{Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

F = Gaya (N)

A = Luas (cm²)

b) Drop Test

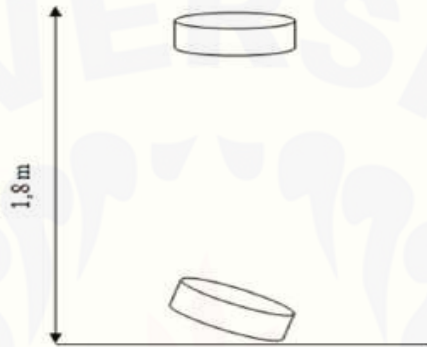
Menurut Widayat (2008) *drop test* dilakukan untuk menguji ketahanan briket dengan benturan pada permukaan keras dan datar ketika dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter. Berat bahan yang hilang atau yang lepas dari briket diukur dengan timbangan digital dengan ketelitian 1/10.000 gram. Menurut Grochowicz (1998) kualitas bahan bakar padat pada waktu perlakuan pengujian *drop test* partikel yang hilang tidak lebih dari 4 %. Semakin sedikit partikel yang hilang dari briket pada saat pengujian *drop test*, maka briket semakin bagus. Briket ditimbang dengan menggunakan timbangan untuk mengetahui berapa berat awalnya, kemudian briket dijatuhkan pada ketinggian 1,8 meter yang dimana landasannya harus benar-benar rata dan halus. Setelah dijatuhkan, briket kemudian ditimbang ulang untuk mengetahui berat setelah dijatuhkan, kemudian berat awal tadi dikurangi berat akhir setelah briket dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter (Widayat,2008). Prosedur perhitungan *drop test* briket menggunakan standar ASTM D 440-86 R02 dengan rumus:

$$\text{Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

A : Berat briket sebelum dijatuhkan (gram)

B : Berat briket sesudah dijatuhkan (gram)



Gambar 2.8 *Drop Test*

Sumber: (Widayat 2008)

Pengujian ini dilakukan untuk penggunaan briket dalam skala industri rumahan.

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu suatu metode yang digunakan untuk menganalisis karakteristik mekanik dan karakteristik fisik briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi tekanan pada briket.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Pelaksanaan waktu penelitian ini dilakukan pada bulan April – Mei 2015.

3.2.2 Tempat Penelitian

Penelitian akan dilakukan pada tiga tempat yaitu: di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, di Laboratorium Desain Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember dan di Laboratorium Bio Science Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Tempat : Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kegiatan : Melakukan pembuatan briket serbuk gergaji kayu sengon dengan perlakuan variasi penekanan.

Tempat : Laboratorium Desain, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kegiatan : Pengujian nilai kuat tekan aksial dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM).

Tempat : Laboratorium Bio Science, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Kegiatan : Pengujian distribusi partikel menggunakan alat Mikroskop Inverted.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang meliputi:

3.3.1 Alat

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian :

1. Tungku pengarang/pirolisis
2. Alat pengepres briket dan cetakan briket
3. Cawan
4. Jarum suntik
5. Heater
6. Timbangan digital
7. ayakan *mesh* 70
8. *stopwatch*
9. Termostart
10. Kabel termokople

3.3.2 Bahan

1. Serbuk gergaji kayu sengon
2. Tepung Tapioka
3. Air Panas (80°C)

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Variabel bebas yang digunakan adalah variasi tekanan, Variasi tekanan yang digunakan dalam pembuatan briket menggunakan tiga variasi yaitu:

1. Variasi tekanan 100 kg/cm²
2. Variasi tekanan 150 kg/cm²
3. Variasi tekanan 200 kg/cm²

Tabel 3.1 Keterangan Nama Sampel

No	Nama Briket	Keterangan
1	P 100	tekanan 100 kg/cm ²
2	P 150	tekanan 150 kg/cm ²
3	P 200	tekanan 200 kg/cm ²

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan sepenuhnya oleh peneliti, tetapi besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Penelitian ini mempunyai variabel terikat yang meliputi data-data yang diperoleh pada pengujian briket arang limbah serbuk gergaji kayu sengon dengan menganalisa data-datanya meliputi:

1. Pengujian *drop test*.
2. Pengujian kuat tekan aksial.
3. Pengujian densitas/kerapatan.
4. Pengujian distribusi partikel.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Tahapan proses pembuatan briket arang limbah serbuk gergajian kayu sengon, yaitu:

1. Melakukan pengambilan serbuk kayu sengon di CV. Harapan Mulya.
2. Membersihkan serbuk kayu sengon dari kotoran dengan menggunakan air.
3. Serbuk kayu sengon dijemur selama 2 hari di bawah sinar matahari hingga kering.
4. Menyiapkan tungku pirolisis.
5. Mengarangkan serbuk kayu tersebut menggunakan tungku pirolisis.
6. Menggunakan *thermostat* untuk memanaskan hingga mencapai suhu 400°C.

7. Mengatur pembakaran dengan thermocontrol dengan suhu maksimal 400°C.
8. Proses pembakaran dilakukan selama 30 menit.
9. Melakukan pengayaan dengan ukuran lolos *mesh* 70 dan tersaring di *mesh* 60 sehingga didapatkan serbuk dengan ukuran *mesh* 70.
10. Mencampurkan arang serbuk kayu sengon (70%) dengan tepung tapioka (20%) dan air (10%).
11. Mencetak arang menggunakan alat press hidrolik manual dengan dimodifikasi ditambah pressure gauge pada tabung utama press hidrolik, dengan variasi tekanan 100 kg/cm², 150 kg/cm², 200 kg/cm², dan ditahan selama 1 menit.
12. Mengeluarkan briket dari cetakan kemudian dikeringkan menggunakan oven.

3.5.2 Tahapan Penelitian Karakteristik Mekanik

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengujian densitas

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 diuji dengan metode (Gandhi. 2010).

b. Tahapan pengambilan data densitas

Tahapan proses pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

1. Menyiapkan timbangan digital, kemudian timbang briket
2. Menyiapkan penggaris, untuk mengetahui tinggi, jari-jari kemudian menghitung volumenya.
3. Kemudian berat awal briket dibagi dengan volumenya.

2. Pengujian distribusi partikel

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 diuji dengan alat mikroskop Inverted.

b. Tahapan pengambilan data distribusi partikel

1. Hidupkan Mikroskop Inverted
2. Letakkan spesimen lurus dengan lampu dan lensa.
3. mengatur pencahayaan lampu mikroskop.
4. Briket di zoom dengan lensa pembesaran 100 kali.
5. Mengatur fokus hingga gambar tampak dengan jelas.
6. Setelah gambar jelas, barulah difoto
7. Simpan foto difolder yang anda inginkan.

3.5.3 Tahapan Penelitian Karakteristik Fisik

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengujian Kuat Tekan Aksial

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 diuji dengan alat *Universal Testing Machine* (UTM).

b. Tahapan pengambilan data nilai kuat tekan aksial

1. Sampel berbentuk silinder diukur diameternya, minimal dilakukan tiga kali pengulangan.

2. Mengatur tegangan *power supply* untuk menggerakkan motor penggerak ke arah atas ataupun ke bawah. Sebelum pengujian berlangsung, alat ukur gaya terlebih dahulu dikalibrasi dengan jarum penunjuk tepat pada angka nol.
3. Menempatkan sampel tepat berada di tengah pada posisi pemberian gaya, kemudian lakukan pendongkran secara manual hingga spesimen tertekan.
4. Apabila sampel telah pecah, kemudian mencatat besarnya gaya yang ditampilkan pada panel *display* saat sampel telah rusak.

3.6 Metode Pengujian Briket

Berikut ini adalah tabel 3.2 standar pengujian dan tempat yang digunakan dalam pengujian.

No	Karakteristik Briket	Jenis Pengujian	Metode	Tempat	Pengujian
1	Fisik	Densitas	Pengukuran langsung	Lab. Konversi Energi, Teknik Mesin UNEJ	
2		Distribusi Partikel	Mikroskop inverted dan aplikasi IrfanView	Lab. Bio Science, FKG UNEJ	
3	Mekanik	DropTest	ASTM D 440-86 RO2	Lab. Konversi Energi, Teknik Mesin ENEJ	
4		Kuat Tekan Aksial	SNI 0-3958-1995	Lab, Desain Teknik Mesin UNEJ	

3.7 Metode Pengujian Statistik

3.7.1 Eksperimen 1 Faktorial

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Rancangan percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) metode Sidik Ragam ulangan yang sama dimana peletakan perlakuan diacak pada seluruh materi percobaan, hal ini berarti seluruh unit percobaan mempunyai peluang yang sama besar untuk menerima perlakuan.

Bentuk umum Rancangan Acak Lengkap (RAL) model Linier Aditif dari data hasil percobaan Y_{ij} dapat dinyatakan dengan model matematis sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{dengan}$$

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, a \\ j &= 1, 2, \dots, r \\ \varepsilon_{ij} &\stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2) \end{aligned}$$

Di mana :

- Y_{ij} = pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = nilai rata-rata umum
- τ_i = pengaruh faktor perlakuan ke-i
- ε_{ij} = pengaruh acak pada perlakuan ke-i ulangan ke- j

Model Acak merupakan model dimana perlakuan-perlakuan yang dicobakan merupakan sampel acak dari populasi perlakuan dan kesimpulan yang diperoleh berlaku secara umum untuk seluruh populasi perlakuan.

3.7.2 Uji Hipotesis

Hipotesis adalah suatu pernyataan yang masih lemah kebenarannya dan perlu dibuktikan atau dugaan yang sifatnya masih sementara. Pengujian hipotesis akan menghasilkan keputusan menerima atau menolak hipotesis. Penolakan suatu hipotesis bukan berarti disimpulkan bahwa hipotesis salah, dimana bukti yang tidak

konsisten dengan hipotesis. Penerimaan hipotesis sebagai akibat tidak cukupnya bukti untuk menolak dan tidak berimplikasi bahwa hipotesis itu pasti benar. Pada penelitian ini ditetapkan nilai taraf signifikansi α sebesar 5% atau 0,05 dengan artian ada kemungkinan satu diantara seratus keputusan penolakan hipotesis nol adalah keputusan yang keliru.

Model acak untuk membuktikan Hipotesis $H_0 : \tau_i = 0$ dan $H_1 : \tau_i > 0$ maka :

$$\begin{aligned} \text{Var}(Y_{ij}) &= \text{Var}(\mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}) \\ &= \text{Var}(\tau_i + \varepsilon_{ij}), \quad \mu \text{ konstanta} \\ &= \text{Var}(\tau_i) + \text{Var}(\varepsilon_{ij}), \quad \tau_i \text{ dan } \varepsilon_{ij} \text{ saling bebas} \\ &= \sigma_\tau^2 + \sigma^2 \end{aligned}$$

$H_0 : \sigma_\tau^2 = 0$ (Keragaman perlakuan (fraksi tekanan) tidak berpengaruh terhadap respons yang diamati (kekuatan mekanik fisik briket))

$H_1 : \sigma_\tau^2 > 0$ (Keragaman perlakuan (fraksi tekanan) berpengaruh terhadap respons yang diamati (kekuatan mekanik dan fisik briket))

Uji F dilakukan untuk membandingkan besaran pengaruh perlakuan (KTP) atau pengaruh kontrol lokal (pengelompokan) dengan efek kondisi (galat) (KTG).

Kriteria keputusan : H_0 ditolak jika $F_{hit} > F_{\alpha(a-1, a(r-1))}$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

1. Jika F hitung $< F$ tabel 5%, maka hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan fraksi tekanan tidak berpengaruh terhadap karakteristik mekanik dan karakteristik fisik briket atau dengan kata lain Terima H_0 dan Tolak H_1
2. Jika F hitung $> F$ tabel 5%, maka hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan fraksi tekanan berpengaruh terhadap karakteristik mekanik dan karakteristik fisik briket atau dengan kata lain Tolak H_0 dan Terima H_1 .

3.7.3 Metode Rancangan Acak Lengkap

Pada Rancangan acak lengkap ada dua sumber keragaman yaitu sumber keragaman perlakuan dan sumber keragaman galat . Besar nilai kedua komponen sumber keragaman inilah yang menentukan perbedaan antar perlakuan. Dalam penelitian ini menggunakan Metode Rancangan acak lengkap sama yaitu bila jumlah perlakuan sama (p) dan setiap perlakuan diulang (n) kali level maka, dapat dibuat tabel hasil pengamatan dengan pola Acak yang disajikan dalam tabel 3.2 yaitu tabel Anova sebagai berikut:

Tabel 3.3 Tabel Ansira atau Anova

Sumber keragaman (SK)	Derajat bebas (DB)	Jumlah kwadrat (JK)	Kwadrat tengah (KT)	F hitung	F tabel	Sig
					5 %	
Perlakuan (p)	$DB_1 = p - 1$	JKP	JKP / DB_1	$(KTP)/(KTG)$	$F (DB_1, DB_2)$	
Galat	$DB_2 = p (n - 1)$	$JKG = JKT - JKP$	JKG / DB_2			
Total	$(p.n - 1)$					

Dimana :

- A. Jumlah ulangan $= n$
- B. Derajat bebas perlakuan (DBP) $= p - 1$
- C. Derajat bebas galat (DBG) $= p (n - 1)$
- D. Derajat bebas total (DBT) $= (p.n - 1)$
- E. Kwadrat tengah perlakuan (KTP) $= JKP / DBP$
- F. Kwadrat tengah galat (KTG) $= JKG / DBG$
- G. Jumlah kwadrat perlakuan (JKP) $= (\sum Y_p^2) / n - FK$
- H. Jumlah kwadrat galat (JKG) $= JKT - JKP.$

3.7.4 Penyajian data hasil Penelitian Densitas

Tabel 3.4 Tabel pengamatan pengujian pengaruh variasi tekanan terhadap uji densitas

Densitas					
Percobaan	Variasi Tekanan	Massa	Tinggi	Volume	Densitas
1	Briket A				
2					
3					
4					
5					
Sub Total					
Rata-rata					
1	Briket B				
2					
3					
4					
5					
Sub Total					
Rata-rata					
1	Briket C				
2					
3					
4					
5					
Sub Total					
Rata-rata					

3.7.5 Penyajian data hasil gambar distribusi partikel

Tabel 3.5 Gambar Pengujian Distribusi Partikel

No	Jenis Briket		
	Briket A	Briket B	Briket C
1			
2			
3			
4			
5			

3.7.6 Penyajian data hasil perhitungan distribusi partikel

Tabel 3.6 Pengamatan Pengujian Distribusi Partikel

Distribusi Partikel			
Percobaan	Variasi Tekanan	Hitam/rongga (%)	Putih/arang (%)
1	Briket A		
2			
3			
4			
5			

Sub Total			
Rata-rata			
1	Briket B		
2			
3			
4			
5			
Sub Total			
Rata-rata			
1	Briket C		
2			
3			
4			
5			
Sub Total			
Rata-rata			

3.7.7 Penyajian Data Hasil Penelitian *Drop Test*

Tabel 3.7 Data hasil pengamatan pengujian pengaruh variasi tekanan terhadap uji *drop test*

Drop Test				
Percobaan	Variasi Tekanan	Berat Awal	Berat Akhir	% Loss
1	Briket A			
2				
3				
4				
5				
Sub Total				
Rata-rata				
1	Briket B			
2				
3				
4				
5				
Sub Total				

Rata-rata				
1	Briket C			
2				
3				
4				
5				
Sub Total				
Rata-rata				

3.7.8 Penyajian Data Hasil Penelitian Kuat Tekan Aksial

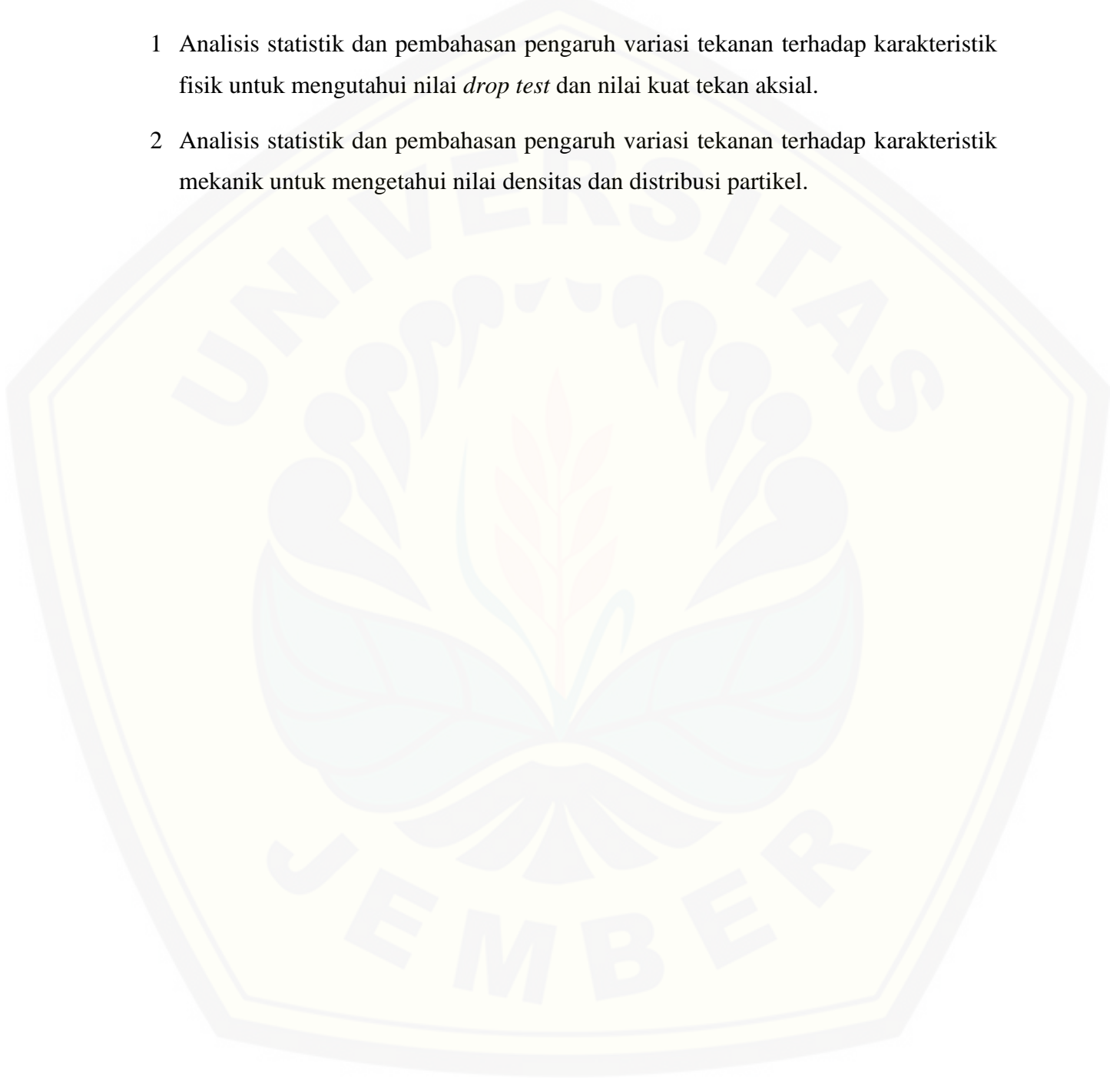
Tabel 3.8 pengamatan pengujian pengaruh variasi tekanan terhadap uji kuat tekan aksial

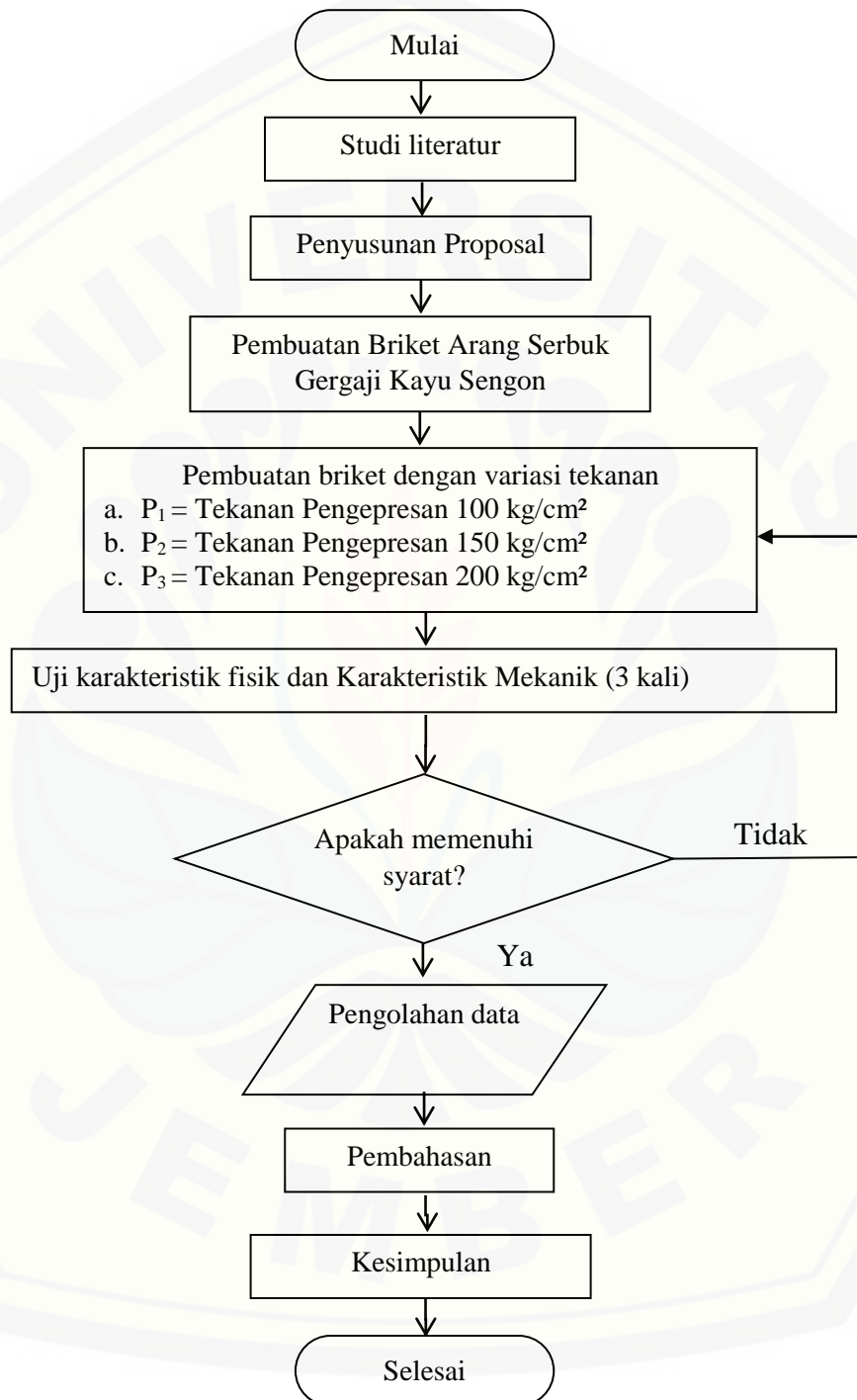
Kekuatan Tekan Aksial				
Percobaan	Variasi Tekanan	Beban	Luas Permukaan	Kuat Tekan Aksial
1	Briket A			
2				
3				
4				
5				
Sub Total				
Rata-rata				
1	Briket B			
2				
3				
4				
5				
Sub Total				
Rata-rata				
1	Briket C			
2				
3				
4				
5				
Sub Total				
Rata-rata				

3.8 Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :

- 1 Analisis statistik dan pembahasan pengaruh variasi tekanan terhadap karakteristik fisik untuk mengetahui nilai *drop test* dan nilai kuat tekan aksial.
- 2 Analisis statistik dan pembahasan pengaruh variasi tekanan terhadap karakteristik mekanik untuk mengetahui nilai densitas dan distribusi partikel.



3.9 Diagram Alur Penelitian

3.10 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel jadwal pelaksanaan penelitian tahun 2015

Tabel Jadwal pelaksanaan penelitian

No.	Jenis Kegiatan	Bulan															
		Juni				Juli				agustus				september			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur																
2	Penyusunan Proposal																
3	Persiapan Alat dan Bahan																
4	Seminar Proposal																
5	Pelaksanaan Penelitian																
6	Pengolahan dan Analisis Data																
7	Seminar Hasil																
8	Sidang																

3.11 Hipotesis

Semakin besar tekanan pada proses pencetakan briket, maka nilai kerapatan semakin tinggi, Semakin besar tekanan pada pencetakan briket maka distribusi partikel semakin rapat karena partikel terdesak untuk mengisi rongga-rongga yang kosong. Sehingga semakin tinggi kerapatan briket maka pengujian *drop test* akan semakin baik, namun ketahanan briket pada pengujian kuat tekan semakin rendah.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Percobaan

Setelah melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi tekanan pada briket serbuk gergaji kayu sengon dilakukan pengujian densitas, distribusi partikel, *drop test*, kuat tekan aksial pada briket, berikut adalah data hasil pengujian.

4.1.1 Hasil Pengujian Densitas

. Nilai densitas dihitung dari massa briket dibagi volume, Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data pengujian yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian pengaruh variasi tekanan terhadap uji densitas

Densitas					
Percobaan	Variasi Tekanan	Massa	Tinggi	Volume	Densitas
1	Briket A	9,34	3,3	23,3145	0,400609
2		9,36	3,1	21,9015	0,427368
3		9,26	3,3	23,3145	0,397178
4		9,34	3,3	23,3145	0,400609
5		9,38	3,1	21,9015	0,428281
Sub Total		46,68	16,1	113,7465	2,054045
Rata-rata		9,336	3,22	22,7493	0,410809
1	Briket B	9,3	2,9	20,4885	0,453913
2		9,31	3	21,195	0,439255
3		9,24	2,8	19,782	0,467091
4		9,33	2,8	19,782	0,471641
5		9,34	2,8	19,782	0,472146
Sub Total		46,52	14,3	101,0295	2,304046
Rata-rata		9,304	2,86	20,2059	0,460809
1	Briket C	9,32	2,5	17,6625	0,527672
2		9,36	2,6	18,369	0,509554
3		9,25	2,5	17,6625	0,523708
4		9,3	2,7	19,6625	0,487536
5		9,32	2,5	17,6625	0,527672
Sub Total		46,55	12,8	90,432	2,576142
Rata-rata		9,31	2,56	18,0864	0,515228

Sebagai contoh pengujian densitas maka diketahui:

Massa = 9,34 gram Jari-jari = 1,5
















Tinggi = 3,3 Volume = $\pi r^2 t$

$$\rho = \frac{\text{massa briket (g)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$= 9,34 / 3,14(1,5^2).3,3 = 0,4 \text{ g/cm}^2.$$

4.1.2 Hasil Pengujian Distribusi Partikel

Setelah dilakukan pengujian menggunakan mikroskop inverted di RSGM Universitas Jember maka diperoleh data pengujian yang ditunjukkan pada tabel berikut. Tabel 4.2 data hasil gambar pengujian distribusi partikel

No	Jenis Briket		
	Briket A	Briket B	Briket C
1			
2			
3			
4			
5			



Gambar 4.1 Uji Mikro Briket A dengan Pembesaran 100 x



Gambar 4.2 Uji Mikro Briket B dengan Pembesaran 100 x



Gambar 4.3 Uji Mikro Briket C dengan Pembesaran 100 x

Tabel 4.3 Hasil persentase warna hitam/rongga

Percobaan	Variasi Tekanan	Distribusi Partikel	
		Hitam/rongga (%)	Putih/arang (%)
1	Briket A	59,3	40,7
2		49,7	50,3
3		45	55
4		50,6	49,4
5		36,9	63,1
Sub total		241,5	258,5
Rata-rata		48,3	51,7
1	Briket B	39,5	60,5
2		41,5	58,5
3		41,7	58,3
4		51	49
5		23,5	63,5
Sub Total		197,2	289,8
Rata-rata		39,44	57,96
1	Briket C	35,4	64,6
2		41,7	58,3

3		32,7	67,3
4		32,9	67,1
5		38,9	61,1
Sub Total		181,6	319
Rata-rata		36,32	63,8

4.1.3 Hasil Pengujian *Drop Test*

Proses pengujian briket ditimbang dengan menggunakan timbangan untuk mengetahui berapa berat awalnya, kemudian briket dijatuhkan pada ketinggian 1,8 meter yang dimana landasannya harus benar-benar rata dan halus. Setelah dijatuhkan, briket kemudian ditimbang ulang untuk mengetahui berat setelah dijatuhkan, kemudian berat awal tadi dikurangi berat setelah briket dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter (Widayat, dalam Satmoko, A, E, M. 2013).

Prosedur perhitungan *drop test* briket menggunakan standar ASTM D 440-86 R02 dengan rumus :

$$\text{Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \% \dots\dots\dots(4.2)$$

Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data pengujian yang ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 4.4 Data hasil pengujian pengaruh variasi tekanan terhadap uji *drop test*.

Drop Test				
Percobaan	Variasi Tekanan	Berat Awal	Berat Akhir	% Loss
1	Briket A	9,52	9,45	0,73529
2		9,7	9,5	2,06186
3		9,6	9,54	0,62500
4		9,63	9,4	2,38837
5		9,84	9,68	1,62602
Sub Total		48,29	47,57	7,43654
Rata-rata		9,658	9,514	1,48731
1	Briket B	9,62	9,52	1,03950
2		9,84	9,74	1,01626
3		9,74	9,7	0,41068
4		9,71	9,68	0,30896

5		9,88	9,71	1,72065
Sub Total		48,79	48,35	4,49605
Rata-rata		9,758	9,67	0,89921
1	Briket C	9,62	9,6	0,20790
2		9,8	9,78	0,20408
3		9,52	9,47	0,52521
4		9,72	9,7	0,20576
5		9,8	9,78	0,20408
Sub Total		48,46	48,33	1,34703
Rata-rata		9,692	9,666	0,26941
Jumlah total		145,54	144,25	13,27962

Sebagai contoh perhitungan nilai drop test yaitu pada briket A dengan data yang diketahui sebagai berikut :

$$A = \text{Berat Awal} = 9,52 \text{ gram}$$

$$B = \text{Berat Akhir} = 9,50 \text{ gram}$$

$$\text{Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

$$\text{Drop Test} = \frac{9,52 - 9,50}{9,52} \times 100 \% = 0,21 \%$$

4.1.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Aksial

Kuat tekan briket dapat dihitung menggunakan standar SNI 0-3958-1995 dengan rumus:

$$\text{Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{\text{gaya (N)}}{\text{Luas (cm}^2\text{)}} \dots\dots\dots(4.3)$$

Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data pengujian yang ditunjukkan pada Tabel berikut ini.

Tabel 4.5 Data hasil pengujian pengaruh variasi tekanan terhadap uji kuat tekan aksial

Kekuatan Tekan Aksial				
Percobaan	Variasi Tekanan	Beban	Luas Permukaan	Kuat Tekan Aksial
1	Briket A	0,046	7,065	0,00065
2		0,04	7,065	0,00057
3		0,038	7,065	0,00054
4		0,035	7,065	0,00050
5		0,035	7,065	0,00050
Sub Total		0,194	35,325	0,002745931
Rata-rata		0,0388	7,065	0,000549186
1	Briket B	0,31	7,065	0,00044
2		0,03	7,065	0,00042
3		0,033	7,065	0,00047
4		0,03	7,065	0,00042
5		0,031	7,065	0,00044
Sub Total		0,155	35,325	0,002193914
Rata-rata		0,031	7,065	0,000438783
1	Briket C	0,028	7,065	0,00040
2		0,025	7,065	0,00035
3		0,028	7,065	0,00040
4		0,026	7,065	0,00037
5		0,028	7,065	0,00040
Sub Total		0,135	35,325	0,001910828
Rata-rata		0,027	7,065	0,000382166
Jumlah total		0,484	105,975	0,006850672

Sebagai contoh perhitungan kuat tekan aksial pada briket A diperoleh data sebagai berikut:

$$\text{Luas permukaan} = \pi r^2$$

$$= 3,14. (1,5^2)$$

$$= 7,065 \text{ cm}^2$$

$$\text{Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{\text{gaya (N)}}{\text{Luas (cm}^2\text{)}}$$

$$= \frac{0,046}{7,065}$$

$$= 0,00651 \text{ N/cm}^2 = 0,000651 \text{ kg/cm}^2$$

4.2 Analisis Statistik

Data pengujian densitas yang diperoleh sebagaimana yang tercantum pada tabel 4.1 data pengujian distribusi partikel yang tercantum pada tabel 4.2 data pengujian *drop test* yang tercantum pada tabel 4.3 serta data pengujian kuat tekan aksial yang tercantum pada tabel 4.4, kemudian dianalisis dengan ANOVA untuk eksperimen faktorial. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software SPSS 16.

4.2.1 Pengujian Hipotesis pada Densitas/Kerapatan Briket

Tabel 4.6 Uji statistik ANOVA nilai Densitas

SK	Sum of Squares	df	Mean Square	F-hit	F-tabel	Sig.
					5 %	
Between Groups	.023	2	.012	44.816	3,98	.000
Within Groups	.003	11	.000			
Total	.026	13				

Hasil analisis data didapatkan dengan menggunakan uji statistik *one-way* ANOVA melalui *software* SPSS. Pada tabel 4.6 terlihat bahwa masing-masing perlakuan variasi tekanan briket memiliki pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai $F_{hitung} (44.816) > F_{tabel} (3,98)$ dan nilai taraf signifikan $(0,000) < 0,05$, yang berarti bahwa H_0 ditolak, atau (H_1) diterima yaitu terdapat pengaruh rata-rata nilai densitas dari setiap variasi tekanan.

4.2.2 Pengujian Hipotesis pada Distribusi Partikel Briket

Tabel 4.7 Uji statistik ANOVA Distribusi Partikel

SK	Sum of Squares	df	Mean Square	F-hit	F-tabel	Sig.
					5 %	
Between Groups	388.129	2	194.065	5.969	3,98	.093
Within Groups	719.099	11	65.373			
Total	1107.229	13				

Hasil analisis data didapatkan dengan menggunakan uji statistik *one-way* ANOVA melalui *software* SPSS. Pada tabel 4.7 terlihat bahwa masing-masing perlakuan variasi tekanan briket memiliki pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai $F_{hitung} (5.969) > F_{tabel} (3,98)$ dan nilai taraf signifikan $(0,093) < 0.05$, yang berarti bahwa H_0 ditolak, atau (H_1) diterima yaitu terdapat pengaruh rata-rata nilai distribusi partikel dari setiap variasi tekanan.

4.2.3 Pengujian Hipotesis pada *Drop Test* BriketTabel 4.8 Uji statistik ANOVA nilai *Drop Test*

SK	Sum of Squares	df	Mean Square	F-hit	F-tabel	Sig.
					5 %	
Between Groups	3.710	2	1.855	5.787	3,89	.017
Within Groups	3.846	12	.321			
Total	7.556	14				

Hasil analisis data didapatkan dengan menggunakan uji statistik *one-way* ANOVA melalui *software* SPSS. Pada tabel 4.8 terlihat bahwa masing-masing perlakuan variasi tekanan briket memiliki pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai $F_{hitung} (5.787) > F_{tabel} (3,89)$ dan nilai taraf signifikan $(0,017) < 0.05$,

yang berarti bahwa H_0 ditolak, atau (H_1) diterima yaitu terdapat pengaruh rata-rata nilai *drop test* dari setiap variasi tekanan.

4.2.4 Pengujian Hipotesis pada Kuat Tekan Aksial

Tabel 4.9 Uji statistik ANOVA Kuat Tekan Aksial

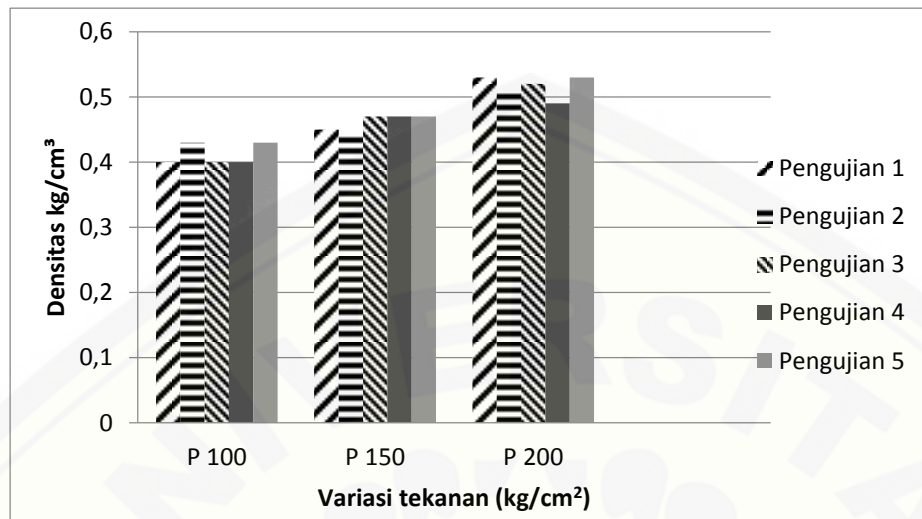
SK	Sum of Squares	df	Mean Square	F-hit	F-tabel	Sig.
					5 %	
Between Groups	.003	2	.002	9.708	3,89	.003
Within Groups	.002	12	.000			
Total	.005	14				

Hasil analisis data didapatkan dengan menggunakan uji statistik *one-way* ANOVA melalui *software* SPSS. Pada tabel 4.8 terlihat bahwa masing-masing perlakuan variasi tekanan briket memiliki pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai $F_{hitung} (5.787) > F_{tabel} (3,89)$ dan nilai taraf signifikan $(0,003) < 0,05$, yang berarti bahwa H_0 ditolak, atau (H_1) diterima yaitu terdapat pengaruh rata-rata nilai kuat tekan aksial dari setiap variasi tekanan.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pembahasan Densitas/kerapatan

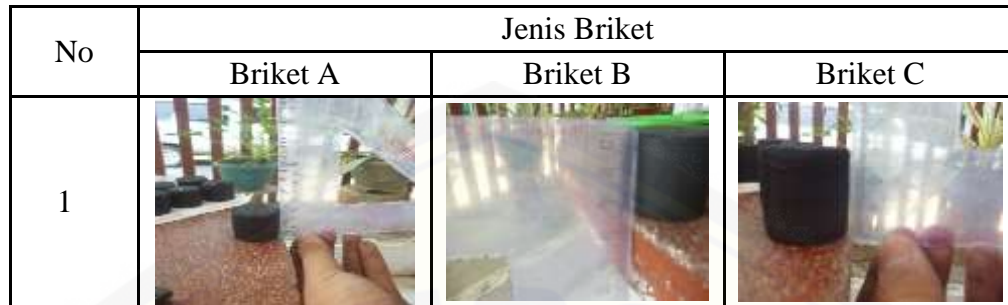
Dari hasil perhitungan pengolahan data penelitian menggunakan *One-Way ANOVA* Dengan $\alpha = 0,05$ (5%) nilai densitas dapat disimpulkan bahwa H_1 diterima, hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh dari variasi tekanan arang limbah serbuk kayu sengon terhadap nilai densitas briket. Berdasarkan penyajian data hasil perhitungan pengujian densitas, maka dapat dibuat grafik hubungan antara tekanan dengan densitas sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Tekanan dengan Densitas Briket

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai terendah yaitu terdapat serbuk arang sebanyak 0,40 gram/cm³ pada pencetakan 100 kg/cm², dan diketahui nilai tertinggi yaitu 0,53 gram/cm³ pada pencetakan 200 kg/cm², kenaikan nilai densitas pada briket seiring dengan naiknya tekanan pencetakan karena semakin besar tekanan pencetakan mengakibatkan partikel terdesak untuk mengisi rongga yang kosong. Menurut Wijayanti,T (2012). kualitas biobriket, karena kerapatan yang tinggi dapat meningkatkan nilai kalornya.

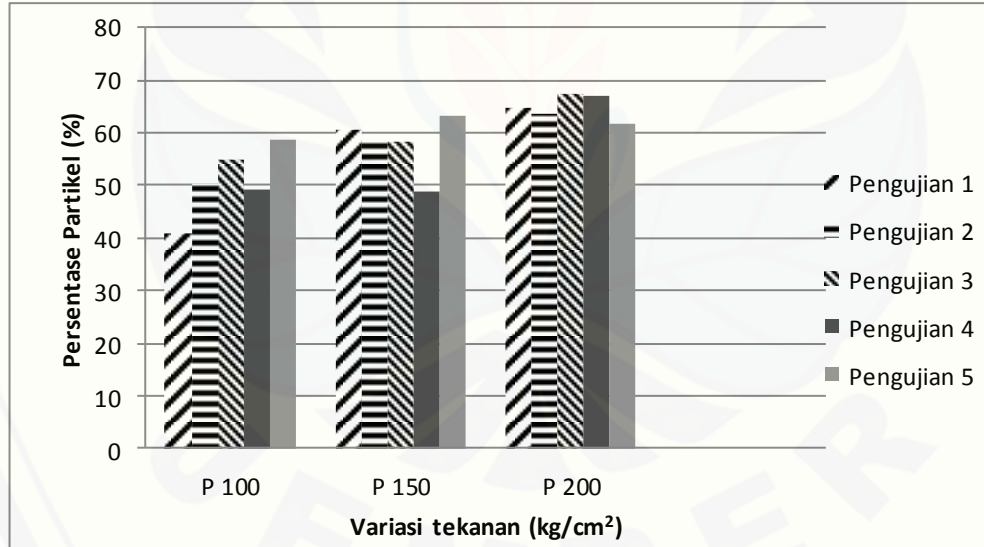
Densitas briket pada penelitian ini berkisar antara 0,40 gram/cm³ sampai 0,53 gram/cm³. Apabila dibandingkan dengan standar kualitas briket arang buatan Indonesia (0,4407 gram/cm³), Jepang (1-1,2 gram/cm³), Amerika (1 gram/cm³), dan Inggris (0,48 gram/cm³), maka briket hasil penelitian ini hanya memenuhi syarat standar kualitas briket buatan Indonesia dan Inggris, namun tidak memenuhi syarat standar kualitas briket buatan Amerika dan Jepang.



Gambar 4.5 pengukuran briket

4.3.2 Pembahasan Distribusi Partikel

Dari hasil perhitungan pengolahan data penelitian menggunakan *One-Way ANOVA* Dengan $\alpha = 0,05$ (5%) nilai densitas dapat disimpulkan bahwa H_1 diterima, hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh dari variasi tekanan arang limbah serbuk kayu sengon terhadap nilai deistribusi partikel briket. Berdasarkan penyajian data hasil perhitungan pengujian distribusi partikel, maka dapat dibuat grafik hubungan antara tekanan dengan distribusi partikel sebagai berikut :

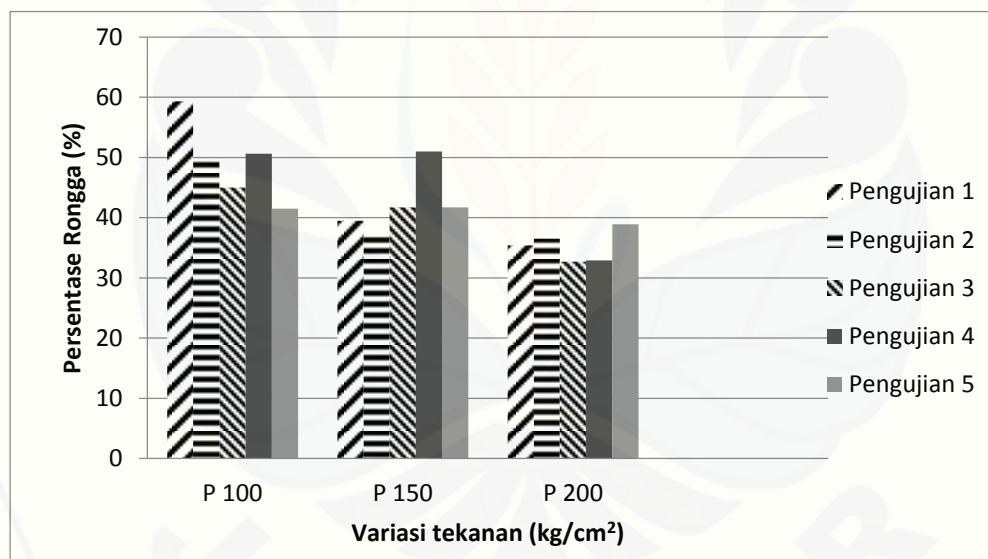


Gambar 4.6 Grafik Hubungan Tekanan dengan Distribusi Partikel Briket

Berdasarkan grafik diatas dengan pengujian menggunakan alat mikroskop yang telah mengambil gambar dengan pembesaran 100x, telah tampak perbedaan yang nampak jelas, yaitu pada bentuk fisik terdapat perbedaan pada struktur gambar

permukaan briket, seperti gambar briket A dengan variasi tekanan yang paling rendah seiring dengan gambar permukaan briket yang kasar dan bergumpal. dilanjutkan dengan briket B seiring dengan tekanan yang semakin tinggi gambar permukaan semakin baik, terlihat gumpalannya yang semakin sedikit, dilanjutkan dengan briket C seiring meningkatnya tekanan maka terlihat jelas gambar permukaannya yang paling rata.

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai distribusi partikel terendah yaitu 40,7 % pada pencetakan 100 kg/cm², dan diketahui nilai distribusi partikel tertinggi yaitu 67,3 % pada pencetakan 200 kg/cm², dari grafik diatas dapat diketahui bahwa variasi tekanan pencetakan yang semakin tinggi menghasilkan nilai distribusi partikel yang semakin tinggi.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Tekanan dengan Distribusi Rongga Briket

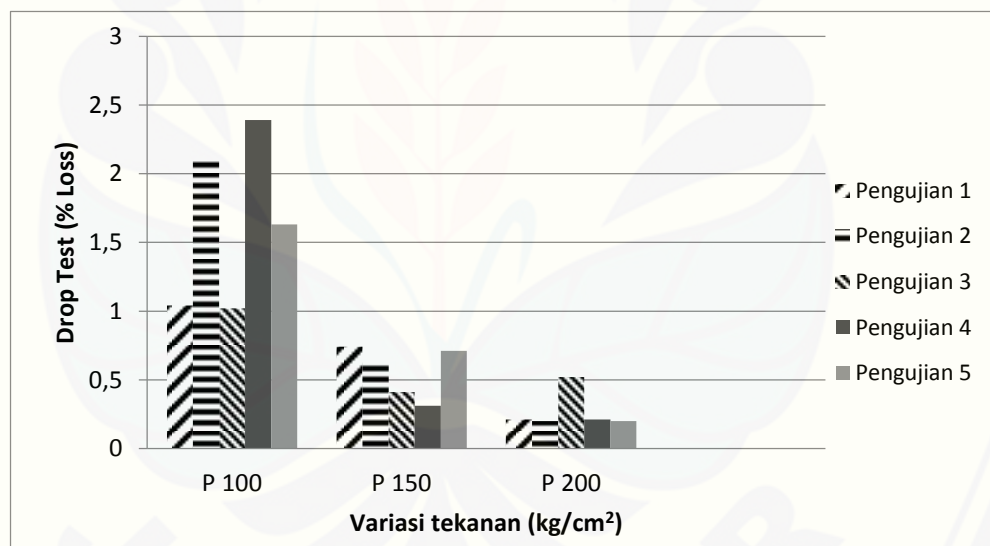
Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai distribusi rongga tertinggi yaitu 59,3 % pada pencetakan 100 kg/cm², dan diketahui nilai distribusi rongga terendah yaitu 32,7 % pada pencetakan 200 kg/cm², dari grafik diatas dapat diketahui bahwa variasi tekanan pencetakan yang semakin tinggi menghasilkan nilai

distribusi rongga yang semakin rendah. Menurut Pratiwi, dkk (2013) Nilai distribusi ukuran partikel dan pori (uji mikro), merupakan proses uji mikrostruktur yang bertujuan untuk melihat struktur mikro dari suatu material, karena hal ini sangat mempengaruhi sifat mekanik dari material tersebut.

4.3.3 Pembahasan *Drop Test*

Dari hasil perhitungan pengolahan data penelitian menggunakan *One-Way ANOVA* Dengan $\alpha = 0,05$ (5%) nilai *drop test* dapat disimpulkan bahwa H_1 diterima, hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh dari variasi tekanan arang limbah serbuk kayu sengon terhadap nilai *drop test* briket.

Berdasarkan penyajian data hasil perhitungan pengujian *drop test* maka dapat dibuat grafik hubungan antara tekanan dengan *drop test* sebagai berikut :



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Tekanan dengan *Drop Test*.

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai tertinggi *drop test* yaitu sebanyak 2,39 % partikel yang lepas pada pencetakan 100 kg/cm², dan diketahui nilai *drop test* terendah yaitu 0,20 % pada pencetakan 200 kg/cm², nilai rata-rata *drop test* semakin rendah pada briket seiring dengan naiknya variasi tekanan pencetakan. Kualitas bahan yang baik pada waktu pengujian *drop test*, partikel yang lepas tidak

melebihi 4 % (Grochowicz, dalam satmoko 2013). *Drop test* briket pada penelitian ini berkisar antara 0,20 % sampai 2,39 % .Apabila dibandingkan dengan standar menurut jurnal grochowicz dalam satmoko kualitas briket arang penelitian ini memenuhi syarat standar kualitas briket. Pengujian *drop test* bertujuan untuk mengetahui seberapa besar ketahanan briket saat terkena benturan dengan benda keras sehingga berguna pada saat proses pengemasan, pendistribusian dan penyimpanan.(Satmoko, 2013



Gambar 4.9 bentuk pecahan briket

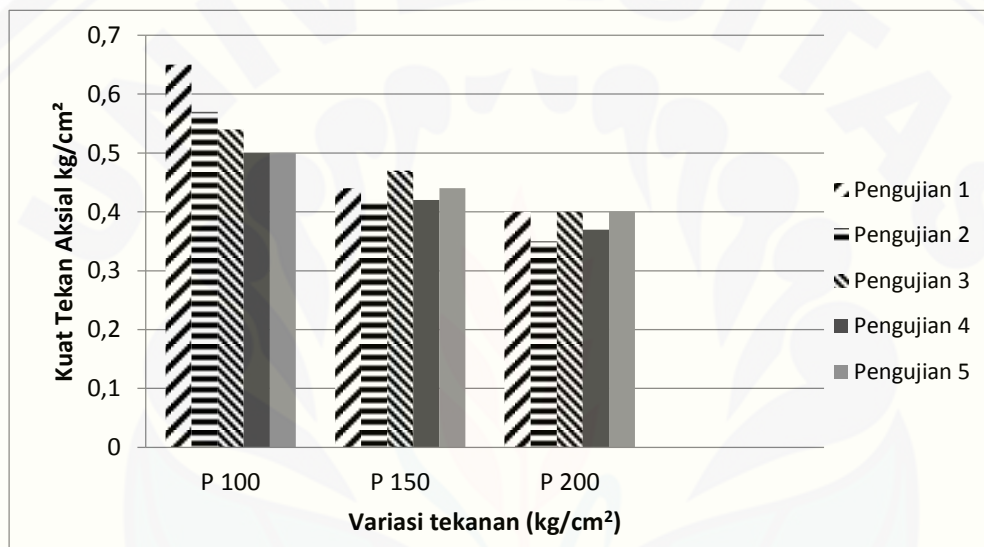


Gambar 4.10 Daerah Kuat dan daerah rapuh

Sumber: (Widayat dkk dalam Satmoko, A. 2013).

4.3.4 Pembahasan Kuat Tekan Aksial

Dari hasil perhitungan pengolahan data penelitian menggunakan *One-Way ANOVA* Dengan $\alpha = 0,05$ (5%) nilai kuat tekan aksial dapat disimpulkan bahwa H_1 diterima menunjukkan adanya pengaruh dari variasi tekanan arang limbah serbuk kayu sengon terhadap kuat tekan aksial briket. Berdasarkan penyajian data hasil perhitungan pengujian kuat tekan, maka dapat dibuat grafik hubungan antara tekanan dengan kuat tekan aksial sebagai berikut:



Gambar 4.11 Grafik Hubungan Tekanan dengan Kuat Tekan Aksial Briket

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan tertinggi yaitu 0,65 kg/cm² pada pencetakan 100 kg/cm², dan diketahui nilai terendah yaitu 0,40 kg/cm² pada pencetakan 200 kg/cm², terjadinya penurunan nilai kuat tekan pada briket seiring dengan naiknya tekanan pencetakan. spesimen dengan variasi tekanan P100 akan mampat terlebih dahulu untuk mengisi rongga-rongga yang kosong dengan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan P150 dan P200 barulah setelah itu akan retak dan hancur. Semakin tinggi nilai keteguhan tekan briket arang berarti daya tahan briket terhadap pecah semakin baik (Triono dalam Wijayanti,S. 2009).

Kuat tekan aksial briket pada penelitian ini berkisar antara 0,40 kg/cm², sampai 0,65 kg/cm². Apabila dibandingkan dengan standar kualitas briket arang buatan Indonesia dengan bahan briket batubara standar SNI minimal sebesar 6 kg/cm² (SNI, 1998a) dan untuk briket serbuk sabut kelapa minimal sebesar 3 kg/cm² (SNI, 1998b *dalam* Riyanto, S. 2009).

Maka briket hasil penelitian ini tidak memenuhi syarat standar kualitas briket buatan Indonesia dengan bahan serbuk sabut kelapa, dan tidak memenuhi syarat standar kualitas briket buatan Indonesia dengan bahan batubara. Kekuatan briket biomassa terhadap beban penekanan merupakan salah satu sifat mekanik yang harus dimiliki agar briket tersebut memenuhi salah satu sarat briket tersebut dapat digunakan dan masuk dalam SNI. (Riyanto, S. 2009).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh hasil variasi tekanan pencetakan briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap densitas, semakin tinggi tekanan pencetakan maka nilai densitas semakin tinggi, dengan diperoleh nilai densitas sebesar $0,51 \text{ gr/cm}^3$ pada briket C.
2. Terdapat pengaruh hasil variasi tekanan pencetakan briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap distribusi partikel dan distribusi rongga, semakin tinggi tekanan pencetakan maka nilai distribusi partikel semakin tinggi dan distribusi rongga semakin rendah yaitu nilai tertinggi $63,8 \%$ distribusi partikel, dan distribusi rongga terendah $36,32 \%$ pada permukaan briket dengan pembesaran $100x$ pada briket C.
3. Terdapat pengaruh hasil variasi tekanan briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap nilai drop test, semakin tinggi tekanan pencetakan maka nilai drop test semakin rendah, dengan diperoleh nilai *drop test* sebesar $0,27 \%$ yaitu pada briket C.
4. Terdapat pengaruh hasil variasi tekanan briket arang limbah serbuk kayu sengon terhadap uji kuat tekan aksial, semakin tinggi tekanan pencetakan maka nilai kuat tekan aksial semakin rendah, dengan diperoleh sebesar $0,35 \text{ kg/cm}^2$ yaitu pada briket C.

5.2 Saran

1. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket harus dipastikan bersih dan kering sebelum dilakukan proses pengarangan.
2. Saat melakukan proses pengujian tahap demi tahapannya harus dicermati, supaya dalam proses menganalisa fenomena yang terjadi dari hasil pengujian tersebut dapat terlaksana dengan baik dan benar, serta penelitian yang dihasilkannya pun akan lebih berkualitas.



DAFTAR PUSTAKA

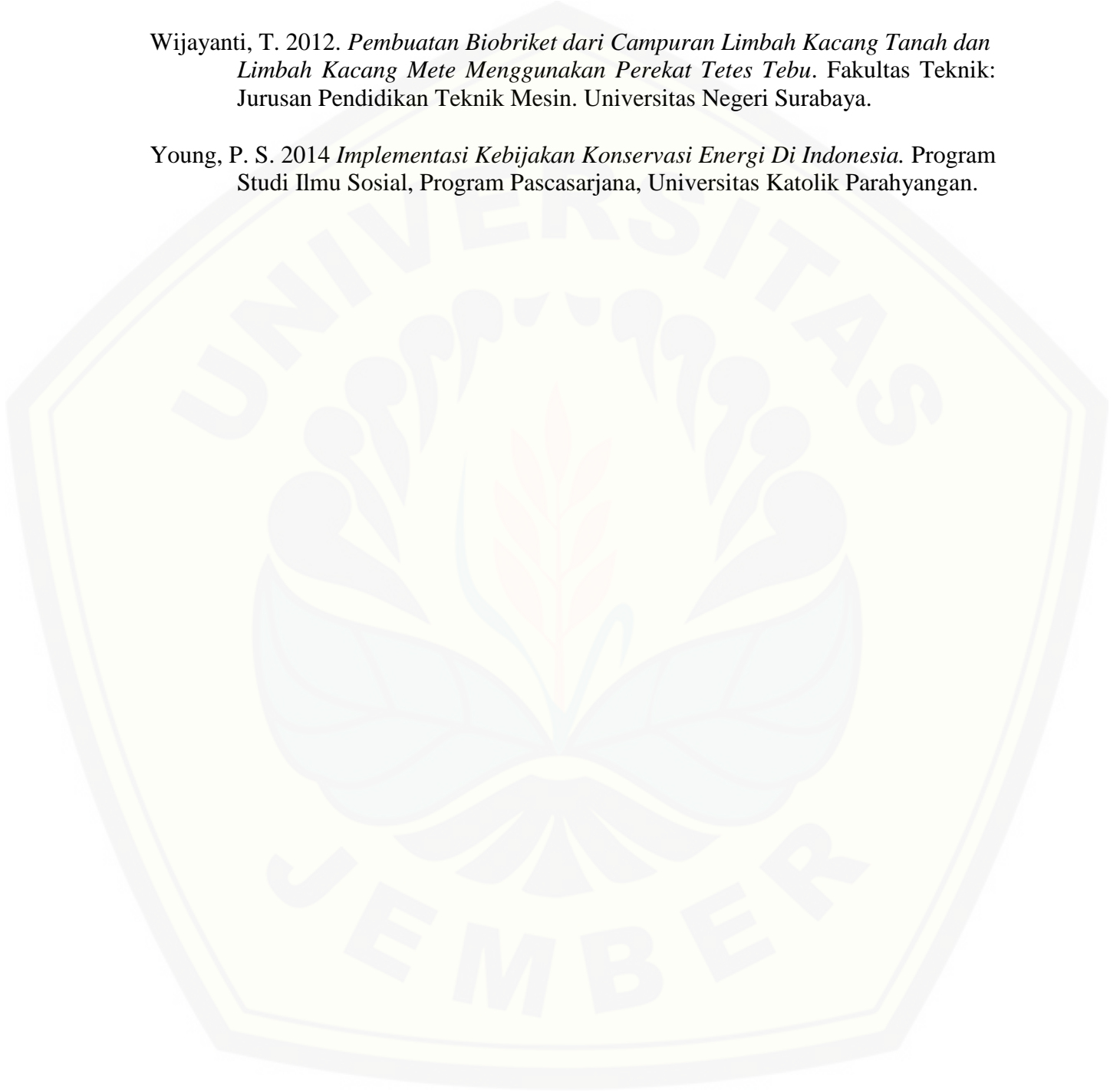
- Bassam N. E. dan Maegaard, P 2004. *Integrated Renewable Energy or Rural Communities. Planning guidelines, Technologies and Applications Elsevier.* Amsterdam.
- Bergman dan Zerbe 2004. *Pembuatan Biopellet Ampas Kelapa Sebagai Energi Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah Ramah Lingkungan.* Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Industri. Universitas Negeri Gorontalo.
- Capah, A. G. 2007. *Pengaruh Konsentrasi Perekat dan ukuran Serbuk Terhadap Kualitas Briket Arang Dari Limbah Pembalakan Kayu Mangium (Acacia mangium Willd).* Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Darun, N. Saputro, D, D. Rusiyanto. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 5000 Psig.* Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Mesin. Universitas Semarang.
- Effendi, K. 2005. *Pengaruh Peredaman dan Kadar Air Perekat terhadap Sifat Fisis Mekanis Papan Partikel dari Ampas Tebu.* Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Medan. Sumatera Utara.
- Hadiwiyoto, S. 2009. *Pembuatan Biopellet Ampas Kelapa Sebagai Energi Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah Ramah Lingkungan.* Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Industri. Universitas Negeri Gorontalo.
- Kong, G. T. 2010. *Peran Biomassa Bagi Energi Terbarukan.* Komputindo: Elex Media. Jakarta.
- Nisandi. 2007 *Pelatihan Pembuatan Biobriket Dari Sampah Organik Di Rt 04 Rw 11 Kelurahan Sidomulyo Barat – Pekanbaru.* Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Riau Pekanbaru.
- Pari, G. 2002. *Indusrti Pengolahan Kayu Teknologi alternatif Pemanfaatan Limbah.* Makalah Filsafah Sains. Institut Pertanian Bogor.
- Pratiwi. D. K, Paramitha. N. 2013. *Kajian Eksperimental Pengaruh Variasi Ukuran Cetakan Logam Terhadap Perubahan Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Produk Cor Aluminium.* Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

- Riyanto, S. 2009. *Uji Kualitas Fisik dan Uji Kinetika Pembakaran Briket Jerami Padi Dengan dan Tanpa Bahan Pengikat*. Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Saputro, D, D. Satmoko, A. Edwardo, M. 2012. *Karakterisasi Briket dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas*. Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gajah Mada. Jogyakarta.
- Satmoko, A, E, M. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan*. Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
- Siemers, W. 2006. *Prospects for Biomass and Biofuels in Asia*. The 2nd Joint International Conference on “Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)” C-031 (O) 21-23. Bangkok. Thailand.
- Subroto Dkk, 2007. *Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan terhadap Karakteristik Mekanik dan Karakteristik Pembakaran Briket Kokas Lokal*. Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Surono, B. U. 2010. *Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Pembriketan*. Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Mesin. Universitas Janabadra Yogyakarta.
- Syafiq, A. 2009. *Uji Kualitas Fisik dan Kinetika Reaksi Briket Kayu Kalimantan dengan dan Tanpa Pengikat*. Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Triono, A. 2006. *Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (Maesopsis eminii Engl). Dan Sengon (Paaserianthes falcataria L. Nielsen) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (Cocos nucifera L)*. Departemen Hasil Hutan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Usman, N. 2007. *Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao Dengan Menggunakan Kanji Sebagai Perekat*. Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Jl. Racing Center No.28, Makassar Baharuddin.
- Utomo, F, A. dan Primastuti, N. 2013. *Pemanfaatan Limbah Furniture Enceng Gondok (Eichornia crassipes) di Koen Gallery Sebagai Bahan Dasar*

Pembuatan Briket Bioarang. Fakultas Teknik: Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.

Wijayanti, T. 2012. *Pembuatan Biobriket dari Campuran Limbah Kacang Tanah dan Limbah Kacang Mete Menggunakan Perikat Tetes Tebu*. Fakultas Teknik: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Universitas Negeri Surabaya.

Young, P. S. 2014 *Implementasi Kebijakan Konservasi Energi Di Indonesia*. Program Studi Ilmu Sosial, Program Pascasarjana, Universitas Katolik Parahyangan.



LAMPIRAN A

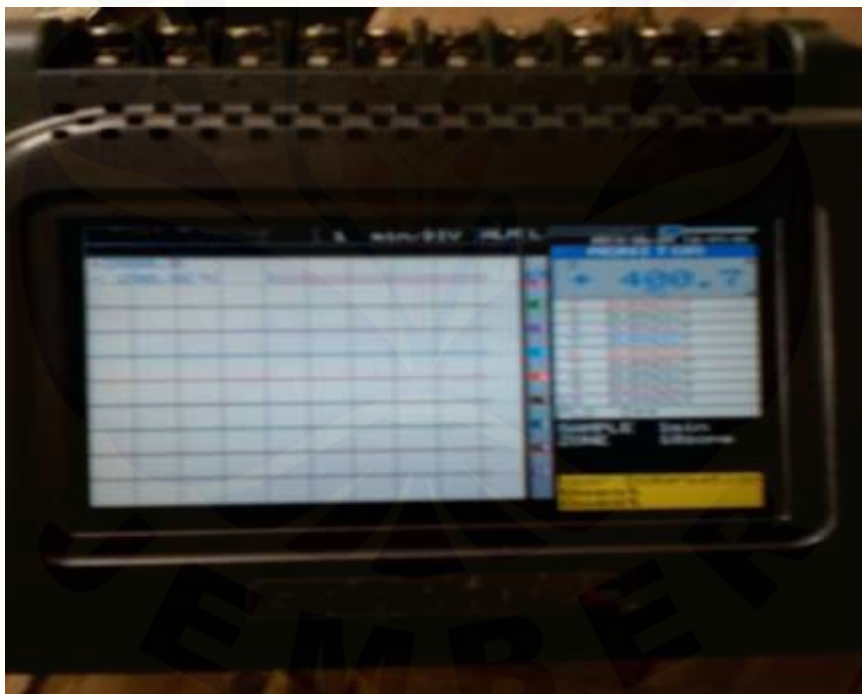
A.1 Pembuatan dan Pengujian Spesimen



(a) Mengambil limbah serbuk kayu sengon Di CV Harapan Mulya



(b) Proses menjemur dari jam 09:00- 15:00 WIB selama 2 hari



(c) Pirolisis/pengarangan dengan temperatur 400° C



(d) Hasil Arang Yang Telah Dipirolisis dengan Temperatur 400°C



(e) Partikel Dengan Ukuran Mesh 70 Dengan Pengayaan Lolos Mesh 70 Dan Tertahan Di Mesh 60



(f)Perekat Tepung Tapioka



(g) Menimbang bahan briket dengan komposisi serbuk arang sebanyak 7 gram dan perekat tepung tapioka sebanyak 2 gram dan air sebanyak 1 gram.



(h) Pencetakan Briket dengan Variasi Tekanan Memodifikasi dongkrak hidrolis dengan memasang pressure gauge pada tabung 1 kemudian melakukan variasi tekanan sebesar 100 kg/cm².



- (i) Memodifikasi dongkrak hidrolik dengan memasang pressure gauge pada tabung 1 kemudian melakukan variasi tekanan sebesar 150 kg/cm^2 .



(j) Memodifikasi dongkrak hidrolik dengan memasang pressure gauge pada tabung 1 kemudian melakukan variasi tekanan sebesar 200 kg/cm^2 .



(k) Hasil pencetakan briket dengan variasi tekanan 100 kg/cm², 150 kg/cm², 200 kg/cm².



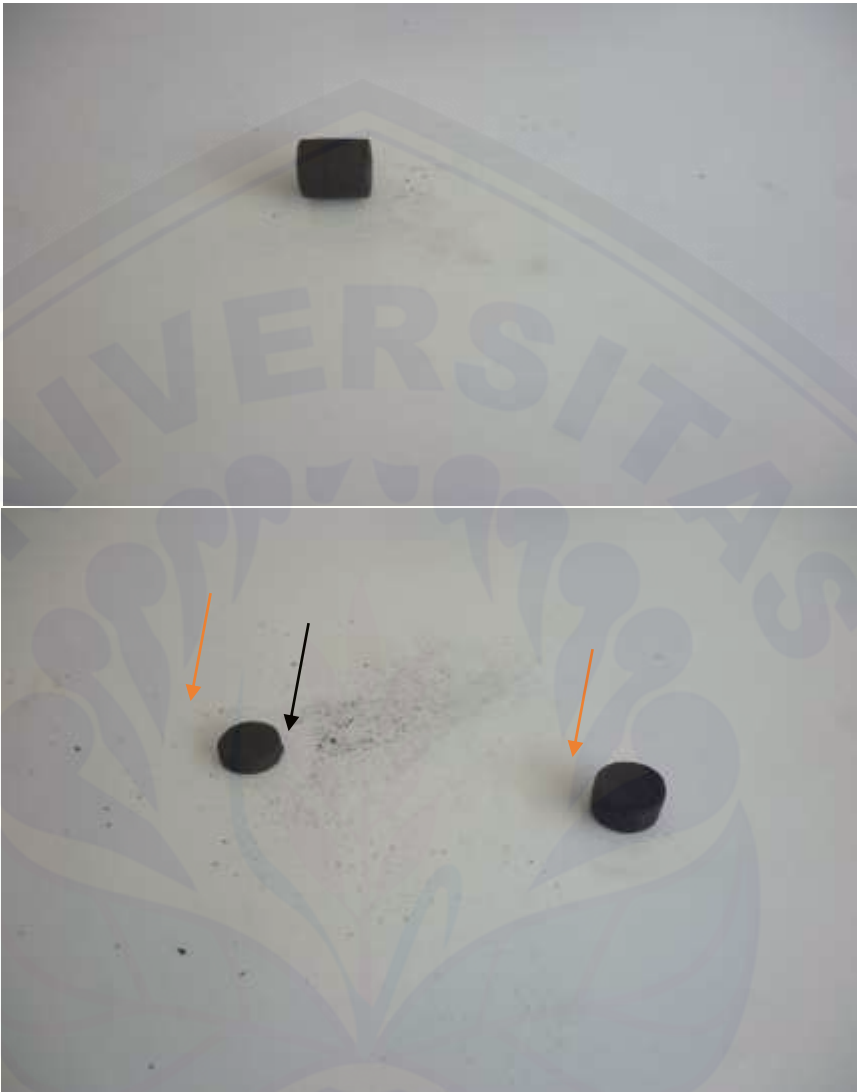
(1) Pengujian Densitas mengukur perbedaan ketinggian briket dari setiap hasil variasi tekanan.



(m) Pengujian *Drop Test* menimbang briket sebelum dijatuhkan



(n) Menjatuhkan briket dengan posisi tegak pada ketinggian 180 cm dengan jatuh pada posisi acak, dan contoh kriteria pecahan briket yang masih bisa dipakai dan tidak bisa dipakai.





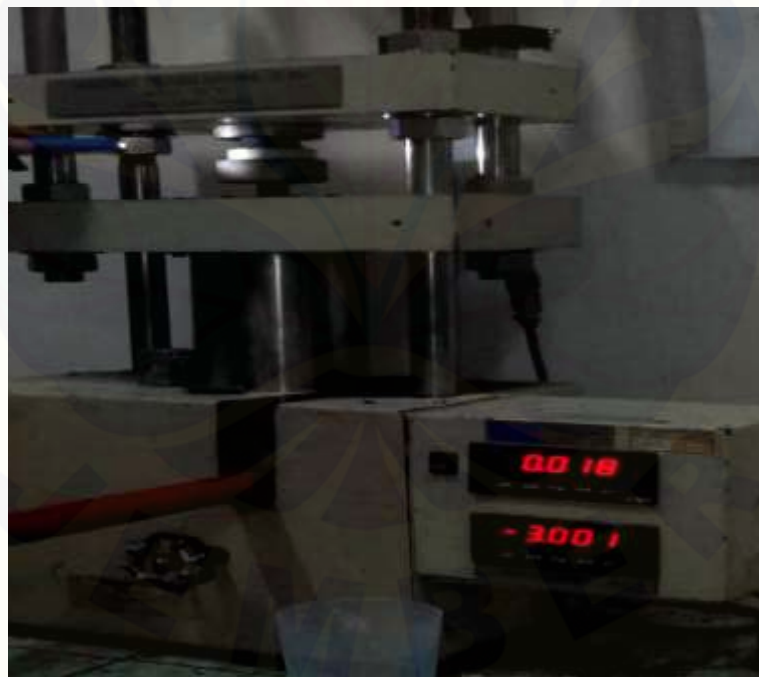
(o) Bentuk pecahan briket setelah dijatuhkan

Keterangan:
Bisa dipakai : ———
Tidak bisa dipakai : ———













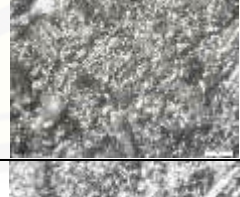
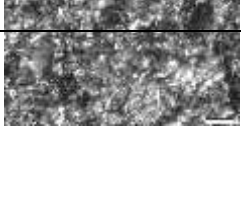


(p) Menimbang briket setelah di uji *drop test*

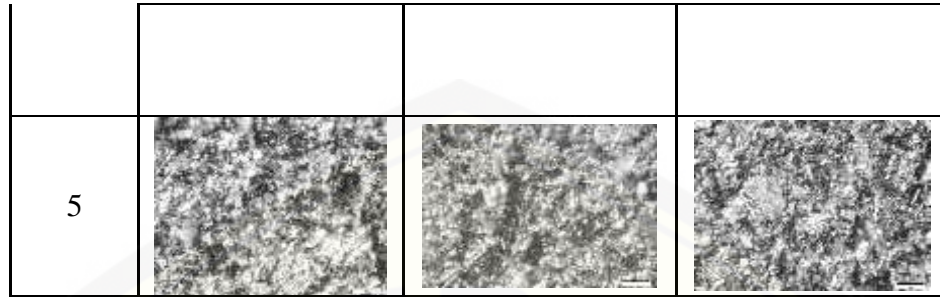


(q) Pengujian Kuat Tekan Aksial



(r) briket setelah di uji kuat tekan aksial

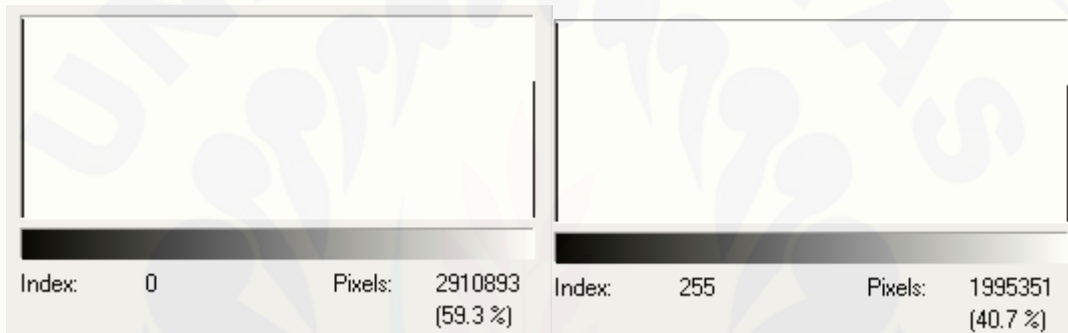
No	Jenis Briket		
	Briket A	Briket B	Briket C
1			
2			
3			
4			



(s) Pengujian Distribusi partikel

t). Briket A

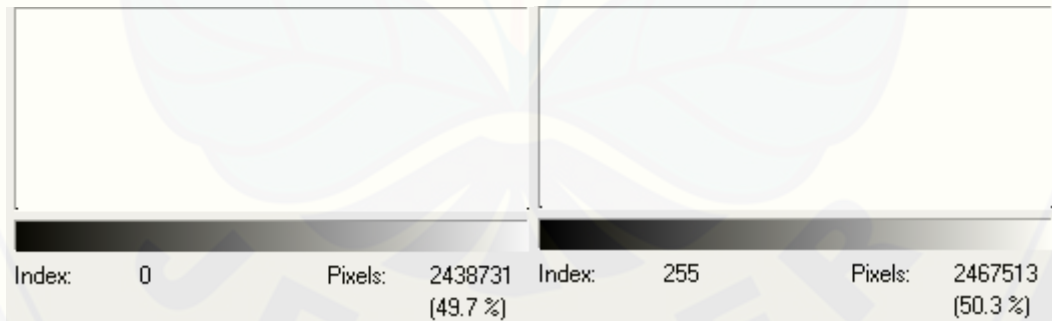
Spesimen 1



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

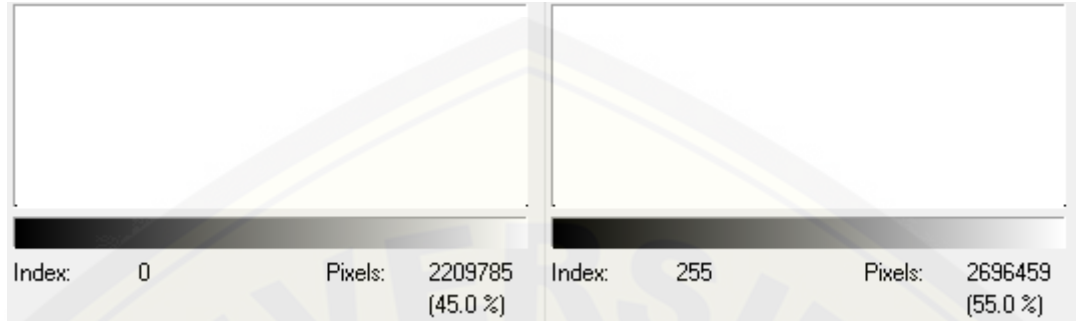
Spesimen 2



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

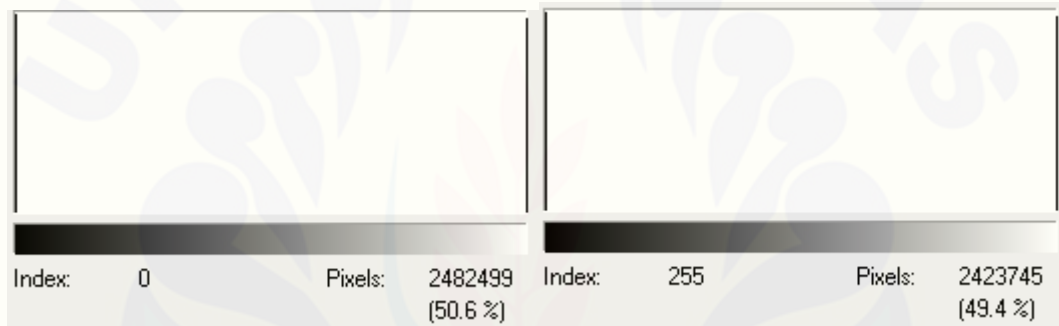
Spesimen 3



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

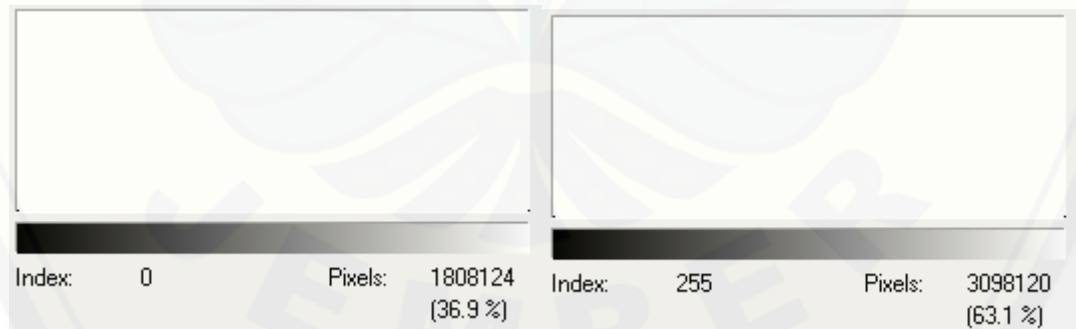
Spesimen 4



(Gambar Grafik rongga(%))

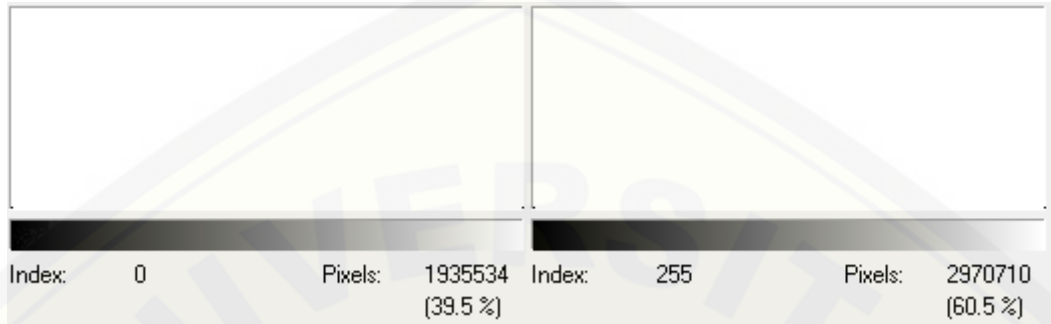
(Gambar Grafik serbuk(%))

Spesimen 5



u). Briket B

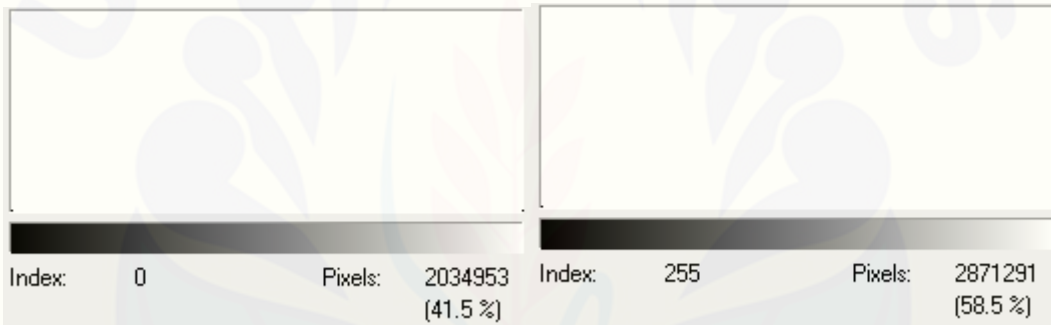
Spesimen 1



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

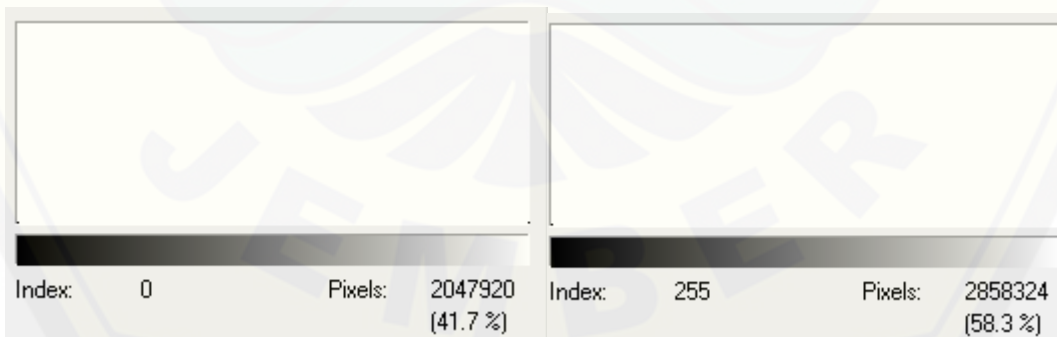
Spesimen 2



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

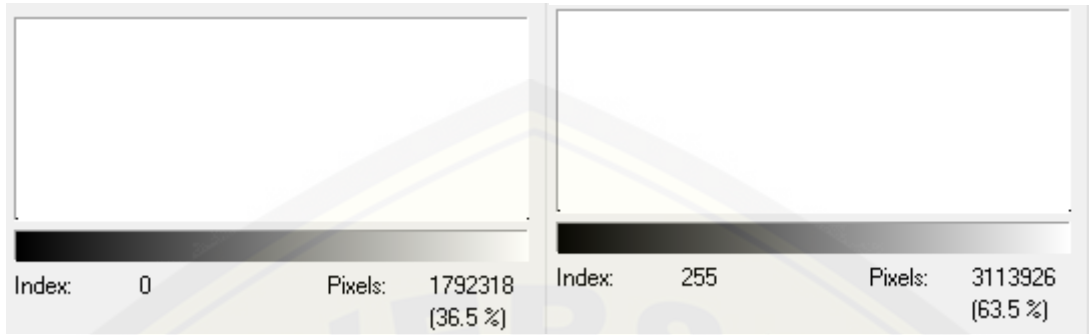
Spesimen 3



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

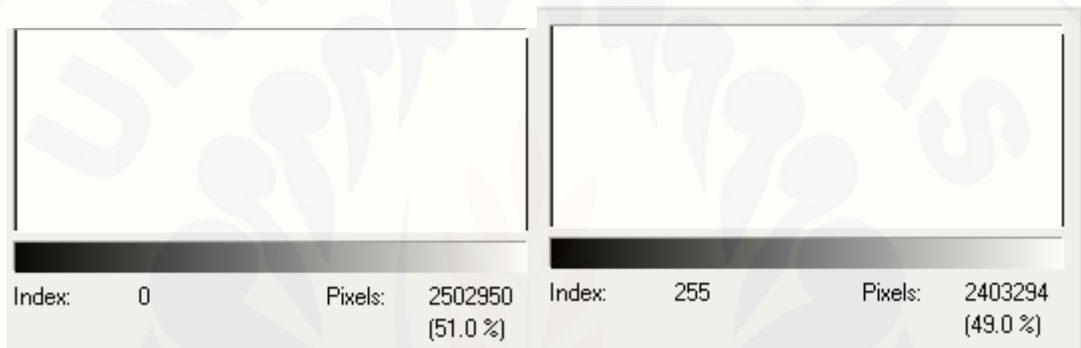
Spesimen 4



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

Spesimen 5

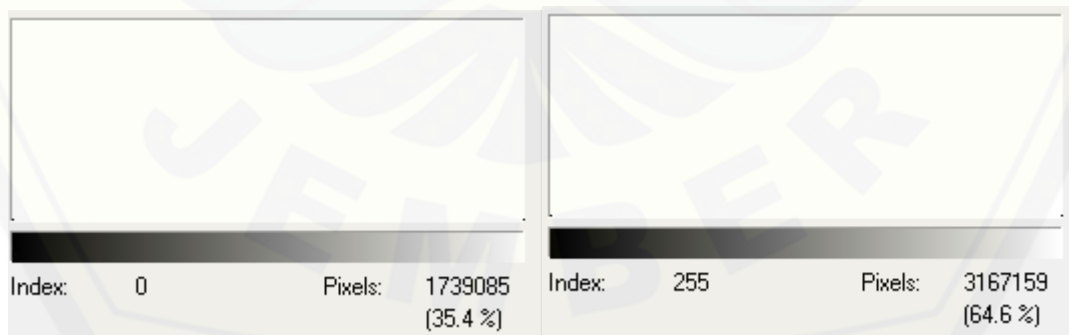


(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

v). Briket C

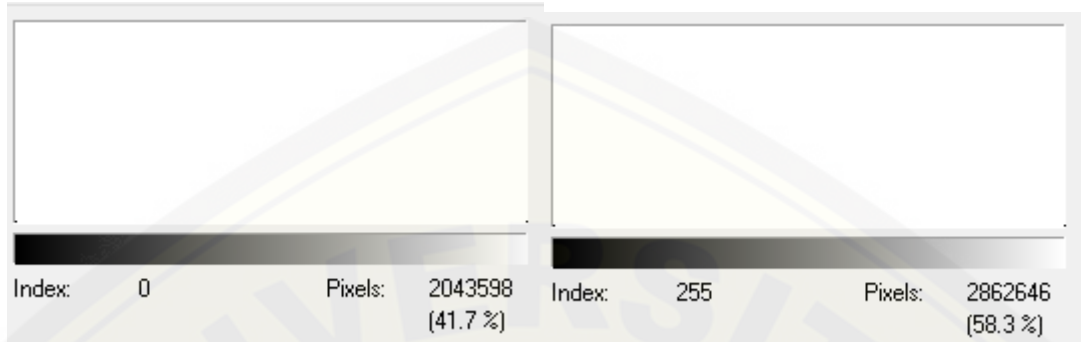
Spesimen 1



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

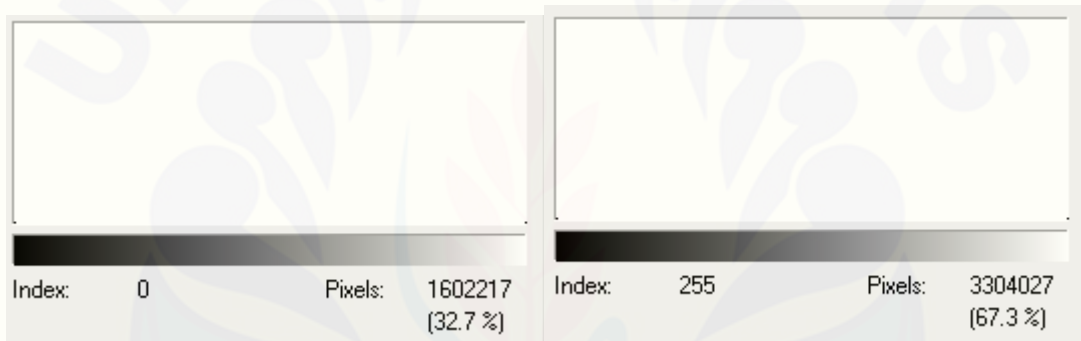
Spesimen 2



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

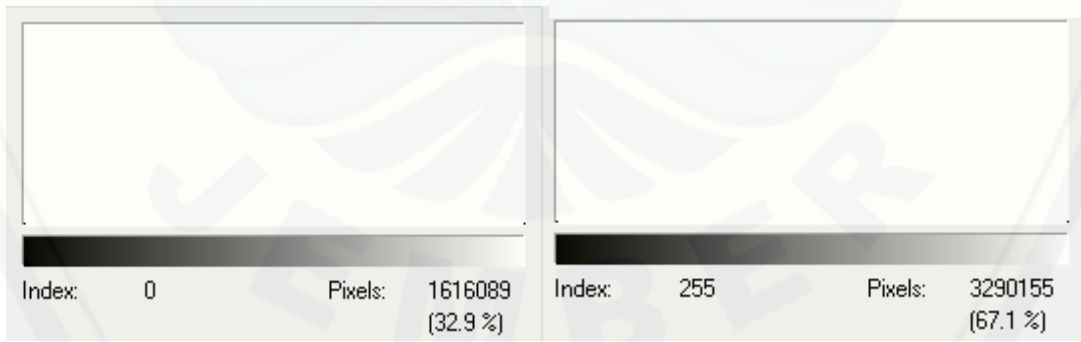
Spesimen 3



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))

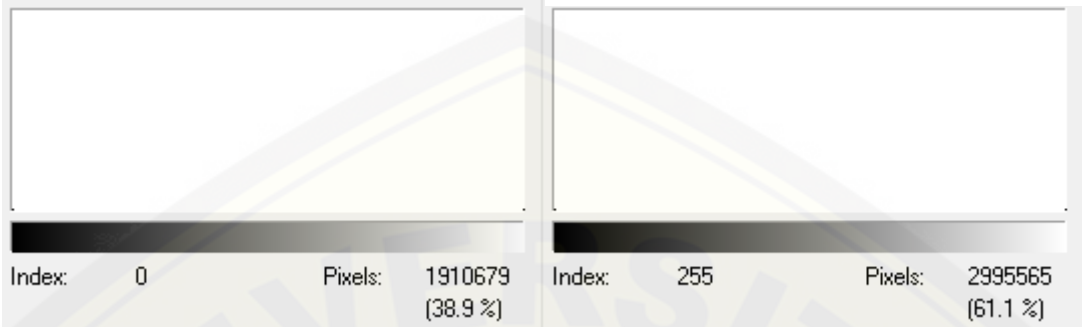
Spesimen 4



(Gambar Grafik rongga(%))

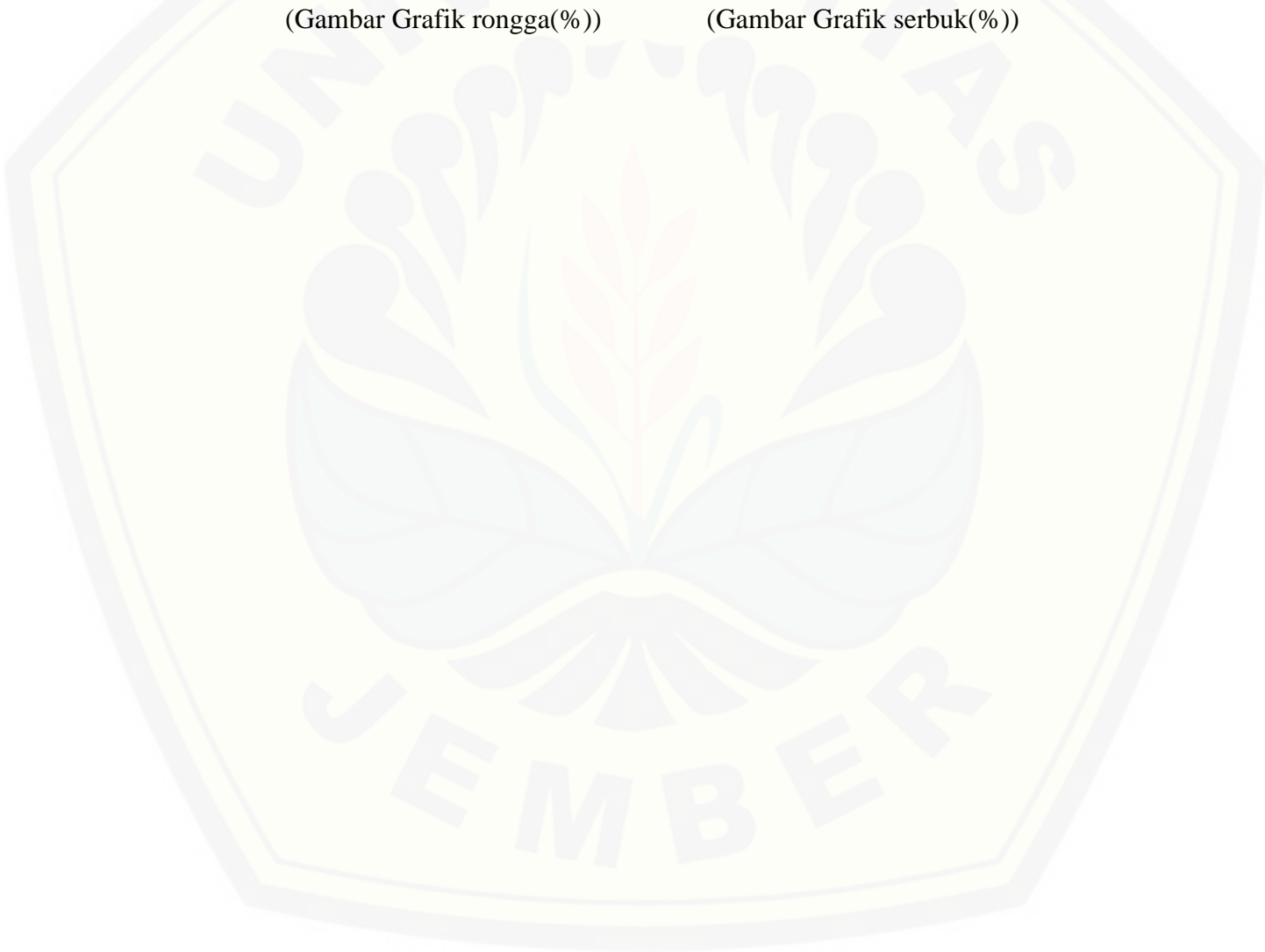
(Gambar Grafik serbuk(%))

Spesimen 5



(Gambar Grafik rongga(%))

(Gambar Grafik serbuk(%))



A.2 Lampiran tabel semua hasil pengujian yang dilakukan

a). Tabel Hasil Pengujian Densitas

Densitas					
Percobaan	Variasi Tekanan	Massa	Tinggi	Volume	Densitas
1	Briket A	9,34	3,3	23,3145	0,400609
2		9,36	3,1	21,9015	0,427368
3		9,26	3,3	23,3145	0,397178
4		9,34	3,3	23,3145	0,400609
5		9,38	3,1	21,9015	0,428281
Sub Total		46,68	16,1	113,7465	2,054045
Rata-rata		9,336	3,22	22,7493	0,410809
1	Briket B	9,3	2,9	20,4885	0,453913
2		9,31	3	21,195	0,439255
3		9,24	2,8	19,782	0,467091
4		9,33	2,8	19,782	0,471641
5		9,34	2,8	19,782	0,472146
Sub Total		46,52	14,3	101,0295	2,304046
Rata-rata		9,304	2,86	20,2059	0,460809
1	Briket C	9,32	2,5	17,6625	0,527672
2		9,36	2,6	18,369	0,509554
3		9,25	2,5	17,6625	0,523708
4		9,3	2,7	19,6625	0,487536
5		9,32	2,5	17,6625	0,527672
Sub Total		46,55	12,8	90,432	2,576142
Rata-rata		9,31	2,56	18,0864	0,515228
Jumlah total		139,75	43,2	305,208	6,934233

b). Tabel hasil pengujian distribusi partikel

Percobaan	Distribusi Partikel		
	Variasi Tekanan	Hitam/rongga (%)	Putih/arang (%)
1	Briket A	59,3	40,7
2		49,7	50,3
3		45	55
4		50,6	49,4
5		36,9	63,1
Sub total		241,5	258,5
Rata-rata		48,3	51,7

1	Briket B	39,5	60,5
2		41,5	58,5
3		41,7	58,3
4		51	49
5		23,5	63,5
Sub Total		197,2	289,8
Rata-rata		39,44	57,96
1	Briket C	35,4	64,6
2		41,7	58,3
3		32,7	67,3
4		32,9	67,1
5		38,9	61,1
Sub Total		181,6	319
Rata-rata		36,32	63,8

c). Tabel Hasil Pengujian *Drop Test*

Drop Test				
Percobaan	Variasi Tekanan	Berat Awal	Berat Akhir	% Loss
1	Briket A	9,62	9,52	1,04
2		9,7	9,5	2,06
3		9,74	9,7	1,02
4		9,63	9,4	2,39
5		9,84	9,68	1,63
Sub Total		48,29	47,57	7,45
Rata-rata		9,658	9,514	1,49
1	Briket B	9,52	9,45	0,74
2		9,84	9,74	0,63
3		9,6	9,54	0,41
4		9,71	9,68	0,31
5		9,88	9,81	0,71
Sub Total		48,79	48,35	4,50
Rata-rata		9,758	9,67	0,90
1	Briket C	9,62	9,6	0,21
2		9,8	9,78	0,20
3		9,52	9,47	0,52
4		9,72	9,7	0,21
5		9,8	9,78	0,20
Sub Total		48,46	48,33	1,35
Rata-rata		9,692	9,666	0,27
Jumlah total		145,54	144,25	13,28

d). Tabel hasil pengujian kuat tekan aksial

Kekuatan Tekan Aksial				
Percobaan	Variasi Tekanan	Beban	Luas Permukaan	Kuat Tekan Aksial
1	Briket A	4,6	7,065	0,65
2		4	7,065	0,57
3		3,8	7,065	0,54
4		3,5	7,065	0,50
5		3,5	7,065	0,50
Sub Total		19,4	35,325	2,74
Rata-rata		3,88	7,065	0,55
1	Briket B	3,1	7,065	0,44
2		3	7,065	0,42
3		3,3	7,065	0,47
4		3	7,065	0,42
5		3,1	7,065	0,44
Sub Total		15,5	35,325	2,19
Rata-rata		3,1	7,065	0,44
1	Briket C	2,8	7,065	0,40
2		2,5	7,065	0,35
3		2,8	7,065	0,40
4		2,6	7,065	0,37
5		2,8	7,065	0,40
Sub Total		13,5	35,325	1,91
Rata-rata		2,7	7,065	0,38
Jumlah total		48,4	105,975	6,85

e). Tabel Statistik Densitas menggunakan Aplikasi SPSS 16

Tabel 4.6 Uji statistik ANOVA nilai Densitas

SK	Sum of Squares	df	Mean Square	F-hit	F-tabel	Sig.
					5 %	
Between Groups	.023	2	.012	44.816	3,98	.000
Within Groups	.003	11	.000			
Total	.026	13				

f). Tabel Statistik Distribusi Partikel menggunakan Aplikasi SPSS 16

Tabel 4.7 Uji statistik ANOVA Distribusi Partikel

SK	Sum of Squares	df	Mean Square	F-hit	F-tabel	Sig.
					5 %	
Between Groups	388.129	2	194.065	5.969	3,98	.093
Within Groups	719.099	11	65.373			
Total	1107.229	13				

g). Tabel Statistik *Drop Test* menggunakan Aplikasi SPSS 16

Tabel 4.8 Uji statistik ANOVA nilai *Drop Test*

SK	Sum of Squares	df	Mean Square	F-hit	F-tabel	Sig.
					5 %	
Between Groups	3.710	2	1.855	5.787	3,89	.017
Within Groups	3.846	12	.321			
Total	7.556	14				

h). Tabel Statistik Kuat tekan Aksial menggunakan Aplikasi SPSS 16

Tabel 4.9 Uji statistik ANOVA Kuat Tekan Aksial

SK	Sum of Squares	df	Mean Square	F-hit	F-tabel	Sig.
					5 %	
Between Groups	.003	2	.002	9.708	3,89	.003
Within Groups	.002	12	.000			
Total	.005	14				

i). Tabel Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05															
df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

A.3 Data Hasil Perhitungan

a.) Perhitungan Data Hasil Pengujian Densitas

$$\rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}}$$

Keterangan: ρ = Densitas (gr/cm³)

m= massa (gram)

V = Volume (cm³)

1. Pencetakan briket dengan variasi 100 kg/cm²

$$\text{Spesimen 1. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,34}{23,3145} = 0,40 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 2. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,36}{21,9015} = 0,43 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 3. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,26}{23,3145} = 0,40 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 4. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,34}{23,3145} = 0,40 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 5. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,38}{21,9015} = 0,42 \text{ gr/cm}^3$$

2. Pencetakan briket dengan variasi 150 kg/cm²

$$\text{Spesimen 1. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,30}{20,4885} = 0,45 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 2. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,31}{21,195} = 0,44 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 3. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,24}{19,782} = 0,47 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 4. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,33}{19,782} = 0,47 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 5. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,34}{19,782} = 0,47 \text{ gr/cm}^3$$

3. Pencetakan briket dengan variasi 200 kg/cm²

$$\text{Spesimen 1. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,32}{17,6625} = 0,53 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 2. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,36}{18,369} = 0,51 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 3. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,25}{17,6625} = 0,52 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 4. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,30}{19,6625} = 0,49 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Spesimen 5. } \rho = \frac{m \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{9,32}{17,6625} = 0,53 \text{ gr/cm}^3$$

b). Perhitungan Data Hasil Pengujian Drop Test

$$\text{Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan:

A : Berat briket sebelum dijatuhkan (gram)

B : Berat briket sesudah dijatuhkan (gram)

1. Pencetakan briket dengan variasi 100 kg/cm²

$$\text{Spesimen 1. Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,52 - 9,45)}{9,52} \times 100 \% = 0,74 \%$$

$$\text{Spesimen 2. Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,7 - 9,5)}{9,7} \times 100 \% = 2,06 \%$$

$$\text{Spesimen 3. Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,6 - 9,54)}{9,6} \times 100 \% = 0,63 \%$$

$$\text{Spesimen 4. Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,63 - 9,40)}{9,63} \times 100 \% = 2,38 \%$$

$$\text{Spesimen 5. Drop Test (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,84 - 9,68)}{9,84} \times 100 \% = 1,63 \%$$

2. Pencetakan briket dengan variasi 150 kg/cm²

$$\text{Spesimen 1. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,62-9,52)}{9,62} \times 100 \% = 1,04 \%$$

$$\text{Spesimen 2. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,84-9,52)}{9,84} \times 100 \% = 1,02 \%$$

$$\text{Spesimen 3. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,74-9,70)}{9,74} \times 100 \% = 0,41 \%$$

$$\text{Spesimen 4. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,71-9,68)}{9,71} \times 100 \% = 0,31 \%$$

$$\text{Spesimen 5. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,52-9,45)}{9,52} \times 100 \% = 1,72 \%$$

3. Pencetakan briket dengan variasi 200 kg/cm²

$$\text{Spesimen 1. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,62-9,60)}{9,62} \times 100 \% = 0,21 \%$$

$$\text{Spesimen 2. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,80-9,78)}{9,80} \times 100 \% = 0,20 \%$$

$$\text{Spesimen 3. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,52-9,47)}{9,52} \times 100 \% = 0,52 \%$$

$$\text{Spesimen 4. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,72-9,70)}{9,72} \times 100 \% = 0,21 \%$$

$$\text{Spesimen 5. Drop Test (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{(9,80-9,78)}{9,80} \times 100 \% = 0,20 \%$$

c). Perhitungan Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Aksial

$$\text{Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Keterangan:

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (cm²)

1. Pencetakan briket dengan variasi 100 kg/cm²

$$\text{Spesimen 1. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,046}{7,065} = 0,00065 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 2. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,04}{7,065} = 0,00057 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 3. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,038}{7,065} = 0,00054 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 4. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,035}{7,065} = 0,00050 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 5. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,035}{7,065} = 0,00050 \text{ kg/cm}^2$$

2. Pencetakan briket dengan variasi 150 kg/cm²

$$\text{Spesimen 1. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,031}{7,065} = 0,00044 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 2. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,030}{7,065} = 0,00042 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 3. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,033}{7,065} = 0,00047 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 4. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,030}{7,065} = 0,00042 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 5. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,031}{7,065} = 0,00044 \text{ kg/cm}^2$$

3. Pencetakan briket dengan variasi 200 kg/cm²

$$\text{Spesimen 1. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,028}{7,065} = 0,00040 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 2. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,025}{7,065} = 0,00035 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 3. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,028}{7,065} = 0,00040 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 4. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,026}{7,065} = 0,00037 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Spesimen 5. Kuat Tekan (N/cm}^2\text{)} = \frac{F (N)}{A(\text{cm}^2)} = \frac{0,028}{7,065} = 0,00040 \text{ kg/cm}^2$$