



**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP
KARAKTERISTIK BRIKET KAYU SENGON PADA TEKANAN
KOMPAKSI 5000 PSIG**

Skripsi

Diajukan dalam rangka menyelesaikan Studi Strata I
Untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh:

Nama : Darun Naim

NIM : 5201408100

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan : Teknik Mesin

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2013

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 5000 Psig” disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka dibagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.



Semarang, 05 Januari 2013

Darun Naim

5201408100

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Darun Naim
NIM : 5201408100
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 5000 Psig

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian

Ketua : Dr. M. Khumaedi, M. Pd. ()
NIP. 196209131991021001
Sekretaris : Wahyudi, S.Pd, M.Eng. ()
NIP. 198003192005011001

Dewan Penguji

Pembimbing I : Danang Dwi Saputro, S.T., M.T. ()
NIP. 197811052005011001
Pembimbing II : Rusiyanto, S.Pd., M.T. ()
NIP. 197403211999031002
Penguji Utama : Widi Widayat, S.T., MT. ()
NIP. 19740815 2000031001
Penguji Pendamping I : Danang Dwi Saputro, S.T., M.T. ()
NIP. 197811052005011001
Penguji Pendamping II : Rusiyanto, S.Pd., M.T. ()
NIP. 197403211999031002

Ditetapkan di Semarang
Tanggal 13 Februari 2013

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik

Drs. Muhammad Harlanu, M. Pd

NIP. 196602151991021001

ABSTRAK

Darun Naim, 2013. “Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 5000 Psig”, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Kayu sengon merupakan tanaman perkebunan yang banyak di budidayakan oleh masyarakat. Potensi limbah industri pengolahan kayu sengon sangat banyak, mulai dari potongan ranting, kulit dan sisa gergajian. Limbah dari sisa gergajian pohon sengon saat ini masih jarang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Sampah tumbuhan tersebut apabila diolah dengan zat pengikat polutan akan menjadi suatu bahan bakar padat buatan yang lebih luas penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif yang disebut briket. Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur cetakan terhadap karakteristik briket kayu sengon dengan cara menguji sifat fisik, kimia dan kekuatan mekaniknya. Pembuatan briket diawali dengan penjemuran serbuk gergaji kayu sengon hingga kadar airnya kurang dari 14% kemudian digiling, diayak lolos mesh 60 dan ditimbang 3,5 gram setiap sampel. Pembriketan dilakukan dengan cara mengkondisikan bahan baku pada temperatur 80⁰C untuk temperatur cetakan 100⁰C, 90⁰C untuk temperatur cetakan 120⁰C, dan 100⁰C untuk temperatur cetakan 140⁰C. Setelah mencapai temperatur yang diinginkan briket dipadatkan dengan cara pengepresan pada tekanan 5000 Psig dan waktu penahan 1 menit. Pembuatan briket dilakukan tanpa menambahkan bahan perekat. Hasil penelitian menunjukkan pembuatan briket dengan metode cetak panas berpengaruh terhadap sifat fisik yaitu *stability* dan *shatter index*, dari hasil uji yang dilakukan briket terbaik berada pada variasi temperatur cetakan 120⁰C, karena pada suhu ini lignin dapat mengikat partikel briket dengan baik, tetapi metode cetak panas tidak berpengaruh terhadap densitas, akan tetapi densitas berpengaruh terhadap tekanan kompaksi. Pembuatan briket dengan metode cetak panas berpengaruh dengan briket yang dihasilkan, karena mampu untuk meniadakan bahan perekat sehingga proses pembuatan briket lebih cepat, briket langsung dapat digunakan tanpa proses pengeringan dan mampu mempertahankan nilai kalor bahan baku.

Kata kunci : **briket, kayu sengon, temperatur cetakan, tekanan kompaksi**

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Kerjakanlah apa yang bisa dikerjakan hari ini, jangan menunggu sampai besok.
2. Semangat tak semangat harus tetap bekerja, dan jalani apa adanya.
3. Tetap berusaha, walau apapun hasilnya.



PERSEMBAHAN

1. Bapak dan Ibu tercinta
2. Adik tersayang
3. Kekasihku tercinta
4. Teman-teman seperjuangan
5. Keluarga besar TEKNIK MESIN
UNNES.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW dan keluarganya serta kepada para sahabatnya.

Penulis sangat bersyukur karena dengan partisipasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 5000 Psig”. Oleh karena itu penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Sudijono Sastroatmojo, M.Si., Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin penelitian dalam memperlancar penyelesaian skripsi ini.
3. Dr. M. Khumaedi, M.Pd., Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan administrasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Danang Dwi Saputro, S.T., M.T., Dosen Pembimbing I yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Rusiyanto, S.Pd., M.T., Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Widi Widayat, ST, MT., Dosen Penguji yang telah memberikan waktu dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang yang telah berkenan memberikann ijin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.

8. Kepala Laboratorium Thermo Fluid Teknik Mesin FT UNDIP dan Laboratorium Energi Biomassa, FKH UGM, yang telah berkenan memberikann ijin kepada penulis untuk melaksanakan pengujian spesimen.
9. Bapakku, Ridwan; Ibuku tercinta, Dasminah; Adikku terkasih, Tafrikhatul Izzah; beserta keluarga besar yang telah memberikan doa, pengorbanan, dukungan, dan perjuangan serta kasih sayang yang tiada henti hingga terselesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman "Cost Servacy" yang menjadi tempat berbagi cerita dan telah memberi arti sebuah kehangatan persahabatan dan kekeluargaan.
11. Rekan-rekan Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2008 atas kebersamaan dan memberi kenangan terindah kepada penulis.
12. Semua pihak yang telah membantu sehingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis juga menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak kekurangannya, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapakan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini. Semoga Allah SWT memberikan pahala berlipat ganda atas bantuan dan kebaikannya. Amin.

Semarang, 08 Januari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Briket dan Cara Pembuatannya	4
2.2 Tekanan Pembriketan	6
2.3 Pengikat Briket	7
2.4 Karakteristik Briket	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1. Desain Eksperimen	13

3.2.	Variabel Penelitian.....	13
3.3.	Diagram Alur Penelitian.....	15
3.4.	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	15
3.5.	Alat dan Bahan.....	16
3.6.	Proses Pembuatan Briket.....	19
3.7.	Metode Pengujian.....	20
3.8.	Prosedur Pengujian Briket.....	20
3.9.	Metode Pengumpulan Data.....	23
3.10.	Analisis Data.....	23
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Uji Proksimat Bahan Baku.....	24
4.2	Uji Nilai Kalor Bahan Baku.....	25
4.3	Uji <i>Stability</i>	26
4.4	<i>Drop Test</i>	31
4.5	Densitas.....	33
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1	Simpulan.....	38
5.2	Saran.....	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Desain Eksperimen	13
3.2. Metode Pengujian	20
3.3. Pengujian pada briket.....	23
3.4. Pengujian <i>stability</i>	23
4.1. Hasil uji proksimat bahan baku.....	24
4.2. Hasil uji nilai kalor bahan baku	25
4.3. Perubahan tinggi briket.....	26
4.4. Statistik perubahan tinggi pada briket kayu sengon	28
4.5. Perubahan diameter briket kayu sengon	29
4.6. Statistik perubahan diameter briket kayu sengon	30
4.7. Hasil perhitungan <i>shatter index</i> briket kayu sengon.....	31
4.8. <i>Drop test</i> pada briket kayu sengon.....	32
4.9. Densitas briket kayu sengon	33
4.10. Data statistik densitas pada briket kayu sengon.....	34
4.11. <i>Energy density</i> briket kayu sengon.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.1	Limbah gergajian kayu sengon.....	2
2.1	Alat pembuatan briket tanpa karbonisasi dengan pemanas cetakan	5
3.1.	Diagram alur penelitian	15
3.2.	(a) <i>Thermo Controller</i> dan <i>Thermocouple</i> untuk cetakan briket, (b) <i>Thermo Controller</i> dan <i>Thermocouple</i> untuk serbuk bahan baku	17
3.3.	UTM (<i>Universal Testing Machine</i>).....	17
3.4.	Alat Pencetak Briket (dalam satuan mm).....	18
4.1.	Grafik perubahan tinggi briket	27
4.2.	Grafik persentase perubahan diameter briket	37
4.3.	Grafik persentase hubungan partikel yang dilepas uji <i>shatter index</i> dengan variasi temperatur	31
4.4.	Grafik hubungan densitas dengan variasi temperatur.....	33
4.5.	Grafik hubungan <i>energy density</i> dengan variasi temperatur	35
4.6.	Pembriketan dengan temperatur cetakan 100°C.....	36
4.7.	Pembriketan dengan temperatur cetakan 120°C.....	36
4.8.	Pembriketan dengan temperatur cetakan 140°C.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara umum produksi minyak bumi terus mengalami penurunan. Penurunan produksi tersebut disebabkan tidak ditemukannya lagi cadangan minyak bumi yang potensial, sehingga sebagian besar produksi pada saat ini hanya berasal dari sumur-sumur tua yang telah mengalami penurunan produksi (BPPT, 2009:4-1).

Semakin meningkatnya penggunaan bahan bakar fosil secara terus-menerus, maka akan mengakibatkan cadangan minyak di bumi semakin menipis. Sehingga diperlukan alternatif pemecahan masalah untuk mencegah terjadinya krisis energi. Salah satunya adalah pengembangan energi terbarukan yang berasal dari sampah organik atau biomassa.

Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari dedaunan, rerantingan, rumput-rumput kering, limbah pertanian dan limbah kehutanan. Sampah biomassa tersebut dapat dimanfaatkan sumber energinya dalam keperluan rumah tangga sehari-hari khususnya memasak. Namun, pemanfaatan sampah biomassa itu sendiri kurang efektif dikarenakan masih memiliki kandungan kadar air yang tinggi, densitas rendah, kadar abu yang tinggi dan nilai kalor yang rendah. Sehingga perlu diolah kembali untuk menghasilkan bahan bakar yang lebih efisien. Sampah biomassa dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif dengan berbagai macam proses

maupun dibakar secara langsung. Namun dari berbagai cara yang telah dikembangkan peneliti memilih proses pembriketan karena alat dan teknologi yang digunakan relatif sederhana dan murah, nilai kalor yang dihasilkan cukup tinggi serta dapat dikerjakan oleh masyarakat.



Gambar 1.1. Limbah gergajian kayu sengon

Kayu sengon merupakan tanaman perkebunan yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Potensi limbah industri pengolahan kayu sengon sangat banyak, mulai dari potongan ranting, kulit dan sisa gergajian. Limbah dari sisa gergajian pohon sengon saat ini masih jarang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Sampah tumbuhan tersebut apabila diolah dengan zat pengikat polutan akan menjadi suatu bahan bakar padat buatan yang lebih luas penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif yang disebut briket. Diharapkan dengan adanya briket dari limbah sisa gergajian pohon sengon maka dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar yang sekarang ini harganya cukup mahal, serta dapat mengurangi timbunan sampah yang semakin lama semakin bertambah.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka dapat diketahui permasalahan yaitu: Bagaimana pengaruh variasi temperatur cetakan pembriketan yang telah ditentukan terhadap sifat fisik, kimia dan kekuatan mekanik yang optimum pada briket dari serbuk gergaji limbah pengolahan kayu sengon?

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi temperatur cetakan terhadap karakteristik briket kayu sengon.
2. Menguji sifat fisik, kimia dan kekuatan mekanik briket kayu sengon.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Mengetahui temperatur pencetakan yang paling optimum melalui pengujian sifat fisik, kimia dan mekanik.
- b. Memberi alternatif bahan bakar biomassa dengan biaya produksi yang murah dan sifat fisik, kimia dan mekanik yang optimum.
- c. Meningkatkan nilai ekonomis dari limbah gergajian kayu sengon dengan mengubahnya menjadi produk yang lebih berguna.

BAB II

LANDASAN TEORI

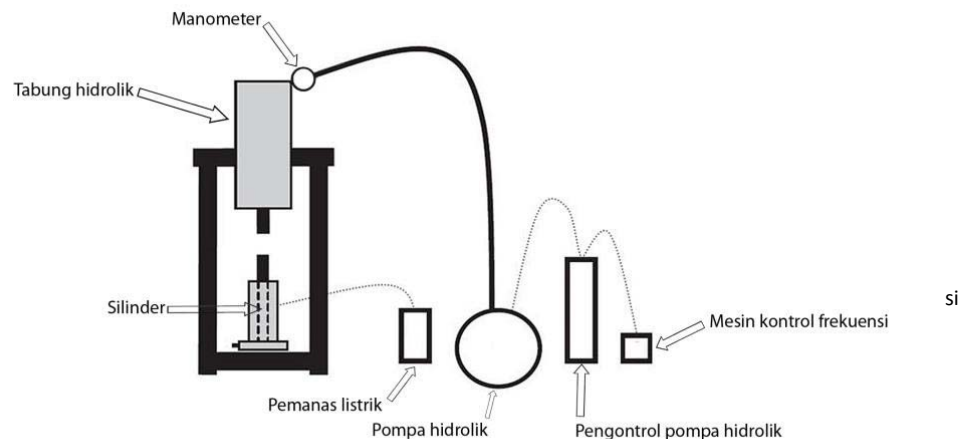
A. Briket dan Cara Pembuatannya

Briket adalah perubahan bentuk dari bentuk curah menjadi bentuk padat yang dihasilkan dari pemampatan komponen penyusunnya disertai panas (Onu, dkk., 2010: 105). Briket yang akan dibuat dalam penelitian ini adalah briket dari limbah gergajian kayu sengon kemudian dicetak dengan ukuran diameter 25 mm dan tinggi 65 mm dan dilakukan pemanasan cetakan tanpa menggunakan perekat. Tujuan dari pembuatan briket adalah untuk merubah bentuk material yang pada awalnya berupa serbuk atau bubuk seukuran pasir menjadi material yang lebih besar dan mudah dalam penanganan atau penggunaannya, perubahan ukuran material tersebut dilakukan melalui proses penggumpalan dengan penekanan dan penambahan atau tanpa penambahan bahan pengikat. Bahan bakar padat ini merupakan bahan bakar alternatif atau merupakan pengganti bahan bakar minyak yang paling murah dan dimungkinkan untuk dikembangkan secara masal dalam waktu yang relatif singkat mengingat teknologi dan peralatan yang digunakan relatif sederhana

Cara pembuatan briket bermacam – macam, diantaranya ada yang dikarbonisasi atau diarangkan terlebih dahulu dan ada juga yang pembuatannya tanpa dikarbonisasi. Berikut cara pembuatan briket dari sekam padi dengan diarangkan terlebih dahulu yang telah dilakukan oleh Nugraha dan Rahmat (2008: 12) pertama sekam dibakar menjadi arang dengan menggunakan cerobong sekitar

2 jam, dan tanpa menimbulkan api sehingga akan terbentuk arang. Agar bisa dicetak menjadi briket, arang sekam dicampur dengan perekat. Bahan perekat yang biasa digunakan adalah pati 6%. Makin banyak perekat yang digunakan, briket lebih kuat dan tahan pecah, tetapi biaya pembuatannya lebih mahal.

Berikutnya cara pembuatan briket tanpa karbonisasi seperti yang telah dilakukan oleh Rehn, dkk., (2005: 12) pelet ini diproduksi pada tekanan 46, 60, 80, 100 dan 114 MPa, dengan menggunakan suhu cetakan 26, 50, 85, 120, dan 144°C. Pertama silinder cetakan dipanaskan sampai suhu yang diinginkan, setelah itu sampel serbuk gergaji dimasukkan ke dalam silinder dan dikompresi kemudian ditahan selama 10 detik.



Gambar 2.1. Alat pembuatan briket tanpa karbonisasi dengan pemanas cetakan

Briket bioarang yang kualitasnya baik adalah yang memiliki kadar karbon tinggi dan kadar abu rendah, karena dengan kadar karbon tinggi maka energi yang

dihasilkan juga tinggi. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk menambah kadar karbon dalam briket adalah dengan menambahkan unsur karbon (Mariyani dan Rumijati, 2004: 83).

Meskipun pembuatan briket bioarang memberikan beberapa manfaat, namun dalam pembuatannya briket bioarang ini juga memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Menurut Mariyani dan Rumijati, (2004: 87) kelebihan dari pembuatan briket bioarang ini adalah:

- a. Bentuk dan ukurannya bisa dibuat seragam.
- b. Mempunyai panas pembakaran yang lebih tinggi dibanding dengan arang biasa.
- c. Tidak menimbulkan asap.
- d. Tampak lebih menarik dan mudah dikemas.

Sedangkan beberapa kekurangan briket bioarang ini adalah:

- a. Briket bioarang sulit dibakar secara langsung dengan korek api.
- b. Biaya pembuatannya lebih mahal jika dibanding dengan pembuatan arang.

Nugraha (2008: 52) juga mengemukakan keuntungan briket adalah arangnya menjadi lebih kompak dan mudah penanganannya. Di samping itu, penggunaannya sebagai bahan bakar akan lebih mudah dan tidak menimbulkan asap jika dipakai memasak. Bara yang terbentuk akan lebih tahan lama dengan suhu pembakaran yang lebih tinggi.

B. Tekanan Pembriketan

Salah satu cara yang dikembangkan untuk meningkatkan sifat fisis dan pembakaran biomassa adalah pemadatan untuk menghasilkan biobriket. Prinsip pemadatan yaitu pemberian tekanan pada suatu material untuk menghilangkan kekosongan (*void*) inter antar partikel. Teknik pemadatan yang biasa digunakan adalah *balling*, *briquetting*, dan *pelleting*. Dalam penelitian ini proses pemadatan biomassa yang digunakan adalah proses pembriketan (*briquetting*) dengan alat *piston press*. Dalam kompaksi dengan tekanan tinggi dan sedang, biasanya tidak diperlukan bahan pengikat. Proses kompaksi dengan tekanan tinggi dan sedang biasanya menggunakan teknologi *screw press* atau *piston press*.

Beban penekanan yang besar mengakibatkan bulk density dari briket semakin bertambah besar yang mengakibatkan kekuatan mekanik semakin kuat, namun pada kondisi tertentu penambahan penekanan akan merusak struktur bahan dasar yang mengakibatkan nilai kekuatan mekanik turun (Subroto, dkk., 2007: 78). Pada penelitian yang dilakukan oleh Sumangan dan Broto (2009: 23) tekanan yang digunakan dalam pencetakan briket sebesar 5000 Psi atau 34 MPa, menghasilkan rata-rata kerapatan briket diatas 1 gram/cm³. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kerapatan briket arang komersial (0,44 kg/cm³).

C. Pengikat Briket

Pembriketan pada tekanan rendah membutuhkan bahan pengikat untuk membantu pembentukan ikatan di antara partikel biomassa. Penambahan pengikat dapat meningkatkan kekuatan briket. Ada beberapa macam bahan pengikat yang digunakan dalam pembriketan pada tekanan rendah yaitu pengikat organik (tetes

tebu, coal tar, bitumen, kanji, resin) dan pengikat anorganik (tanah liat, semen, *lime*, *sulphite liquor*). Namun pembuatan briket pada penelitian ini tidak menggunakan bahan pengikat, karena saat pencetakannya menggunakan tekanan tinggi yaitu 5000 PSIG dan disertai dengan pemanasan, sehingga kandungan lignin pada kayu sengon akan meleleh saat dipanaskan dan mengeras saat dingin. Menurut Saputra, (2009). Lignin adalah zat yang bersama-sama dengan selulosa merupakan salah satu sel yang terdapat dalam kayu. Lignin dalam kayu berfungsi seperti lem atau semen yang mengikat sel-sel lain dalam satu kesatuan sehingga bisa menambah kekuatan kayu (*mechanical strength*) agar bisa kelihatan kokoh dan berdiri tegak.

Perekat atau pengikat berpengaruh baik terhadap *stability*, *shatter index*, kadar abu dan berat jenisnya. Namun faktor perekat berpengaruh kurang baik terhadap nilai kalor, kadar air, *volatile matter*, dan *fixed carbon* arang briket batang jagung.

Semakin sedikit campuran kanji (sebagai bahan pengikat) terhadap jumlah kotoran kuda yang tetap maka nilai kalor semakin tinggi. Berarti bahwa kanji tidak berpengaruh terhadap nilai kalor biomassa kotoran kuda dan hanya berfungsi sebagai perekat (Susana, 2009: 105).

D. Karakteristik Briket

Karakteristik briket dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan kualitas briket, yang diantaranya meliputi sifat fisik, kimia dan mekanik. Jamilatun (2011:E40-2) menyatakan bahwa, nilai kalor merupakan ukuran panas

atau energi yang dihasilkan, dan diukur sebagai nilai kalor kotor (*gross calorific value*) atau nilai kalor *netto* (*nett calorific value*). Prinsip penentuan nilai kalor adalah dengan mengukur energi yang ditimbulkan pada pembakaran dalam satuan massa, biasanya dinyatakan dalam satuan gram. Pengukuran nilai kalor bakar dihitung berdasarkan banyaknya kalor yang dilepaskan dengan banyaknya dengan kalor yang diserap. Pengujian terhadap nilai kalor bertujuan untuk mengetahui sejauh mana nilai panas pembakaran yang dihasilkan oleh briket, nilai kalor sangat menentukan kualitas briket. Briket dengan nilai kalor tertinggi adalah briket yang berkualitas paling baik.

Densitas atau rapat jenis (ρ) suatu zat adalah ukuran untuk konsentrasi zat tersebut dan dinyatakan dalam massa persatuan volume. Sifat ini ditentukan dengan cara menghitung nisbah (ratio) massa zat yang terkandung dalam suatu bagian tertentu terhadap volume bagian tersebut.

Kadar air dalam pembuatan briket arang sangat berpengaruh terhadap kualitas briket arang. Semakin tinggi kadar air akan menyebabkan kualitas briket arang menurun, terutama akan berpengaruh terhadap nilai kalor briket arang dan briket arang akan lebih sulit untuk dinyalakan.

Onu, dkk. (2010: 107) menyatakan bahwa abu adalah bahan yang tersisa apabila kayu dipanaskan hingga berat konstan. Kadar abu ini sebanding dengan kandungan bahan an-organik didalam kayu. Abu berperan menurunkan mutu bahan bakar karena menurunkan nilai kalor. Menurut Sumangat dan Broto, (2009: 22) abu merupakan bagian yang tersisa dari proses pembakaran yang sudah tidak

memiliki unsur karbon lagi. Unsur utama abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar abu maka semakin rendah kualitas briket.

Kadar zat mudah menguap menunjukkan zat terbang yang berfungsi dalam mudahnya suatu bahan bakar untuk menyala (Gandhi, 2010: 9). Besarnya suhu yang digunakan dalam proses pembutan arang akan mempengaruhi kadar zat menguap. Semakin tinggi suhu yang digunakan mengakibatkan semakin rendahnya kadar zat menguap pada arang yang dihasilkan (Onu, dkk., 2010: 107).

Kadar karbon terikat menunjukkan jumlah zat dalam biomassa kandungan utamanya adalah karbon, hidrogen oksigen, sulfur dan nitrogen yang tidak terbawa dalam bentuk gas (Gandhi, 2010: 9). Onu, dkk., (2010: 107) mengungkapkan bahwa kadar karbon terikat mempengaruhi nilai kalor, semakin tinggi kadar karbon terikat maka semakin tinggi pula nilai kalornya. Jenis kayu sangat berpengaruh pada besarnya nilai karbon dalam briket, karena perbedaan kandungan kimia dalam jenis kayu.

Pengujian *Stability* digunakan untuk mengetahui perubahan bentuk dan ukuran dari briket sampai ukuran dan bentuk selama rentang waktu tertentu. Briket diukur dimensi awalnya setelah keluar dari cetakan, pengukuran diulang setiap jam pada hari pertama dan setiap 24 jam hingga hari ke 10 menggunakan jangka sorong (Widayat, 2008: 909). Setelah briket mengalami penekanan sebesar 5000 PSIG, dari partikel bahan tentu mempunyai gaya elastisitas sehingga akan cenderung mengalami perubahan bentuk dan ukuran setelah keluar dari cetakan.

Tingkat kestabilan yang dimaksud adalah seberapa lama briket akan mengalami perubahan bentuk dan ukuran yang terjadi mulai pertama kali briket keluar dari cetakan sampai stabil.

Menurut Gandhi, (2010: 5) kestabilan ukuran terjadi dikarenakan ikatan antara partikel yang satu dengan yang lainnya (saling mengait) akibat dari pengkompaksian atau pembebanan pada briket. Kestabilan ukuran juga dikarenakan partikel dalam briket mengalami titik jenuh elastisitas. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan briket.

- a. Berkurangnya daya rekat briket secara vertikal karena tidak adanya tekanan dari alat kompaksi setelah briket keluar dari cetakan
- b. Pengaruh udara yang masuk kedalam partikel briket. Uap air alam udara dapat memicu briket berubah ukuran.
- c. Sifat dari serbuk arang itu sendiri yang sulit menyatu apabila kering.

Prosedur perhitungan pertambahan tinggi briket menurut (Ndiema, dkk., 2002) dengan rumus:

$$\text{Pertambahan tinggi (\%)} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

Keterangan:

T1 : Tinggi briket sesaat setelah keluar dari cetakan (mm).

T2 : Tinggi briket saat pengukuran setelah jangka waktu tertentu (mm).

$$\text{Pertambahan diameter (\%)} = \frac{D_2 - D_1}{D_1} \times 100\%$$

Keterangan:

D1 : Diameter briket sesaat setelah keluar dari cetakan (mm).

D2 : Diameter briket saat pengukuran setelah jangka waktu tertentu (mm).

Cara pengujian *drop test* ditentukan dengan menjatuhkan briket dari ketinggian 180 cm ke pelat baja dan mengukur persentase sampel yang tertinggal pada ayakan dengan celah 20 mm. Ini diulangi sampai semua bagian dari briket melewati saringan (Yaman, dkk, 2000: 25).

Hampir sama dengan (Widayat, 2008: 909) yang telah menguji *drop test* pada suatu briket dilakukan untuk menguji ketahanan briket 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.

Berikut adalah rumus untuk mencari *shatter index*:

$$\text{shatter index (\%)} = 100\% \times (A-B)/A$$

Dengan A = Briket sebelum dijatuhkan (gram)

B = briket setelah dijatuhkan (gram)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Desain Eksperimen

Pengujian yang akan dilakukan ada 3 bagian besar yaitu pengujian sifat fisis, kimia dan mekanis, namun dalam pelaksanaannya dilakukan dalam 2 waktu yaitu pengujian bahan baku sebelum pembriketan dan briket yang sudah jadi. Pengujian yang pertama hanya menguji bahan baku serbuk gergaji kayu sengon yang sudah di jemur dengan sinar matahari dan lolos mesh 60, kemudian pengujian yang dilakukan adalah nilai kalor dan *proximate analys* (kadar air, kadar karbon, kadar abu dan zat terbang).

Pengujian yang kedua yaitu untuk menguji briket yang sudah jadi, meliputi pengujian densitas dan sifat mekanis (*stability* dan *drop test*). Jumlah spesimen yang akan diujikan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1. Desain eksperimen

Jenis Pengujian	Jumlah Spesimen Pada Temperatur Cetakan			Jumlah Spesimen
	100 ⁰ C	120 ⁰ C	140 ⁰ C	
<i>Density</i>	5	5	5	15
<i>Stability</i>	5	5	5	15
<i>Drop Test</i>	5	5	5	15
Total Spesimen				45

3.2. Variabel Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Caranya adalah dengan sengaja memanipulasi suatu variabel untuk melihat efek yang terjadi dari tindakan tersebut, setelah itu mengelompokkan menjadi variabel-variabel tertentu. Misal variabel bebas yang nantinya akan mempengaruhi variabel terikat kemudian dicari hubungan atau pengaruhnya. Metode penelitian eksperimen adalah sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali sehingga dapat diperoleh data-data yang dibutuhkan lalu dibahas serta diolah agar menjadi sebuah kesimpulan.

Adapun variabel dalam penelitian ini adalah :

a. Variabel Bebas

Variabel bebas atau variabel dinamis adalah variabel yang dapat diubah keberadaannya berupa perubahan, peningkatan atau penurunan untuk mempengaruhi variabel lain disebut juga *independent variable*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah temperatur cetakan saat pembriketan dengan dibuat tiga variasi: 100⁰C, 120⁰C dan 140⁰C.

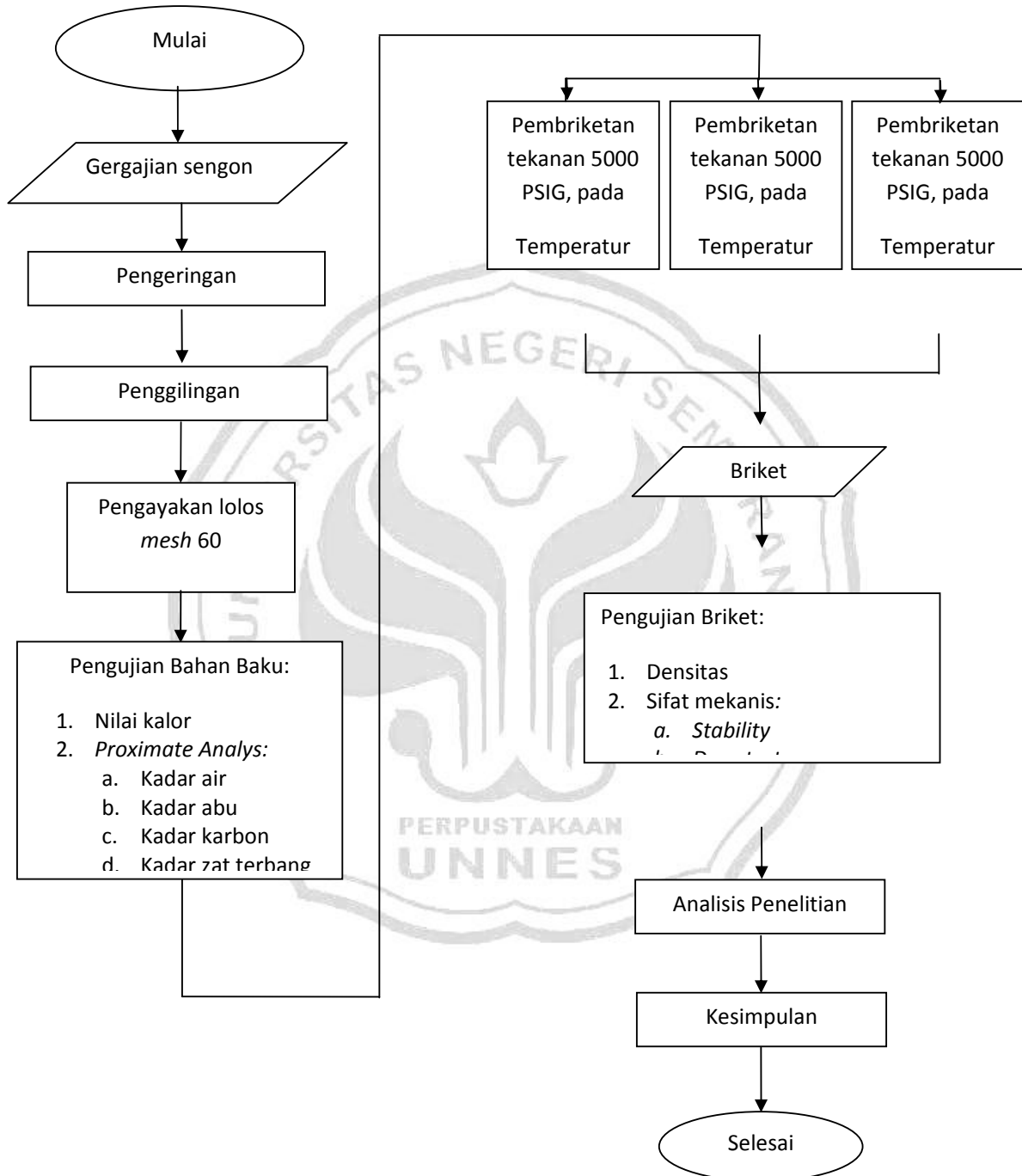
b. Variabel Terikat

Variabel terikat atau variabel statis adalah variabel yang tidak dapat diubah keberadaannya, terkadang disebut variabel akibat atau juga *dependent*

variable. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah: karakteristik briket yang dihasilkan.



3.3. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alur penelitian

3.4. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Mei 2012 – Agustus 2012, perancangan dan pembuatan spesimen dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil FT Univesitas Negeri Semarang, kemudian untuk tempat pengujiannya sebagai berikut:

- a. Pengujian Nilai kalor dilakukan di Lab. Thermo Fluid Teknik Mesin FT-UNDIP.
- b. Pengujian densitas, kadar karbon, kadar abu, kadar zat terbang dan kadar air dilakukan di Lab. Energi Biomassa, FKH-UGM.
- c. Pengujian kekuatan mekanik briket dilakukan di Lab. Konstruksi, Jurusan Teknik Mesin FT-UNNES

3.5. Alat dan Bahan

Bahan penelitian yang digunakan untuk membuat briket adalah serbuk gergaji kayu sengon yang diambil dari daerah Gunung Pati.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Saringan dengan *mesh* nomor 60.
- b. *Oxygen Bomb Calorimeter*.
- c. Cawan, tanur oven, desikator.
- d. Jangka sorong dengan ketelitian 0,05 mm.
- e. Meteran
- f. Timbangan digital tipe AD-300H dengan ketelitian 1/100 gram dan mampu menimbang beban 0-300 gram.

- g. *Thermo controller* tipe ESCZ dengan kemampuan membaca suhu - 400⁰ C sampai suhu 2000⁰C.
- h. *Thermocouple* tipe K yang mampu mendeteksi suhu - 400⁰ C sampai 400⁰ C.



(a)

(b)

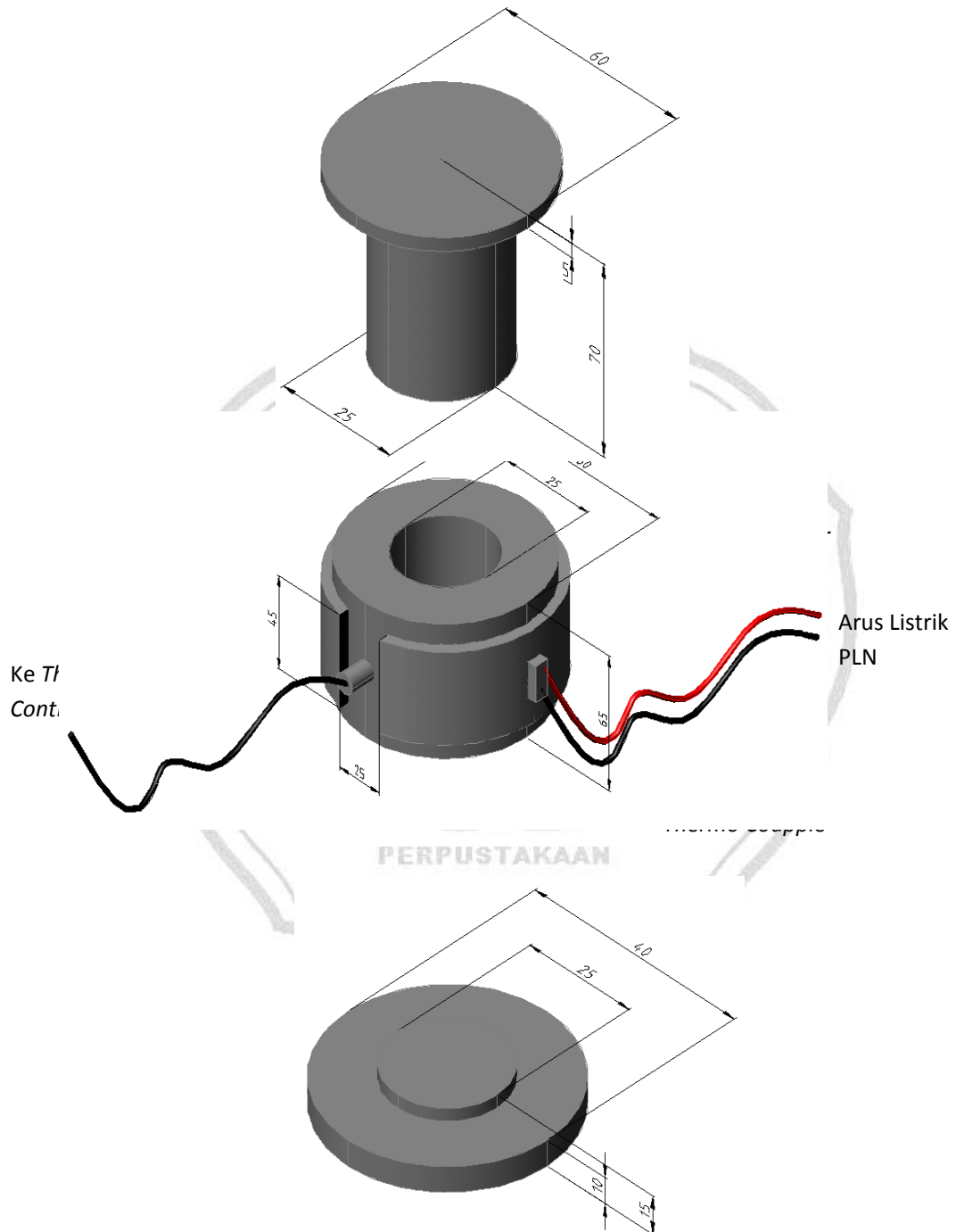
Gambar 3.2. (a) *Thermo Controller* dan *Thermocouple* untuk cetakan briket, (b) *Thermo Controller* dan *Thermocouple* untuk serbuk bahan baku

- i. UTM (*Universal Testing Machine*) yang mempunyai kapasitas 60 ton untuk menekan briket.



Gambar 3.3. UTM (*Universal Testing Machine*)

- j. Cetakan briket berukuran diameter 25 mm dan tinggi 65 mm.



Gambar 3.4. Alat pencetak briket (dalam satuan mm)

3.6. Proses Pembuatan Briket

- a. Limbah gergajian pohon sengon dijemur sampai kering dengan diukur kadar airnya maksimal 14% menggunakan *wood moisture tester*.
- b. Serbuk yang sudah kering kemudian digiling dan diayak sampai lolos *mesh* 60.
- c. Serbuk yang sudah diayak kemudian ditimbang tiap 3,5 gram dan siap untuk dicetak menjadi briket.
- d. Nyalakan *heater* untuk memanasi cetakan hingga mencapai temperatur 100⁰C untuk variasi ke-1, 120⁰C untuk variasi ke-2, dan 140⁰C untuk variasi ke-3.
- e. Masukkan bahan baku ke dalam cetakan
- f. Tunggu bahan baku hingga mencapai temperatur 80⁰C untuk variasi ke-1, 90⁰C untuk variasi ke-2, dan 100⁰C untuk variasi ke-3
- g. Setelah mencapai suhu yang ditentukan nyalakan alat penekan hidrolis hingga mencapai tekanan 5000 Psig.
- h. Saat mencapai suhu yang diinginkan nyalakan alat penekan hingga indikator menunjukkan pembebanan 5000 PSIG.
- i. Pembebanan ditahan selama 1 menit
- j. keluarkan briket dari cetakan.

3.7. Metode Pengujian

Setelah briket selesai dicetak kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui sifat fisis kimia dan mekanis. Berikut ini adalah tabel standar pengujian yang digunakan dalam pengujian.

Tabel 3.2. Metode pengujian

No	Sifat Briket	Jenis Pengujian	Metode	Referensi
1	Sifat Fisik	Kadar Air	ASTM D 1762-84	Rabier dkk, 2006
		Densitas		
		Nilai Kalor	ASTM D 5865 – 01	
2	Sifat Kimia	Kadar Zat Terbang	ASTM D 1762-84	
		Kadar Abu	ASTM D 1762-84	
		Kadar Karbon	ASTM D 3172-89	
3	Kekuatan Mekanik	<i>Drop test</i>	ASTM D 440-86	Ndiema, dkk 2002
		<i>Stability</i>		

3.8. Prosedur Pengujian Briket

Pengujian briket dilakukan sesuai dengan prosedur yang benar, diantaranya:

a. Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan dengan menimbang berat briket menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,001 gram, kemudian ukur tinggi dan diameter briket tersebut dengan jangka sorong dengan ketelitian 0,02

mm, kemudian dikalikan hasilnya dinyatakan dalam volume dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana :

- ρ = Massa jenis (cc)
- m = Massa briket (gram)
- v = Volume (3,14 x diameter x tinggi) / mm

Densitas berpengaruh terhadap kerapatan dari briket arang tongkol, semakin tinggi densitas maka kepadatan energi juga semakin tinggi (Gandhi, 2010: 3-9).

b. Pengujian Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor menggunakan alat Oksigen Bom Kalorimeter. Cara pengujian nilai kalor mengikuti metode ASTM D 5865-01.

Penentuan nilai kalor dengan cara ditimbang 6 gram spesimen, lalu ditempatkan pada cawan besi, kemudian dimasukkan kedalam Oksigen Bom Kalorimeter. Cara kerja Oksigen Bom Kalorimeter adalah dengan memasukkan spesimen ke dalam cawan dan disiapkan kawat untuk penyalu dengan menggulungnya, kedua ujungnya dihubungkan dengan batang-batang yang terdapat pada bom dan bagian kawat spiral disentuhkan pada bagian briket yang akan diuji.

Setelah bom ditutup rapat, bom diisi dengan oksigen perlahan-lahan sampai tekanan 30 atmosfer, kemudian bom dimasukkan ke dalam kalorimeter yang telah diisi air sebanyak 1350 ml, kemudian ditutup kalorimeter dengan penutupnya. Dihidupkan pengaduk air pendingin selama 5 menit sebelum penyalu

dilakukan, lalu dicatat temperatur air pendingin, kemudian kawat dinyalakan dengan menekan tombol yang paling kanan. Air pendingin terus diaduk selama 5 menit setelah penyalaan berlangsung, kemudian dicatat temperatur akhir pendingin. Pengukuran dilakukan sampai suhu mencapai maksimum. Pengukuran nilai kalor bakar dihitung berdasarkan banyaknya kalor yang dilepaskan sama banyaknya dengan kalor yang diserap.

c. Pengujian *Drop Test*

Pengujian *drop test* menggunakan metode ASTM D 440-86 R02.

$$\text{Shatter Index (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan:

A = Berat briket sebelum dijatuhkan (gram)

B = Berat briket setelah dijatuhkan (gram)

Mula-mula spesimen ditimbang menggunakan timbangan untuk menentukan berat awal, kemudian briket dijatuhkan pada ketinggian 1,8 meter dengan permukaan landasan harus rata dan halus.

Setelah dijatuhkan, spesimen ditimbang ulang untuk mengetahui berat yang hilang dari briket. Setelah mengetahui seberapa prosentase yang hilang. Kita dapat mengetahui kekuatan spesimen terhadap benturan. Apabila partikel yang hilang terlalu banyak, berarti spesimen yang dibuat tidak tahan terhadap benturan.

d. Pengujian *Stability*

Alat yang digunakan dalam pengujian *stability* adalah jangka sorong. Pengujian ini dilakukan pada saat awal briket keluar dari cetakan sampai waktu

selama 10 hari. Pada saat briket keluar dari cetakan, diukur diameter dan tinggi dari briket. Kemudian diukur kembali secara bertahap dari hari ke hari sampai 10 hari. Dari pengukuran briket selama 10 hari, dapat terlihat terjadinya perubahan bentuk dan ukuran dari briket.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sampai mana perubahan bentuk dan ukuran yang terjadi, dan sampai ukuran berapa briket tidak mengalami perubahan bentuk dan ukuran (stabil). Apabila briket terjadi perubahan bentuk dan ukuran secara terus-menerus, maka briket tersebut dapat dikatakan gagal.

3.9. Metode Pengumpulan Data

Pengamatan eksperimen menggunakan lembar tabel eksperimen untuk mempermudah dalam pengolahan hasil pengujian. Lembar pengamatan uji sebagai berikut :

Tabel 3.3. Pengujian pada briket

No	Temperatur Cetakan	Pengujian			
		Diameter	Tinggi	Densitas	Indek kerusakan
1	100 ⁰ C				
2	120 ⁰ C				
3	140 ⁰ C				

Tabel 3.4. Pengujian *stability*

No	Temperatur Cetakan	1		2		3		4		5	
		D(m m)	H(m m)	D(m m)	H(m m)	D(m m)	H(m m)	D(m m)	H(m m)	D(m m)	H(m m)
1	100 ⁰ C										
2	120 ⁰ C										
3	140 ⁰ C										

3.10. Analisis data

Metode analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis varians (ANOVA) satu arah dengan rumus sebagai berikut:

$$F \text{ Hitung } \frac{nS_x^2}{S^2} \quad nS_x^2 = n \sum (\bar{X}_j - \bar{X})^2 / (k - 1)$$

$$S^2 = \sum (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2 / k(n - 1)$$

Dengan: n = Banyaknya pengulangan variasi

k = Banyaknya variasi

nS_x^2 = Rata-rata kuadrat antar sampel

S^2 = Rata-rata kuadrat dalam sampel

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji proksimat Bahan Baku

Untuk mengetahui sifat dasar dari bahan baku yang akan digunakan untuk membuat briket terlebih dahulu bahan baku diuji proksimat, dan hasilnya disajikan dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1. Proksimat bahan baku

Sampel	Kadar	Kadar zat	Kadar	Kadar Karbon
	Air %	Terbang %	Abu %	Terikat %
1	8,525	89,111	1,861	0,503
2	8,031	90,284	1,502	0,183
3	7,916	90,624	1,415	0,045
Rata-Rata	8,158	90,006	1,593	0,243

Pada tabel 4.1 terungkap bahwa kandungan zat terbang paling banyak dibandingkan dengan kandungan yang lain yakni sebesar 90,006%. Nilai kadar zat menguap pada serbuk kayu lebih tinggi daripada briket arang kayu sengon pada penelitian Sunyata dan Wulur (2012:7) yang berkisar 35,70 % sampai 30,20 % dengan suhu pirolisa 200°C sampai 250°C. Hal ini disebabkan karena briket arang kayu sengon telah mengalami pirolisa terlebih dahulu, sehingga ada sebagian kandungan zat terbang yang hilang. Kandungan kadar zat menguap sangat

berperan dalam menentukan sifat pembakaran briket, semakin banyak kandungan zat menguap maka briket semakin mudah untuk menyala saat dibakar.

Kandungan kadar air pada bahan baku pembuat briket ini sebesar 8,158%. Kadar air kayu sangat menentukan kualitas briket yang dihasilkan. Kadar air kayu sangat menentukan kualitas briket yang dihasilkan. Briket dengan nilai kadar air rendah akan memiliki nilai kalor tinggi, briket ini dihasilkan dari jenis kayu yang memiliki kadar air rendah. Semakin tinggi kadar air kayu maka dalam proses pembakaran kayu akan lebih banyak kalor yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air tersebut menjadi uap sehingga energi yang tersisa dalam briket menjadi lebih kecil (Onu, dkk., 2010: 107).

Abu merupakan bagian yang tersisa dari proses pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi. Abu yang terkandung dalam biomassa mempunyai titik leleh yang rendah, berakibat meninggalkan kotoran pada permukaan tungku, korosi dan menurunkan konduktivitas termal sehingga menurunkan kualitas pembakaran (Saputro, dkk., 2012: A-397). Hasil pengujian menunjukkan kandungan abu pada bahan pembuat briket ini sebesar 1,593%.

4.2 Uji Nilai Kalor Bahan Baku

Tabel 4.2. Hasil uji nilai kalor bahan baku

Sampel	Nilai kalor Kal/Gram
1	4202,57
2	4270,90
3	4270,43
Rata-Rata	4247,967

Kandungan nilai kalor pada bahan baku pembuat briket ini sebesar 4.247,967 kal/gram, yang berarti pada setiap 1 gram dari bahan baku tersebut apabila dibakar akan menghasilkan kalor sebesar 4.247,967 kalori. Besarnya nilai kalor juga dipengaruhi oleh kandungan karbon terikat, semakin tinggi kandungan karbon terikat akan semakin tinggi pula nilai kalornya. Sumangat dan Broto, (2009: 24) menyatakan bahwa nilai kalor menjadi parameter mutu paling penting bagi briket sebagai bahan bakar karena menentukan kualitas briket. Semakin tinggi nilai kalor bahan bakar briket, semakin baik pula kualitasnya.

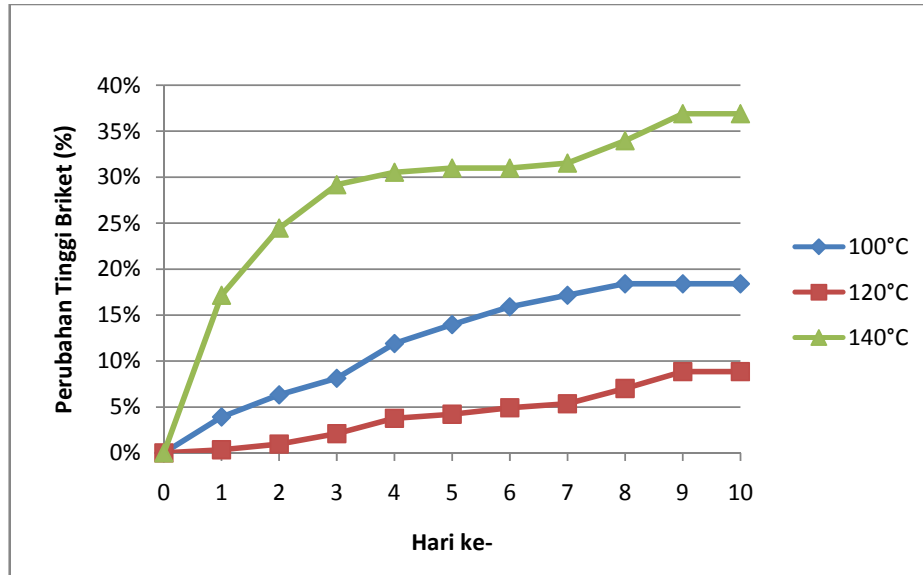
4.3 Uji *Stability*

Briket dibuat dengan variasi temperatur cetakan mulai dari 100°C, 120°C, 140°C kemudian pengompaksian dilakukan dengan tekanan 5000 Psig dan lama penahanan selama 1 menit, kemudian dilakukan uji *stability* dengan cara mengukur diameter dan tinggi briket setiap hari mulai saat briket keluar dari cetakan sampai hari ke sepuluh menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,02 mm. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sampai mana perubahan bentuk dan ukuran yang terjadi, dan sampai ukuran berapa briket tidak mengalami perubahan bentuk dan ukuran.

Tabel 4.3. Perubahan tinggi briket

Temperatur Cetakan	Pertambahan Tinggi pada Hari ke - (%)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100°C	0,00	3,91	6,32	8,12	11,91	13,97	15,91	17,16	18,41	18,41	18,41
120°C	0,00	0,35	0,97	2,10	3,77	4,21	4,92	5,35	7,02	8,85	8,85
140°C	0,00	17,15	24,46	29,18	30,54	30,99	30,99	31,53	33,97	36,90	36,90

Dari Tabel 4.3 dapat dibuat grafik hubungan antara perubahan tinggi briket dengan variasi temperatur mulai saat briket keluar dari cetakan sampai hari ke 10 sebagai berikut:



Gambar 4.1. Grafik perubahan tinggi briket

Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 berisi tentang hubungan antara perubahan tinggi briket dalam persentase setiap hari pada briket kayu sengon dengan variasi temperature cetakan. Terlihat persentase ketinggian briket cenderung meningkat seiring dengan lamanya waktu. Berdasarkan gambar 4.3 terlihat perubahan presentase kestabilan tinggi briket rata – rata terjadi mulai hari ke 9, sedangkan nilai perubahan kestabilan tertinggi dari tinggi briket terjadi pada temperatur cetakan 140°C sebesar 36,90 %, sedangkan nilai terendah pada uji *stability* diperoleh pada briket variasi temperatur cetakan 120°C adalah sebesar 8,85 %.

Dari data tersebut kemudian dilakukan analisis statistik menggunakan analisis varian ANAVA jenis *F test* dengan nilai persentase simpangan α sebesar 5 % akan diperoleh data seperti yang terlihat pada table 4.4.

Tabel 4.4. Statistik perubahan tinggi pada briket kayu sengon

Banyaknya pengulangan variasi (n)	11
Banyaknya variasi (k)	3
Rata-rata kuadrat antar sampel	0,25
$nS^2_x = n \sum (\bar{X}_j - \bar{X})^2 / (k - 1)$	
Rata-rata kuadrat dalam sampel	0,0056
$S^2 = \sum (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2 / k(n - 1)$	
F Hitung = $\frac{nS^2_x}{S^2}$	27,76
F Tabel = $F_{0.05 (k-1), k(n-1)}$	3,32

Nilai F hitung adalah 27,7609 lebih besar dari F tabel didapat 3,32 dengan nilai persentase simpangan 5 % berarti H_A diterima atau ada pengaruh variasi temperatur cetakan dengan briket kayu sengon terhadap perubahan tinggi dari briket.

Hal ini dikarenakan adanya kandungan lignin pada serbuk kayu sengon yang bersifat termoplastik. Menurut (Petrie, 2000: 284) perekat termoplastik adalah polimer padat yang awalnya hanya melembutkan atau mencair ketika dipanaskan, karena molekul termoplastik tidak merubah menjadi struktur silang, lignin dapat mencair dengan panas kemudian mengeras apabila didinginkan. Hasil

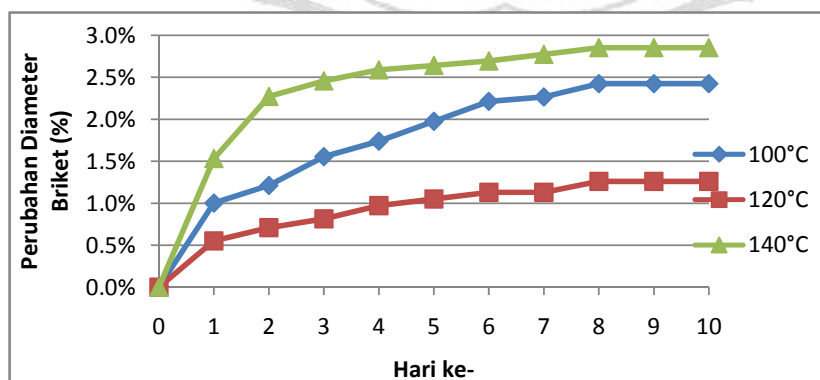
penelitian menunjukkan bahwa pengujian *stability* terbaik terjadi pada temperatur cetakan 120°C, dikarenakan lignin yang berfungsi sebagai perekat alami yang dapat mencair dengan baik pada suhu tersebut, sehingga mampu mengikat serbuk briket lebih kuat dibanding pada variasi temperatur cetakan yang lain saat briket sudah dingin.

Perubahan ukuran diameter briket dengan variasi temperatur cetakan mulai dari 100°C, 120°C, 140°C didapat seperti pada table 4.5.

Tabel 4.5. Perubahan diameter briket kayu sengon

Temperatur Cetakan	Pertambahan Diameter pada Hari ke – (%)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100°C	0,00	1,00	1,21	1,55	1,74	1,98	2,21	2,27	2,42	2,42	2,42
120°C	0,00	0,55	0,71	0,81	0,97	1,05	1,13	1,13	1,26	1,26	1,26
140°C	0,00	1,53	2,27	2,46	2,59	2,64	2,69	2,77	2,85	2,85	2,85

Dari Tabel 4.5. dapat dibuat grafik hubungan antara perubahan ukuran diameter briket dengan variasi temperatur mulai saat briket keluar dari cetakan sampai hari ke 10 sebagai berikut:



Gambar 4.2. Grafik persentase perubahan diameter briket

Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 berisi tentang hubungan antara perubahan ukuran diameter briket kayu sengon dengan lamanya hari hingga briket mengalami kestabilan. Terlihat persentase pertambahan ukuran diameter briket cenderung meningkat seiring dengan lamanya waktu. Perubahan diameter briket mengalami kondisi stabil pada hari ke 8, nilai perubahan diameter briket tertinggi didapat pada temperatur cetakan 140°C yaitu 2,85%. Sedangkan nilai persentase perubahan diameter terendah atau briket yang paling stabil diperoleh pada temperatur cetakan 120°C sebesar 1,26%.

Analisa statistika pada perubahan diameter dengan menggunakan analisis varian ANAVA jenis *F test* dengan nilai persentase simpangan α adalah 5 % terlihat seperti pada table 4.6.

Tabel 4.6. Statistik perubahan diameter briket kayu sengon

Banyaknya pengulangan variasi (n)	11
Banyaknya variasi (k)	3
Rata-rata kuadrat antar sampel	0,00054
$nS_x^2 = n \sum (\bar{X}_j - \bar{X})^2 / (k - 1)$	
Rata-rata kuadrat dalam sampel	0,000049
$S^2 = \sum (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2 / k(n - 1)$	
F Hitung = $\frac{nS_x^2}{S^2}$	11,0652
F Tabel = $F_{0,05 (k-1), k(n-1)}$	3,32

Berdasarkan data statistik dari Tabel 4.6 nilai F hitung adalah 11,0652 lebih besar dari F table didapat 3,32 dengan nilai persentase simpangan 5 % berarti H_A diterima, jadi ada pengaruh variasi temperatur cetakan dengan briket kayu sengon terhadap perubahan diameter briket kayu sengon.

Kestabilan ukuran terjadi dikarenakan ikatan antara partikel yang satu dengan yang lainnya (saling mengait) akibat dari pengkompaksian atau pembebanan pada briket. Kestabilan ukuran juga dikarenakan partikel dalam briket mengalami titik jenuh elastisitas. Menurut Gandhi, (2010: 5) faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain:

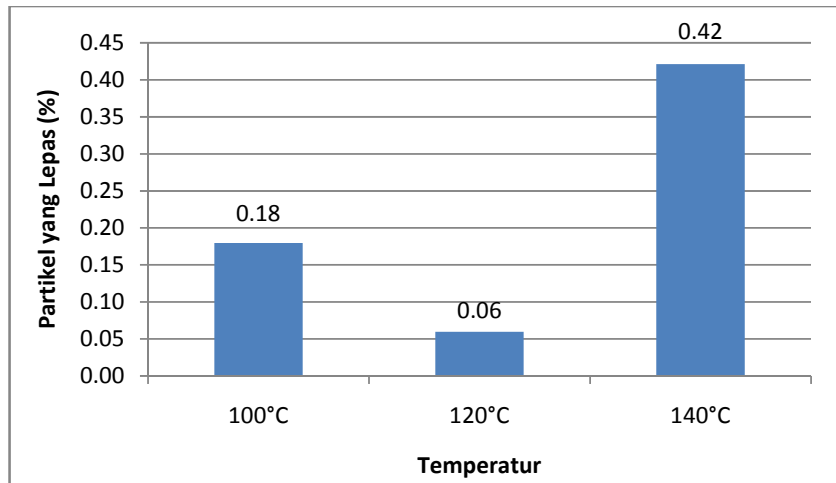
- a. Berkurangnya daya rekat briket secara vertikal karena tidak adanya tekanan dari alat kompaksi setelah briket keluar dari cetakan
- b. Pengaruh udara yang masuk kedalam partikel briket. Uap air dalam udara dapat memicu briket berubah ukuran.
- c. Sifat dari serbuk arang itu sendiri yang sulit menyatu apabila kering.

4.4 Drop Test

Tabel 4.7. Hasil perhitungan *shatter index* briket kayu sengon

Temperatur Cetakan	Partikel yang Lepas %					Rata-Rata (%)
	uji 1	uji 2	uji 3	uji 4	uji 5	
100°C	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,18
120°C	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,06
140°C	0,61	0,60	0,30	0,00	0,60	0,42

Dari nilai rata-rata Tabel 4.7. dapat dibuat grafik hubungan antara *shatter index* dengan variasi temperatur cetakan sebagai berikut :



Gambar 4.3. Grafik persentase hubungan antara partikel yang dilepas dengan variasi temperatur

Pengujian *drop test* dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar ketahanan briket saat terkena benturan dengan benda keras sehingga berguna untuk saat proses pengemasan, pendistribusian dan penyimpanan. Dari hasil yang didapat mengenai data perhitungan *shatter index* menunjukkan semakin besar temperatur belum tentu membuat ikatan antar partikel pada briket semakin kuat. Bisa dilihat pada temperatur cetakan 140°C yang mengalami pengurangan berat sebesar 0,4214% lebih besar bila dibandingkan pada temperatur cetakan 120°C yaitu sebesar 0,0597%. Pengujian *drop test* tersebut menunjukkan bahwa temperatur cetakan 120°C dalam pembuatan briket kayu sengon paling kuat ikatannya, hal ini sejalan dengan hasil uji *stability* yang menunjukkan kesetabilan briket terbaik juga terdapat pada temperatur cetakan 120°C, karena pada suhu ini

perekatan antar paratikel oleh lignin dapat berfungsi dengan baik, sehingga daya tahan briket saat dikenakan benturan akan mengalami indek kerusakan yang kecil.

Analisa statistika pada uji *drop test* dengan menggunakan analisis varian ANAVA jenis *F test* dengan nilai persentase simpangan $\alpha = 5 \%$ dapat dilihat pada table 4.8.

Tabel 4.8. *Drop test* pada briket kayu sengon

Banyaknya pengulangan variasi (n)	5
Banyaknya variasi (k)	3
Rata-rata kuadrat antar sampel $nS^2_x = n \sum (\bar{X}_j - \bar{X})^2 / (k - 1)$	0,17
Rata-rata kuadrat dalam sampel $S^2 = \sum (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2 / k(n - 1)$	0,04
F Hitung = $\frac{nS^2_x}{S^2}$	4,31
F Tabel = $F_{0.05 (k-1), k(n-1)}$	3,89

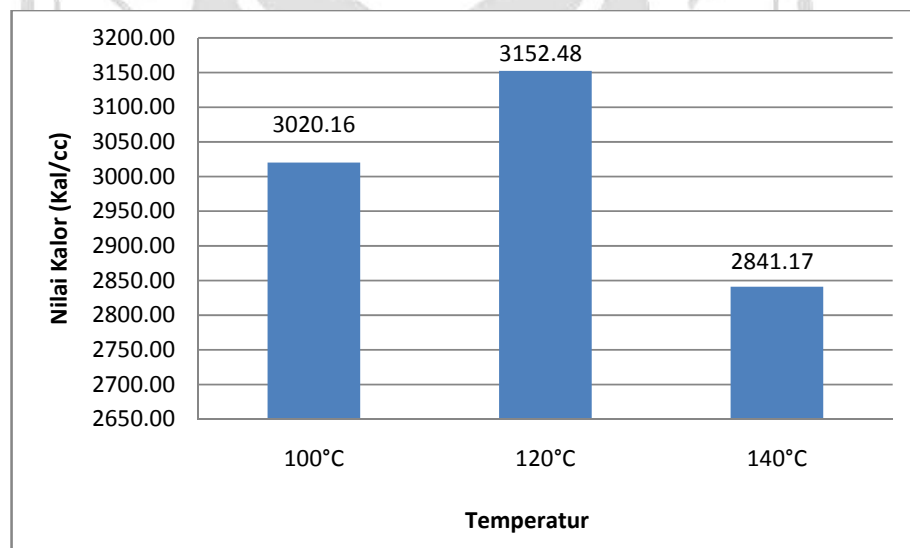
Berdasarkan data statistik dari Tabel 4.8 nilai F hitung adalah 4,3141818 lebih besar dari F tabel didapat 3,89 dengan nilai persentase simpangan 5 %, hal ini berarti H_A diterima. Jadi ada pengaruh variasi temperatur cetakan dengan briket kayu sengon terhadap uji *drop test* dari briket kayu sengon.

4.5 Densitas

Tabel 4.9. Densitas briket kayu sengon

Temperatur Cetakan	Densitas (gr/cc)					Rata-Rata (gr/cc)
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	
100°C	0,69	0,70	0,78	0,67	0,71	0,71
120°C	0,82	0,71	0,70	0,77	0,68	0,73
140°C	0,68	0,68	0,62	0,68	0,68	0,67

Dari data pada Tabel 4.9 dapat dibuat grafik hubungan antara variasi temperatur cetakan briket kayu sengon dengan densitas sebagai berikut:



Gambar 4.4. Grafik hubungan densitas dengan variasi temperatur.

Gambar 4.4 menunjukkan nilai densitas terbesar pada briket dengan temperatur cetakan 120°C sebesar 0,74 gr/cc dan terkecil pada temperatur cetakan 140°C sebesar 0,67 gr/cc. Densitas yang dihasilkan telah memenuhi standar briket

buatan Inggris (0,46 gr/cc) dan Indonesia (0,447 gr/cc). Menurut Saputro, dkk., (2012: A-397) densitas briket naik seiring dengan naiknya tekanan kompaksi karena semakin besar tekanan kompaksi mengakibatkan partikel terdesak untuk mengisi rongga yang kosong, sehingga berkurangnya porositas pada briket. Densitas briket sangat dipengaruhi oleh tekanan kompaksi tetapi tidak berpengaruh terhadap terhadap nilai kalor briket, karena nilai kalor bahan baku dipengaruhi oleh kandungan kadar karbon terikat, kandungan abu, dan zat mudah menguap.

Pada analisa statistik menggunakan ANAVA jenis *F test* untuk menunjukkan perbedaan tentang pengujian densitas briket kayu sengon dalam variasi temperatur cetakan dapat dilihat pada table 4.10.

Tabel 4.10. Data statistik densitas pada briket kayu sengon

Banyaknya pengulangan variasi (n)	5
Banyaknya variasi (k)	3
Rata-rata kuadrat antar sampel	0,0056
$nS^2_x = n \sum (\bar{X}_j - \bar{X})^2 / (k - 1)$	
Rata-rata kuadrat dalam sampel	0,0020
$S^2 = \sum (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2 / k(n - 1)$	
F Hitung = $\frac{nS^2_x}{S^2}$	2,85
F Tabel = $F_{0.05 (k-1), k(n-1)}$	3,89

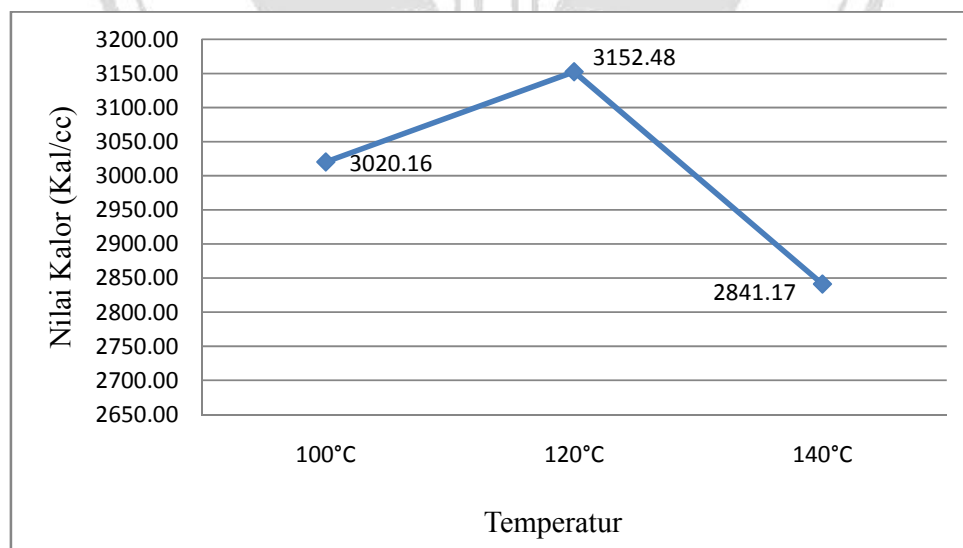
Berdasarkan Tabel 4.10 nilai F hitung adalah 2,85 lebih besar dari F tabel didapat 3,89 dengan nilai persentase simpangan 5 % berarti H_A tidak diterima, sehingga tidak ada pengaruh antara variasi temperatur cetakan dengan briket kayu sengon terhadap densitas dari briket kayu sengon.

Tabel 4.11. menunjukkan hasil perhitungan *energy density* pada setiap cm^3 briket yang dihasilkan.

Tabel 4.11. *Energy density* briket kayu sengon

Temperatur	<i>Energy Density</i> (kal/cc)
100°C	3020,16
120°C	3152,48
140°C	2841,17

Dari data pada Tabel 4.11 jika dibuat grafik akan nampak seperti gambar berikut:



Gambar 4.5. Grafik hubungan *energy density* dengan variasi temperatur.

Energy density adalah jumlah energi (nilai kalor) yang terkandung dalam tiap cm^3 briket. Densitas berpengaruh terhadap kerapatan dari briket, semakin tinggi densitas maka kepadatan energi juga semakin tinggi (Gandhi 2010:3-9). Dari hasil penelitian ini menunjukkan *energy density* terbesar berada pada temperatur cetakan 120°C . Hal ini dikarenakan nilai densitas tertinggi berada pada suhu 120°C . Pada suhu ini lignin yang berfungsi sebagai perekat alami dapat mencair dengan baik sehingga mampu mengikat serbuk briket lebih kuat saat briket sudah dingin dibanding pada variasi temperatur cetakan yang lain. Nilai densitas rendah mempunyai keterbatasan dalam pengemasan, penyimpanan dan pengangkutan bahan bakar briket, semakin besar densitas maka volume atau ruang yang diperlukan lebih kecil untuk massa yang sama.

Gambar 4.6 menunjukkan briket hasil penelitian dengan tekanan 5000 Psig menggunakan pemanasan pada cetakan dan lama waktu penahanan kompaksi 1 menit.



Gambar 4.6. Pembriketan dengan temperatur cetakan 100°C .



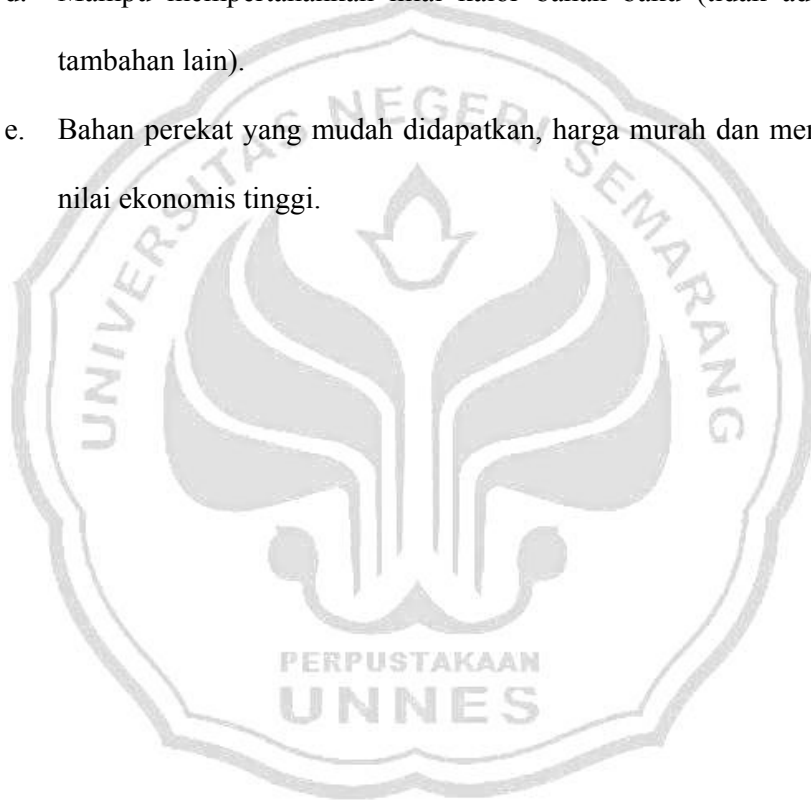
Gambar 4.7. Pembriketan dengan temperatur cetakan 120°C.



Gambar 4.8. Pembriketan dengan temperatur cetakan 140°C.

Jika dibandingkan hasil pembuatan briket yang menggunakan cetak panas dengan briket yang dibuat tanpa menggunakan cetak panas adalah sebagai berikut (Saputro, dkk., 2012: A-398):

- a. Terbentuknya lapisan film yang kuat pada permukaan briket sehingga briket lebih tahan terhadap gesekan dan getaran/goncangan.
- b. Briket dapat langsung digunakan tanpa melalui proses pengeringan terlebih dahulu.
- c. Meniadakan perekat dengan bahan dasar air.
- d. Mampu mempertahankan nilai kalor bahan baku (tidak ada bahan tambahan lain).
- e. Bahan perekat yang mudah didapatkan, harga murah dan mempunyai nilai ekonomis tinggi.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan:

- a. Pembuatan briket dengan metode cetak panas berpengaruh dengan briket yang dihasilkan, proses pembuatan briket lebih cepat karena mampu untuk meniadakan bahan perekat berbahan dasar air, sehingga briket dapat langsung digunakan tanpa proses pengeringan dan mampu mempertahankan nilai kalor bahan baku.
- b. Pembuatan briket dengan metode cetak panas berpengaruh terhadap sifat fisik yaitu *stability* dan *drop test*, dari hasil uji yang dilakukan briket terbaik brada pada variasi temperatur cetakan 120⁰C, karena pada suhu ini lignin dapat mengikat partikel briket dengan baik. Namun, metode cetak panas tidak berpengaruh terhadap densitas, akan tetapi densitas berpengaruh terhadap tekanan kompaksi.

5.2 Saran

Dari penelitian ini saran yang diberikan adalah:

- a. Perlu dilakukan penelitian lanjut dengan menambahkan variasi tekanan kompaksi.
- b. Perlu dilakukan pengujian tambahan seperti pengujian *compressive strength* dan *durability*.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials, 2001. *Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke*. ASTM International. West Conshohocken, United States.
- American Society for Testing and Materials, 2001. *Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke*. ASTM International. West Conshohocken, United States.
- Arikunto Suharsimi, 2006. *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- BPPT, 2009. *Teknologi Energi untuk Mendukung Keamanan Pasokan Energi*. Outlook Energi Indonesia 2009. Jakarta: BPPT Press.
- Gandhi A., 2010. *Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung*. Semarang: SMK N 7 Semarang. *Jurnal Profesional*, Volume 8 No. 1. Hal 1-12
- Jamilatun S., 2011. *Kualitas Sifat-sifat Penyalaan dari Pembakaran Briket Tempurung Kelapa, Briket Serbuk Gergaji Kayu Jati, Briket Sekam Padi dan Briket Batubara*. Dalam *Jurnal Teknologi untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, Hal 1-7 Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- Mariyani dan Rumijati, 2004. *Pengaruh Penambahan Bulu Ayam Terhadap Kandungan Karbon Briket Bioarang Sampah Pekarangan*. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. Vol. 5, No. 2, 81 – 88.
- Ndiema C. K. W., Manga P. N., Rutttoh C. R, 2002. *Influence of die pressure on relaxation characteristics of briquetted biomass*. *Energy Conversion and Management*.
- Nugraha S., 2008. *Briket Arang Sekam Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Informasi Ringkas Bank Pengetahuan Padi Indonesia.
- Nugraha S. dan Rahmat R, 2008. *Energi Mahal, Manfaatkan Briket Arang Sekam*. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, Vol.30, No. 4.

- Onu F., Sudarja, Rahman N. B. M., 2010. *Pengukuran Nilai Kalor Bahan Bakar Briket Arang Kombinasi Cangkang Pala (Myristica Fragan Houutt) dan Limbah Sawit (Elaeis Guenensis)*. Seminar Nasional Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Petrie E.M., 2000. *Handbook of Adhesives and Sealants*. United States of America: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Rhen C., Gref R., Sjostrom M., Wasterlund I., 2005. *Effects of raw material moisture content, densification pressure and temperature on some properties of Norway spruce pellets*. Fuel Processing Technology.
- Saputra Y. E., 2009. *Pengujian Kadar Lignin Dalam Pulp*. http://www.chemistry.org/artikel_kimia/kimia_material/pengujian-kadar-lignin-dalam-pulp/ (Diunduh 14 April 2012)
- Saputro D. D., 2008. *Studi Tentang Variasi Tekanan Kompaksi Terhadap Nilai Kalor Briket Tongkol Jagung*. Semarang: FT UNNES. *Jurnal Profesional*, Volume 6 No. 2.
- Saputro D. D., Widayat W., Rusiyanto, Saptoadi H., Fauzun, 2012. *Karakterisasi Briket dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas*. Yogyakarta: IST AKPRIND. SNAST Periode III.
- Sumangat D. dan Broto W., 2009. *Kajian Teknis dan Ekonomis Pengolahan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Tungku*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian Vol. 5.
- Susana I. G. B., 2009. *Peningkatan Nilai Kalor Biomassa Kotoran Kuda dengan Metode Densifikasi dan Thermolisis*. Mataram: Universitas Mataram. *Jurnal Teknik Mesin*, Volume 11 No. 2. Hal 103–107
- Subroto, Himawanto D.A., Sartono., 2004. *Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan terhadap Karakteristik Mekanik dan Karakteristik Pembakaran Briket Kokas Lokal*. Surakarta: UMS. *Jurnal Teknik Gelagar*, Volume 18 No. 01, Hal 73 – 79
- Sunyata, A dan Wulur, D., 2004. *Pengaruh Kerapatan dan Suhu Pirolisa Terhadap Kualitas Briket Arang Sebuk Kayu Sengon*. Dalam *Jurnal Teknologi Pertanian*, Hal 1-10 Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian (INTAN).

Widayat, W., 2008. *Kajian Sifat Mekanis Briket Tongkol Jagung Yang Dikompaksi Dengan Tekanan Rendah*. Dalam *Jurnal Profesional*, Volume 6 No. 2. Hal 905-914 Semarang: FT UNNES.

Yaman S., Sahan M., Haykiri-acma H., Sesen K., Kucukbayrak S., 2000. *Production of fuel briquette from olive refuse and paper mill waste*. Istanbul: Istanbul Technical University. *Fuel Processing Technology*, Volume 68. Hal 23-31.



LAMPIRAN - LAMPIRAN



Lampiran 1

A. Perhitungan *Stability*

Rumus *stability* :

$$1. \textit{Stability}\text{-pertambahan tinggi (\%)} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

Keterangan:

T_1 = Tinggi briket kayu sengon sesaat setelah keluar dari cetakan
(mm)

T_2 = Tinggi briket kayu sengon saat pengukuran setelah jangka waktu
tertentu (mm)

$$2. \textit{Stability}\text{-pertambahan diameter (\%)} = \frac{D_2 - D_1}{D_1} \times 100\%$$

Keterangan:

D_1 = Diameter briket kayu sengon sesaat setelah keluar dari cetakan
(mm)

D_2 = Diameter briket kayu sengon saat pengukuran setelah jangka
waktu tertentu (mm)

Contoh Perhitungan

- Berikut akan ditunjukkan contoh perhitungan *stability*-pertambahan tinggi kayu sengon yang dibuat dengan suhu temperatur cetakan 120°C , pada pengamatan I (satu hari setelah keluar dari cetakan) :

$$T_1 = 8,38 \text{ mm}$$

$$T_2 = 8,68 \text{ mm}$$

$$\text{Stability-pertambahan tinggi (\%)} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

$$\text{Stability-pertambahan tinggi (\%)} = \frac{8,68 - 8,38}{8,38} \times 100\%$$

$$\text{Stability-pertambahan tinggi (\%)} = \frac{0,30}{8,38} \times 100\%$$

$$\text{Stability-pertambahan tinggi (\%)} = 3,58\%$$

2. Berikut akan ditunjukkan contoh perhitungan *stability*-pertambahan diameter kayu sengon yang dibuat dengan suhu temperatur cetakan 120°C, pada pengamatan I (satu hari setelah keluar dari cetakan) :

$$D_1 = 25,36 \text{ mm}$$

$$D_2 = 25,58 \text{ mm}$$

$$\text{Stability-pertambahan diameter (\%)} = \frac{D_2 - D_1}{D_1} \times 100\%$$

$$\text{Stability-pertambahan diameter (\%)} = \frac{25,58 - 25,36}{25,36} \times 100\%$$

$$\text{Stability-pertambahan diameter (\%)} = \frac{0,22}{25,36} \times 100\%$$

$$\text{Stability-pertambahan diameter (\%)} = 0,87\%$$

B. Perhitungan *Shatter Index*

Rumus *Shatter Index* :

$$\text{Shatter Index (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Keterangan : A = Berat briket sebelum dijatuhkan (gram)

B = Berat briket setelah dijatuhkan (gram)

Contoh Perhitungan

Berikut akan ditunjukkan contoh perhitungan *Shatter Index* briket kayu sengon pada temperatur cetakan 120⁰C.

A = 3,26 gram

B = 3,24 gram

$$\text{Shatter Index (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

$$\text{Shatter Index (\%)} = \frac{3,26 - 3,24}{3,26} \times 100\%$$

$$\text{Shatter Index (\%)} = \frac{0,02}{3,26} \times 100\%$$

$$\text{Shatter Index (\%)} = 0,613$$

C. Perhitungan Densitas

Rumus densitas :

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad V = \frac{\pi \times D \times D}{4} \times T$$

Keterangan :

P = Massa jenis (gram/cm³)

M = Massa briket (gram)

V = Volume (cm³)

D = Diameter (cm)

T = Tinggi (cm)

Contoh Perhitungan

Berikut akan ditunjukkan contoh perhitungan densitas

$$m = 3,24 \text{ gram}$$

$$D = 2,584 \text{ cm}$$

$$T = 0,902 \text{ cm}$$

$$V = \frac{3,14 \times 2,584 \times 2,584}{4} \times 0,902$$

$$V = 4,7278 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{3,24}{4,7278}$$

$\rho = 0,694$



D. Energi Densitas

Rumus Energi Densitas :

$$\text{Energi Densitas} = \text{Nilai Kalor} \times \text{Densitas}$$

Contoh Perhitungan

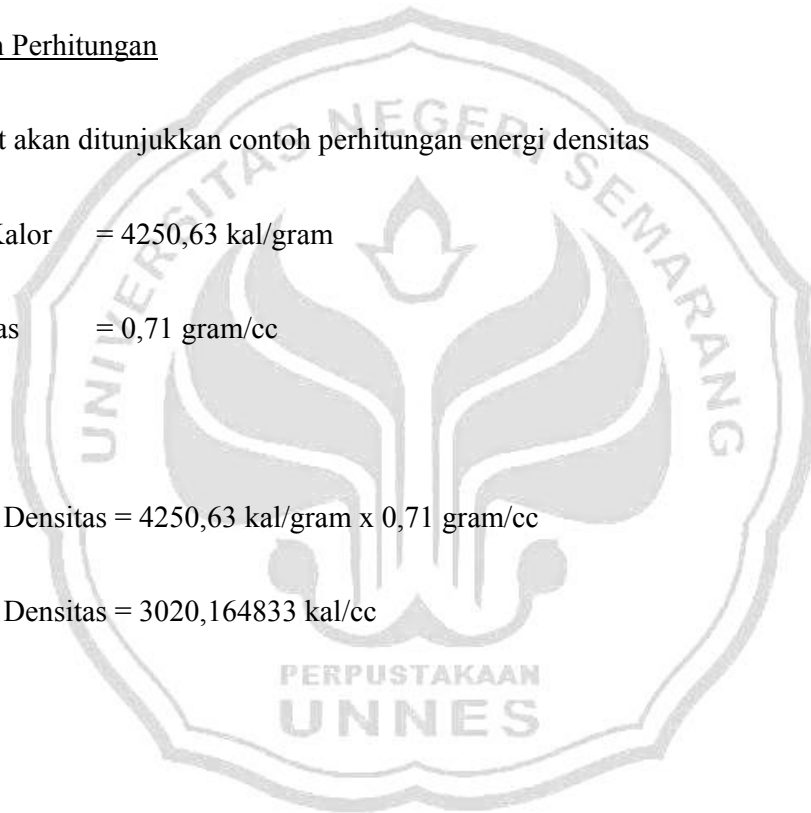
Berikut akan ditunjukkan contoh perhitungan energi densitas

$$\text{Nilai Kalor} = 4250,63 \text{ kal/gram}$$

$$\text{Densitas} = 0,71 \text{ gram/cc}$$

$$\text{Energi Densitas} = 4250,63 \text{ kal/gram} \times 0,71 \text{ gram/cc}$$

$$\text{Energi Densitas} = 3020,164833 \text{ kal/cc}$$



E. Pembebanan Kompaksi

$$A = \pi \times r^2$$

$$A = 3,14 \times (0,0125 \text{ m})^2$$

$$= 3,14 \times 0,0015625 \text{ m}^2$$

$$= 0,000490625 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ Psi} = 1 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} = 6894,757 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$$

$$5000 \text{ Psi} = 5000 \times 6894,757 = 34473785 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$$

$$P = \frac{m \times a}{A}$$

$$m = \frac{P \times A}{a}$$

$$m = \frac{34473785 \text{ N/m}^2 \times 0,000490625 \text{ m}^2}{10 \text{ m/s}^2}$$

$$m = 1691,284 \text{ Kg}$$

$$m = 1,691 \text{ Ton.}$$

Jadi besar pembebanan yang digunakan untuk menekan briket adalah sebesar

1,691 Ton.

F. Perhitungan Statistika

Densitas

Temperatur Cetakan	Densitas (gr/cc)					Rata-Rata (gr/cc)
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	
100°C	0,69	0,70	0,78	0,67	0,71	0,71
120°C	0,82	0,71	0,70	0,77	0,71	0,74
140°C	0,68	0,68	0,62	0,68	0,68	0,67
Rata-Rata semua sampel						0,71

F Hitung $\frac{nS_x^2}{s^2}$

$$nS_x^2 = n \sum (\bar{X}_j - \bar{X})^2 / (k - 1)$$

$$s^2 = \sum (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2 / k(n - 1)$$

$$\begin{aligned} nS_x^2 &= 5 \{ (0,71 - 0,71)^2 + (0,74 - 0,71)^2 + (0,67 - 0,71)^2 \} / (3 - 1) \\ &= \frac{5(0,0027)}{2} \\ &= 0,0056 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S^2 &= \{ (0,69 - 0,71)^2 + (0,70 - 0,71)^2 + (0,78 - 0,71)^2 + (0,71 - 0,71)^2 + (0,81 - 0,74)^2 + (0,71 - 0,74)^2 + (0,70 - 0,74)^2 + (0,77 - 0,74)^2 + (0,71 - 0,74)^2 + (0,71 - 0,12)^2 + (0,68 - 0,67)^2 + (0,68 - 0,67)^2 + (0,62 - 0,67)^2 + (0,68 - 0,67)^2 + (0,68 - 0,67)^2 \} / 3(5 - 1) \\ &= \frac{0,020}{12} = 0,00195 \end{aligned}$$

$$F \text{ hitung} = \frac{0,0056}{0,00195} = 2,848$$

Nilai F pada tabel didapat $F = 3,89$

Karena nilai F hitung = 2,848 lebih kecil dari F tabel = 3,89 maka H_A tidak diterima.



Tabel Pengujian ANAVA

STATISTICAL TABLES 011

810 APPENDIX D

TABLE D.3
Upper percentage points of the F distribution



Example

Pr($F > 1.59$) = 0.25 for $df_{N_1} = 10$
 Pr($F > 2.42$) = 0.10 for $df_{N_1} = 10$ and $df_{N_2} = 9$
 Pr($F > 2.14$) = 0.05 and $df_{N_2} = 9$
 Pr($F > 5.26$) = 0.01

df for denominator N_2	df for numerator N_1												Pr																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																							
1	161.4	19.16	14.01	11.59	10.24	9.55	9.16	8.88	8.67	8.51	8.41	8.34	8.29	8.25	8.22	8.20	8.19	8.18	8.17	8.16	8.15	8.14	8.13	8.12	8.11	8.10	8.09	8.08	8.07	8.06	8.05	8.04	8.03	8.02	8.01
2	19.16	14.01	11.59	10.24	9.55	9.16	8.88	8.67	8.51	8.41	8.34	8.29	8.25	8.22	8.20	8.19	8.18	8.17	8.16	8.15	8.14	8.13	8.12	8.11	8.10	8.09	8.08	8.07	8.06	8.05	8.04	8.03	8.02	8.01	
3	14.01	11.59	10.24	9.55	9.16	8.88	8.67	8.51	8.41	8.34	8.29	8.25	8.22	8.20	8.19	8.18	8.17	8.16	8.15	8.14	8.13	8.12	8.11	8.10	8.09	8.08	8.07	8.06	8.05	8.04	8.03	8.02	8.01		
4	11.59	10.24	9.55	9.16	8.88	8.67	8.51	8.41	8.34	8.29	8.25	8.22	8.20	8.19	8.18	8.17	8.16	8.15	8.14	8.13	8.12	8.11	8.10	8.09	8.08	8.07	8.06	8.05	8.04	8.03	8.02	8.01			
5	10.24	9.55	9.16	8.88	8.67	8.51	8.41	8.34	8.29	8.25	8.22	8.20	8.19	8.18	8.17	8.16	8.15	8.14	8.13	8.12	8.11	8.10	8.09	8.08	8.07	8.06	8.05	8.04	8.03	8.02	8.01				
6	9.55	9.16	8.88	8.67	8.51	8.41	8.34	8.29	8.25	8.22	8.20	8.19	8.18	8.17	8.16	8.15	8.14	8.13	8.12	8.11	8.10	8.09	8.08	8.07	8.06	8.05	8.04	8.03	8.02	8.01					
7	9.16	8.88	8.67	8.51	8.41	8.34	8.29	8.25	8.22	8.20	8.19	8.18	8.17	8.16	8.15	8.14	8.13	8.12	8.11	8.10	8.09	8.08	8.07	8.06	8.05	8.04	8.03	8.02	8.01						
8	8.88	8.67	8.51	8.41	8.34	8.29	8.25	8.22	8.20	8.19	8.18	8.17	8.16	8.15	8.14	8.13	8.12	8.11	8.10	8.09	8.08	8.07	8.06	8.05	8.04	8.03	8.02	8.01							
9	8.67	8.51	8.41	8.34	8.29	8.25	8.22	8.20	8.19	8.18	8.17	8.16	8.15	8.14	8.13	8.12	8.11	8.10	8.09	8.08	8.07	8.06	8.05	8.04	8.03	8.02	8.01								

Source: G. W. Brown and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3d ed., table 18, Cambridge University Press, 1970.

TABLE D.3
Upper percentage points of the F distribution (continued)

df for denominator N_2	df for numerator N_1													
	Pr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
22	.25	1.40	1.48	1.47	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.39	1.39	1.39	1.38	1.37
	.10	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.88	1.86
	.05	4.30	3.44	3.05	2.82	2.68	2.58	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23
24	.25	1.39	1.47	1.46	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.38	1.37	1.36	1.35
	.10	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.92	1.86	1.81	1.88	1.85	1.83
	.05	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.21	2.18	2.15
26	.25	1.38	1.46	1.45	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.37	1.36	1.35	1.34
	.10	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.84	1.81	1.79
	.05	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
28	.25	1.38	1.46	1.45	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33
	.10	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.83	1.81	1.79	1.77
	.05	4.19	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09
30	.25	1.38	1.46	1.45	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33
	.10	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.83	1.81	1.79	1.77
	.05	4.19	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09
40	.25	1.36	1.44	1.42	1.40	1.39	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30
	.10	2.84	2.44	2.24	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.74	1.72	1.70
	.05	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.96
60	.25	1.35	1.42	1.41	1.39	1.37	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28
	.10	2.79	2.39	2.18	2.03	1.94	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.68	1.66	1.64
	.05	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.94	1.90	1.87
120	.25	1.34	1.40	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25
	.10	2.75	2.35	2.13	1.97	1.88	1.82	1.77	1.72	1.68	1.65	1.62	1.60	1.57
	.05	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80
200	.25	1.33	1.39	1.38	1.36	1.34	1.32	1.31	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25	1.24
	.10	2.73	2.33	2.11	1.95	1.86	1.80	1.75	1.70	1.66	1.63	1.60	1.57	1.55
	.05	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77
=	.25	1.32	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25	1.24	1.23
	.10	2.71	2.30	2.08	1.92	1.83	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.57	1.55	1.52
	.05	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.02	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.71
=	.25	1.32	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25	1.24	1.23
	.10	2.71	2.30	2.08	1.92	1.83	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.57	1.55	1.52
	.05	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.02	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.71

df for denominator N_2	df for numerator N_1													
	Pr	15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	=	
22	.25	1.36	1.34	1.33	1.32	1.31	1.31	1.30	1.30	1.30	1.29	1.29	1.28	1.28
	.10	2.98	2.63	2.43	2.28	2.18	2.11	2.05	2.00	1.95	1.88	1.82	1.78	1.75
	.05	4.30	3.44	3.05	2.82	2.68	2.58	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23
24	.25	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.29	1.28	1.28	1.27	1.27	1.26	1.26
	.10	2.98	2.63	2.43	2.28	2.18	2.11	2.05	2.00	1.95	1.88	1.82	1.78	1.75
	.05	4.30	3.44	3.05	2.82	2.68	2.58	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23
26	.25	1.34	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.28	1.27	1.27	1.26	1.26	1.25	1.25
	.10	2.97	2.62	2.42	2.27	2.17	2.10	2.04	1.99	1.94	1.87	1.81	1.77	1.74
	.05	4.29	3.43	3.04	2.81	2.67	2.56	2.48	2.41	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21
28	.25	1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.27	1.26	1.26	1.25	1.25	1.24	1.24
	.10	2.96	2.61	2.41	2.26	2.16	2.09	2.03	1.98	1.93	1.86	1.80	1.76	1.73
	.05	4.27	3.41	3.02	2.79	2.65	2.54	2.46	2.39	2.33	2.29	2.25	2.22	2.19
30	.25	1.32	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.26	1.25	1.25	1.24	1.24	1.23	1.23
	.10	2.95	2.60	2.40	2.25	2.15	2.08	2.02	1.97	1.92	1.85	1.79	1.75	1.72
	.05	4.26	3.40	3.01	2.78	2.64	2.53	2.45	2.38	2.32	2.28	2.24	2.21	2.18
40	.25	1.30	1.28	1.26	1.25	1.24	1.23	1.23	1.22	1.22	1.21	1.21	1.20	1.20
	.10	2.92	2.57	2.37	2.22	2.12	2.05	1.99	1.94	1.89	1.82	1.76	1.72	1.69
	.05	4.24	3.38	2.99	2.76	2.62	2.51	2.43	2.36	2.30	2.26	2.22	2.19	2.16
60	.25	1.27	1.25	1.24	1.22	1.21	1.20	1.19	1.17	1.17	1.16	1.15	1.15	1.15
	.10	2.89	2.54	2.34	2.19	2.09	2.02	1.96	1.91	1.86	1.79	1.73	1.69	1.66
	.05	4.21	3.35	2.96	2.73	2.59	2.48	2.40	2.33	2.27	2.23	2.19	2.16	2.13
120	.25	1.25	1.23	1.22	1.21	1.20	1.19	1.17	1.17	1.16	1.15	1.15	1.14	1.14
	.10	2.87	2.52	2.32	2.17	2.07	2.00	1.94	1.89	1.84	1.77	1.71	1.67	1.64
	.05	4.19	3.33	2.94	2.71	2.57	2.46	2.38	2.31	2.25	2.21	2.17	2.14	2.11
200	.25	1.24	1.22	1.21	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15	1.15	1.14	1.14	1.13	1.13
	.10	2.85	2.50	2.30	2.15	2.05	1.98	1.92	1.87	1.82	1.75	1.69	1.65	1.62
	.05	4.17	3.31	2.92	2.69	2.55	2.44	2.36	2.29	2.23	2.19	2.15	2.12	2.09
=	.25	1.24	1.22	1.21	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15	1.15	1.14	1.14	1.13	1.13
	.10	2.85	2.50	2.30	2.15	2.05	1.98	1.92	1.87	1.82	1.75	1.69	1.65	1.62
	.05	4.17	3.31	2.92	2.69	2.55	2.44	2.36	2.29	2.23	2.19	2.15	2.12	2.09

Lampiran 2

A. Data Hasil Pengamatan

1. Pengujian Stability

Tabel 1. Perubahan Tinggi Briket (mm)

Hari Ke-	Temperatur Cetakan								
	100°C			120°C			140°C		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	8,38	7,36	8,24	7,66	7,58	7,58	7,66	7,20	7,26
1	8,68	7,55	8,70	7,68	7,60	7,62	9,08	8,36	8,48
2	8,84	7,62	9,06	7,70	7,62	7,72	9,70	8,84	9,00
3	8,94	7,84	9,16	7,80	7,64	7,86	9,98	9,22	9,38
4	9,28	8,02	9,56	7,82	7,78	8,08	10,08	9,26	9,54
5	9,46	8,12	9,78	7,84	7,82	8,12	10,10	9,28	9,60
6	9,72	8,32	9,78	7,86	7,86	8,22	10,10	9,28	9,60
7	9,72	8,40	10,00	7,90	7,92	8,22	10,16	9,34	9,60
8	9,76	8,64	10,00	8,06	8,02	8,34	10,34	9,54	9,76
9	9,76	8,64	10,00	8,30	8,20	8,34	10,44	9,84	10,00
10	9,76	8,64	10,00	8,30	8,20	8,34	10,44	9,84	10,00

2. Pengujian Stability

Tabel 2. Perubahan Diameter Briket (mm)

Hari Ke-	Temperatur Cetakan								
	100°C			120°C			140°C		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	25,36	25,22	25,32	25,40	25,38	25,38	25,28	25,22	25,22
1	25,58	25,48	25,60	25,54	25,50	25,54	25,66	25,58	25,64

2	25,64	25,50	25,68	25,56	25,56	25,58	25,88	25,76	25,80
3	25,76	25,58	25,74	25,58	25,58	25,62	25,90	25,80	25,88
4	25,82	25,60	25,80	25,60	25,64	25,66	25,94	25,84	25,90
5	25,88	25,62	25,90	25,62	25,66	25,68	25,96	25,86	25,90
6	25,90	25,70	25,98	25,64	25,68	25,70	25,96	25,88	25,92
7	25,92	25,72	25,98	25,64	25,68	25,70	25,98	25,92	25,92
8	25,94	25,80	26,00	25,68	25,70	25,74	25,98	25,92	25,98
9	25,94	25,80	26,00	25,68	25,70	25,74	25,98	25,92	25,98
10	25,94	25,80	26,00	25,68	25,70	25,74	25,98	25,92	25,98

3. Pengujian Densitas

Tabel 3. Uji Densitas

Sampel	Temperatur Cetakan								
	100°C			120°C			140°C		
	Massa (gr)	D (cm)	T (cm)	Massa (gr)	D (cm)	T (cm)	Massa (gr)	D (cm)	T (cm)
1	3,24	2,584	0,902	3,33	2,546	0,786	3,23	2,584	0,908
2	3,32	2,584	0,904	3,35	2,57	0,886	3,25	2,584	0,91
3	3,35	2,562	0,834	3,33	2,578	0,892	3,31	2,59	0,99
4	3,34	2,582	0,938	3,35	2,552	0,84	3,32	2,536	0,938
5	3,29	2,584	0,884	3,33	2,58	0,876	3,31	2,588	0,928

4. Pengujian Shatter Index

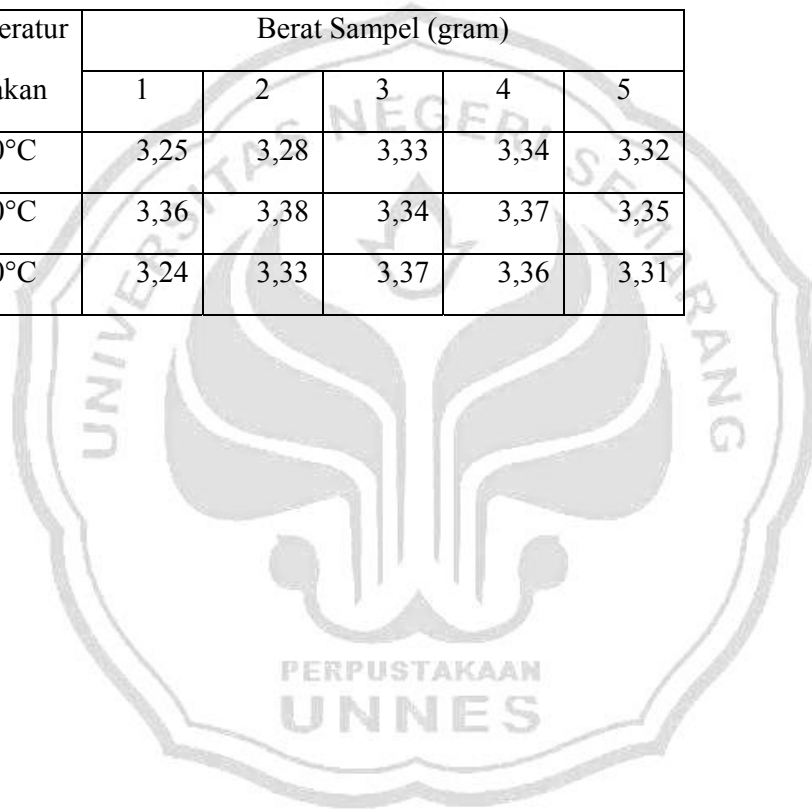
Tabel 4. Berat Sampel Sebelum Dijatuhkan

Temperatur	Berat Sampel (gram)

Cetakan	1	2	3	4	5
100°C	3,25	3,28	3,34	3,35	3,33
120°C	3,36	3,38	3,35	3,37	3,35
140°C	3,26	3,35	3,38	3,36	3,33

Tabel 4. Berat Sampel Setelah Dijatuhkan

Temperatur Cetakan	Berat Sampel (gram)				
	1	2	3	4	5
100°C	3,25	3,28	3,33	3,34	3,32
120°C	3,36	3,38	3,34	3,37	3,35
140°C	3,24	3,33	3,37	3,36	3,31



5. Pengujian Nilai kalor



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM THERMOFLUIDA
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

Jl. Prof. Sudharto SH. Tembalang Semarang, Telepon/Fax : (024) 7460059
Contact Person : LaboratoriumThermofluida HP. 085640129299

SURAT KETERANGAN

Setelah dilakukan pengujian nilai kalor terhadap sampel serbuk kayu bahan untuk briket, maka nilai kalor sampel teruji adalah sbb :

KODE SAMPEL	NILAI KALOR TERUJI	RATA - RATA
	1. 4202.57	
SERBUK KAYU	2. 4270.90	4250.63 cal/g
	3. 4278.43	

Demikian hasil pengujian tes nilai kolor sampel yang dilakukan, terima kasih atas kerjasamanya. Sebelum dan sesudahnya diucapkan terima kasih.

Semarang, 03 – Juli – 2012

Lab. Thermofluida

Teknik Mesin UNDIP



ALHAYATA, A.Md

NIP : 197104162009101001

Lampiran 3

A. Foto – Foto Penelitian



Gambar 1. Penjemuran Serbuk Kayu Sengon



Gambar 2. Pengujian Kadar Air



Gambar 3 . Penggilingan Serbuk Kayu Sengon Sebagai Bahan Baku



Gambar 4. Pengayakan Bahan Baku Lolos Mesh 60



Gambar 5. Penimbangan Bahan Baku 3,5 Gram



Gambar 6. Pengujian Nilai Kalor



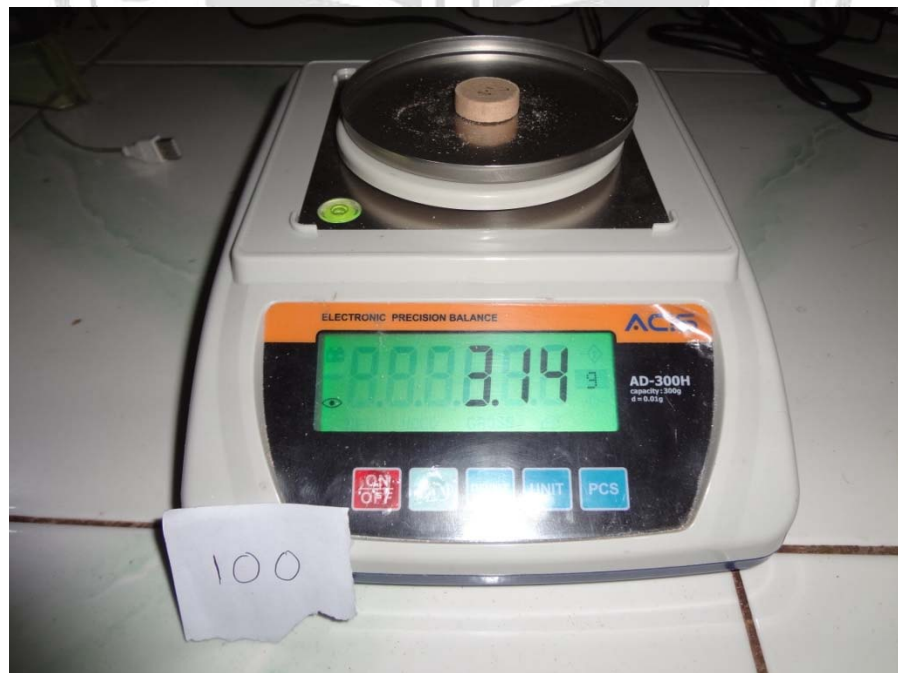
Gambar 7. Proses Pencetakan Briket



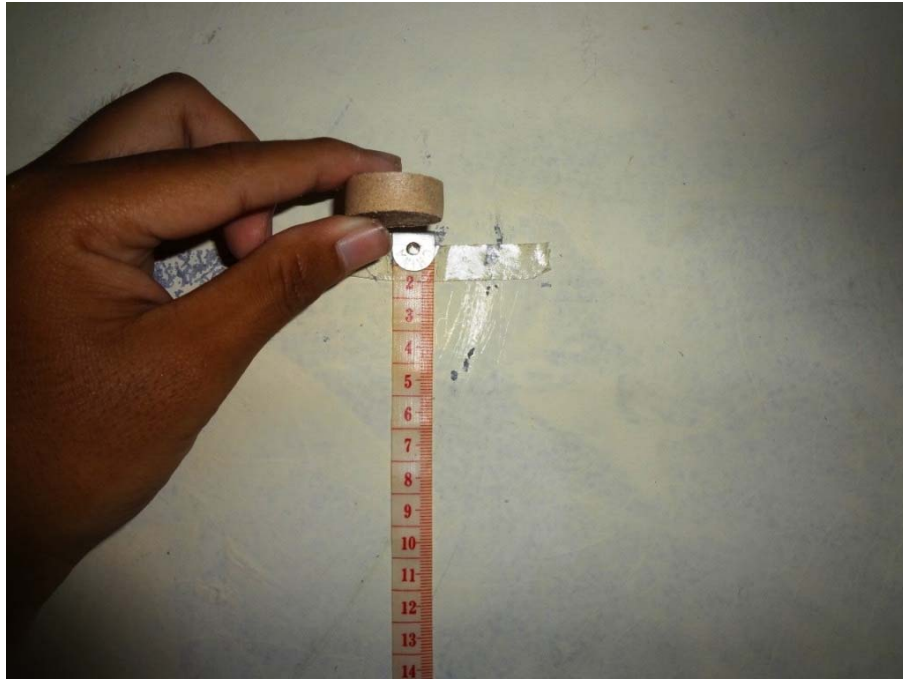
Gambar 8. Penyimpanan Hasil Pembuatan Briket



Gambar 9. Pengujian *Stability*



Gambar 10. Pengujian Densitas



Gambar 11. Pengujian *Shatter Index*



Gambar 12. Briket Hasil Penelitian



Lampiran 4

A. Surat – Surat Penelitian



KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Nomor : 251 / PT - WMBT / 2012

Tentang
**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2011/2012**

- Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat : 1. SK Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
2. SK Rektor UNNES No. 162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
3. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahkan Lemberan Negara RI No.4301, penjelasan atas Lemberan Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
- Memperhatikan : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pendidikan Teknik Mesin Tanggal 22 Maret 2012

MEMUTUSKAN

- Menetapkan
PERTAMA :
- Menunjuk dan menugaskan kepada :
1. Name : Danang Dwi Saputro, S.T., M.T.
NIP : 197811052005011001
Pangkat/Golongan : III/c - Penata
Jabatan Akademik : Lektor
Sebagai Pembimbing I
2. Name : RUSIYANTO, S.Pd., M.T.
NIP : 197403211995031002
Pangkat/Golongan : III/d - Penata Tk. I
Jabatan Akademik : Lektor
Sebagai Pembimbing II
- Untuk membimbing mahasiswa penyusunan skripsi/Tugas Akhir :
- Name : DARUN NAIM
NIM : 5201408100
Jurusan/Prodi : Teknik Mesin/Pendidikan Teknik Mesin
Topik : KARAKTERISASI BRIKET ARANG DARI SAMPAH TERSELEKSI RANTING POHON MAHONI DENGAN VARIASI TEKANAN KOMPAKSI

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.



DITETAPKAN DI : SEMARANG
TAHUN 2012
TANGGAL : 22 MARET 2012

Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001

- Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
 2. Ketua Jurusan
 3. Dosen Pembimbing
 4. Peringgal



5201408100

RM-03-AKD-24/Rev. 00

19/04/2012

01/03/2012 09:00:00





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Telepon: 0248508101

Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft_unnes@yahoo.com

No. : 1993/UNSS/15/PT/2012
Lamp :
Hal : Ijin Penelitian

Kepada
Yth. Kepala Lab. Teknik Sipil
di Lab. Teknik Sipil

Dengan Hormat,
Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk menyusun skripsi/tugas akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : DARUN NAIM
NIM : 5201408100
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin
Topik : PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP
KARAKTERISTIK BRIKET BIOMASA PADA TEKANAN 5000 PSIG

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Semarang, 25 Juni 2012



Unggah Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001



5201408100

FM-05-AND-24/Rev. 00



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Universitas Negeri Semarang
Fakultas Teknik
Jurusan Teknik Sipil Telp. 024-8508102

MEMO

Kepada yth : Mas Amir / P Harsono
Dari : Kepala Laboratorium Jurusan T. Sipil FT UNNES

Dengan hormat,

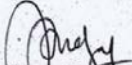
Mahasiswa di nama:

- M Ervando Among S.
- Reza Eka Delima
- Darun Haum

Dibantu untuk penggunaan alat lab untuk penelitian

Demikian atas kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Semarang,


Mego Purnomo, ST, MT
NIP. 19730618 200501 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 0248508101
Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft_unnes@yahoo.com

No. : 2029/UN27.15/PP/2012
Lamp :
Hal : Ijin Penelitian

Kepada
Yth. Kepala Lab. Produksi Jurusan Teknik Mesin FT Unnes
di Lab. Produksi Jurusan Teknik Mesin FT Unnes

Dengan Hormat,
Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk menyusun skripsi/tugas akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : DARUN NAIM
NIM : 5201408100
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin
Topik : PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP
KARAKTERISTIK BRIKET BIOMASA PADA TEKANAN 5000 PSIG

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Semarang, 02 Juli 2012

 Dr. Muhammad Harlanu, M.Pd.
 NIP. UNNES 0251991021001



5201408100
FM-05-AKD-24/Rev. 00



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 0248508101
Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft_unnes@yahoo.com

No. : 9030/WJ.1.5 / PP/2012
Lamp :
Hal : Ijin Penelitian

Kepada
Yth. Kepala Lab. Thermo Fluid Jurusan Teknik Mesin FT Undip
di Lab. Thermo Fluid Jurusan Teknik Mesin FT Undip

Dengan Hormat,
Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk menyusun skripsi/tugas akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : DARUN NAIM
NIM : 5201408100
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin
Topik : PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP
KARAKTERISTIK BRIKET BIOMASA PADA TEKANAN 5000 PSIG

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Semarang, 02 Juli 2012



Dis. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001



5201408100

Hal : Peminjaman Alat

Semarang, 2 Juli 2012

Kepada

Ka. Lab. Teknik Mesin Unnes

Di Tempat

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Sehubungan dengan penelitain skripsi kami:

No.	Nama	NIM	Prodi
1	Reza Eka Delima	5201408007	PTM S1
2	Moh. Ervando A.S.	5201408077	PTM S1
3	Darun Naim	5201408100	PTM S1

yang akan dilaksanakan pada bulan Juli sampai Agustus 2012. Berkaitan dengan hal itu, maka kami bermaksud meminjam peralatan berupa:

- **Timbangan digital** **sebanyak 1 buah**
- **Jangka sorong** **sebanyak 1 buah**

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kebijaksanaannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Hormat kami,

Mahasiswa 1



Reza Eka Delima
NIM. 5201408100

Mahasiswa 2



Darun Naim
NIM. 5201408100

Mahasiswa 3



Moh. Ervando A.S.
NIM. 5201408100



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 0248508101

Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft_unnes@yahoo.com

No. : 1992 / UN37.1.5 / PP / 2012
Lamp :
Hal : Ijin Penelitian

Kepada

Yth. Kepala Lab. Kimia Unnes
di Lab. Kimia Unnes

Dengan Hormat,

Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk menyusun skripsi/tugas akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : DARUN NAIM
NIM : 5201408100
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin
Topik : PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP
KARAKTERISTIK BRIKET BIOMASA PADA TEKANAN 5000 PSIG

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



25 Juni 2012

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001

