

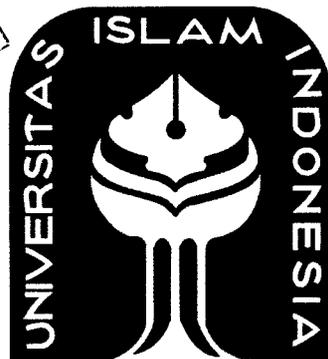
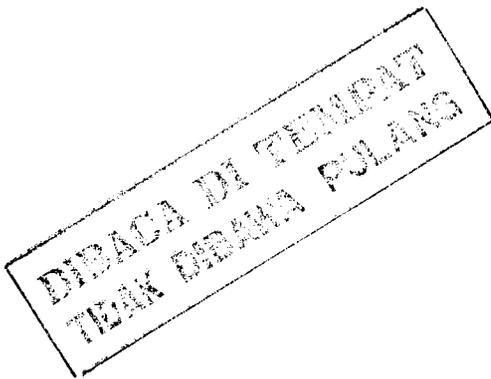
TA/TL/2006/0078

PERPUSTAKAAN FTSP UIN	
HABISAN/SELESI	
TGL TERIMA :	6 Juli 2006
NO. JUDUL :	72027
NO. INV. :	820000202001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN SERBUK GERGAJI KAYU SONOKELING
DAN TEMPURUNG KALAPA
SEBAGAI BRIKET**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Sebagai Persyaratan Memperoleh
Derajat Sarjana Strata 1 (satu) Teknik lingkungan**



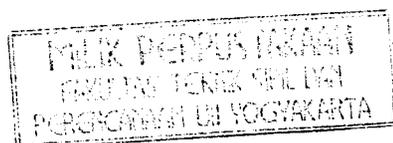
Disusun Oleh:

ASTI DWININGSIH

00 513 018

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2006



MOTTO

**Maka dirikanlah sholat karena Tuhanmu; dan berkurbanlah
(QS : Al Kausar, ayat : 2)**

**....Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
(QS : Al Insyirah, ayat : 6)**

**....Sesungguhnya hanya kepada Tuhanmulah kembali (mu).
(QS : Al 'Alaq, ayat : 8)**

**Tuhanmu tidak meninggalkan kamu dan tidak (pula) benci
kepadamu.
(QS : Ad Duha, ayat : 3)**

**Kembalilah kepada Tuhanmu dengan hati yang puas lagi
diridai-Nya.
(QS : Al Fajr, ayat : 28)**

**....maka barang siapa yang menghendaki, tentulah ia
memperhatikannya,
(QS : 'Abasa, ayat : 12)**

**Sesungguhnya Hari Keputusan adalah suatu waktu yang
ditetapkan,
(QS : An Naba', ayat 17)**

Pengembangan.....

Ketekunan, ketabahan dan kesabaran "membuahkan" satu karya yang mengantarkanmu pada salah satu keberhasilan dalam hidupmu. Skripsi merupakan sebuah karya sebagai langkah awal untuk mewujudkan banyak harapan dalam hidupmu selanjutnya, baik cita maupun cinta. Keberhasilan yang telah dicapai ini tak lepas dari do'a dan dukungan dari :

- ❶ *Kedua orang tuamu, ibu dan bapakmu tercinta yang tak bosan memberikan nasehat dan doa di setiap langkahmu*
- ❷ *Mas andre dan Mbaq esti tercinta yang tak bosan-bosannya memberikan nasehat untuk mencapai tujuan dalam hidupmu*
- ❸ *Sahabatmu yang selalu dihati kalian telah memberi makna dan ari dalam hidup ini.*
- ❹ *Belahan jiwamu, aku akan selalu menantimu sampai kapanpun.....*

Terima kasih untuk.....

Bapak dan ibuku

Terimakasih atas kasih sayang yang tulus semenjak aku ada
Didunia ini hingga detik ini, tanpa kasih sayang doa dan
restumu

Disetiap langkah dan nafasku aku takan seberhasil seperti ini.

Mas Andre dan Mbak Esti

Terimakasih atas segala nasehat yang kalian berikan.
Mas andre yang selalu over protectif terhadap diriku dan
dampaknya aku dapat menyelesaikan kuliah ini walaupun tak
semulus
yang kalian harapkan.

Tante Nanik & Oom Adas

Terima kasih telah memberikan bantuan materiil dan moril dalam
menyelesaikan kuliahku ini.

Kak Vava & Dek vivi

Terima kasih kalian telah memberi warna-warni dalam
hidupku..Kak Vava jangan pelit-pelit kalau dupenjemi alat tulis
Dek vivi jangan terlalu banya bermain.

Budhe family

Terima kasih atas doa dan nasehat selama ini.

Sahabatku Noni dian nurul

Terima kasih telah memberikan suport dan doa. Arti persahabatan
ini memberikan warna-warni dalam hidupkun. Persahabatan ini
telah melumpuhkan egoku.....

Terimakasih sahabatku

Irma

Terimakasih atas pinjaman photonya. Kamu adalah teman baikku.
Walaupun kita bagai kucing dengan Tikus.

Ervan & Arip

Terima kasih atas semua bantuannya yang tak dapat aku hitung dengan jari pertolongan kalian sangat berarti dalam menyelesaikan laporan ini.

Kalian teman seperjuangan yang paling menyenangkan dan paling mengasyikan selama masa kuliahku

Bahrin, Yayat

Terima kasih bantuannya selama kuliah dan doanya sehingga aku dapat menyelesaikan laporan skripsi ini

Seliyana Febriyanti

Terima kasih atas telah menemaniku kemanapun untuk menyelesaikan

laporan Taku dan terimakasih telah memberikan rumah singgah sementara selama kuliah.

Dati & Tuti

Terimakasih atas pinjaman kamarnya untuk sholat dan istirahat selama aku berada di kost kalian.

Dudi, Hakim, Nining, Fachri, Ponda, Adi,

Terimakasih atas pinjaman catatan dan tugas-tugas semasa kuliah.

Kalian teman-temanku yang baik hati dan selalu kompak dalam mengikuti lintas lingkungan.

Datik, Ría, Eska

Terimakasih atas segala bantuannya selama kuliah ini.

Teman-temanku yang telah lulus:

Ririn, misyae, aldi, zaenal, luwis, rina, rini puji, okti, santi, amri, adit, agustria, anik, endah, hari, fikri, kartini, jumi, layly, datuk, m-zita, diyah, nana, siska, paisal, tifa, kalian adalah teman-teman yang tak akan bisa aku lupakan

KATA PENGANTAR



Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “*Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Sonokeling dan Tempurung Kelapa sebagai briket*” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dan sekaligus selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
3. Bapak Luqman Hakim, ST, Msi, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Bapak Bapak Hudori, ST dan Bapak Andik Yulianto, ST yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan kepada saya.
6. Mas Agus, Pak Sam, Mas Tasyono yang telah banyak membantu saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan ridho dari Allah SWT. Akhir kata saya berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالرَّحْمَةُ لِلَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, MEI 2006

Penyusun

ASTI DWININGSIH

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
KATAPENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAKSI	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.1. Perumusan Masalah	3
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2. 1. Pengolahan Limbah Padat	6
2.1.1. Proses Terjadinya.....	6
2.1.2. Sifat Limbah Padat.....	6

2.1.3. Jenis Limbah Padat.....	7
2.1.4. Karakteristik Limbah padat.....	8
2. 2. Karakteristik Pohon Kelapa.....	10
2. 3. Karakteristik Kayu Sonokeling.....	11
2. 4. Penanganan Limbah Padat.....	13
2.4.1. Arang Serbuk dan Arang bongkah.....	13
2.4.2. Arang Aktif.....	15
2.4.3. Briket Arang.....	16
2.4.4. Energi.....	18
2.4.5. Soil Conditioning.....	19
2.4.6. Kompos dan arang kompos.....	20
2. 5. Arang.....	21
2.5.1 .Kayu Sebagai Bahan Baku Arang.....	21
2.5.2. Kualitas Arang.....	22
2.5.3. Penggunaan Arang.....	22
2. 6. Briket.....	23
2.6.1. Sifat Fisik dan Kimia Briket.....	24
2.6.3. Standar Kualitas Briket Arang.....	27
2. 7. Perekat Pati.....	28
2. 8. Dampak Terhadap Lingkungan.....	29
2.8.1. Pencemaran Terhadap Tanah.....	29
2.8.2. Pencemaran Terhadap Air.....	29
2.8.3. Pencemaran Terhadap Udara.....	29

2.9. Prinsip-Prinsip Penting.....	30
2.10. Hukum-Hukum dan Rumus Terkait.....	31
2.10.1. Asas Black.....	31
2.10.2. Hukum Termodinamika I.....	31
2.10.3. Hukum termodinamika II.....	32
2.10.4. Rumus standarisasi Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.....	32
2.10.5. Rumus perhitungan nilai kalor sampel briket.....	32

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Penelitian.....	34
3.2. Obyek Penelitian.....	34
3.3. Variable Yang Diteliti.....	34
3.4. Alat dan Bahan Penelitian.....	35
3.4.1. Alat yang Digunakan.....	35
3.4.2. Bahan yang Digunakan	35
3.4.3. Cara Kerja.....	35
3.5. Cara Pengumpulan Data.....	36
3.5.1. Pengumpulan Data Primer.....	36
3.5.2. Pengumpulan Data Skunder.....	37
3.6. Tahap Penelitian.....	37
3.6.1. Pengambilan Sampel.....	37
3.6.2. Kriteria Pembuatan Briket.....	37
3.6.3. Tahap Pembuatan Briket.....	39
3.7. Pemeriksaan Nilai Kalor.....	40
3.8. Pemeriksaan Kadar Abu.....	42
3.9. Rancangan Pembuatan Benda Uji.....	44

3.10. Analisa Data.....	45
3.10.1. Tahapan penelitian.....	45
3.10.2. Rumusan Perhitungan Nilai kalor Sampel.....	46
3.10.3. Perhitungan Nilai Ekonomi Komersial Briket.....	47
3.11. Rancangan Penelitian.....	48

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Dan Pembahasan.....	49
4.1.1. Lama Pengeringan Briket.	49
4.1.2. Hasil Pengujian Nilai Kalor Briket.....	51
4.1.3. Suhu dan Lama Bara Briket.....	55
4.1.4. Kadar Abu Briket.....	55
4.2. Analisa Ekonomi.....	58
4.2.1. Analisa Biaya Peralatan.....	58
4.2.2. Analisa Biaya Bahan Baku.....	58
4.2.3. Biaya operasional.....	61
4.2.4. Perkiraan Hasil Penjualan dan Keuntungan.....	62
4.2.5. Analisa Break Even Point (BEP) Atau Titik Impas.....	63
4.2.6. Perbandingan Harga Briket Dipasaran.....	64

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	65
5.2. Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA.....	67
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	69
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

	hal
Tabel 2.1 Perbandingan nilai kalor briket.....	26
Tabel 2.2 Standar kualitas briket.....	28
Tabel 3.1. Variasi komposisi briket.....	39
Tabel 4.1. Nilai kalor dari hasil pembakaran briket.....	51
Tabel 4.2. Karakteristik briket hasil rekayasa.....	57
Tabel 4.3. Biaya peralatan pembuatan briket.....	58
Tabel 4.4. Harga bahan baku briket.....	59
Tabel 4.5. Analisa biaya bahan baku per sampel briket.....	60
Tabel 4.6. Analisa biaya produksi.....	61
Tabel 4.7. Analisa total biaya pembuatan briket.....	63
Tabel 4.8. Perbandingan harga briket.....	64

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar. 3.1. Bentuk briket arang.....	38
Gambar 3.2. Prosentase bahan Baku Sampel Briket.....	39
Gambar 3.3. Sampel briket Hasil Rekayasa.....	43
Gambar 3.4. Diagram alir pembuatan briket.....	47
Gambar 3.5. Diagram rancangan penelitian.....	48
Gambar 4.1. Lama pengeringan briket	49
Gambar 4.2. Nilai kalor briket.....	50
Gambar 4.3. Perbandingan suhu dan lama bara.....	54
Gambar 4.4. Sisa kadar abu dari pembakaran briket.....	55

PEMANFAATAN SERBUK GERGAJI KAYU SONOKELING DAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BRIKET

Asti Dwiningsih

Abstraksi

Limbah serbuk gergaji kayu sonokeling yang dihasilkan oleh banyak industri, ternyata dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar briket. Pemanfaatan briket dari serbuk gergaji merupakan salah satu bentuk penanganan limbah padat untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Selain itu untuk meningkatkan nilai kalor briket serbuk gergaji ditambahkan dengan tempurung kelapa, mencari komposisi briket yang optimal dan mengkaji nilai ekonomis briket arang

Limbah padat serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa dipirolisis untuk mendapatkan arang. Kemudian pencampuran adonan dengan perekat sesuai dengan komposisi sebagai berikut briket A 90% serbuk kayu sonokeling dan 10% tempurung kelapa, B 80% dan 20%, C 70% dan 30%, D 60% dan 40% tempurung kelapa, E 50% dan 50%. Kemudian pencetakan adonan arang dan dibantu dengan alat pengepresan 30 kg/cm². Kemudian briket dikeringkan dengan oven dengan suhu 60-80%. Briket tersebut akan benar-benar kering jika ditandai dengan berat yang konstan. Selanjutnya dilakukan pengujian nilai kalor briket arang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kalor yang paling tinggi pada briket E dengan komposisi 50% serbuk kayu sonokeling dan 50% tempurung kelapa dengan nilai kalor rata-rata 7054.270 kal/gram. Suhu bara yang dihasilkan 1080^o C dengan lama bara efektif 45 menit dan menghasilkan kadar abu rata-rata 5.639 gram. Harga briket ini juga lebih murah dibanding dengan harga briket batubara.

Kata Kunci : Serbuk gergaji kayu sonokeling, tempurung kelapa, briket, nilai kalor.

SONOKELING SAWDUST WOOD EXPLOITING AND PIECE OF COCONUT SHELL AS BRIQUETTE

Asti Dwiningsih

Abstact

In the reality sawdust wood waste of sonokeling yielded by many industry, can be exploited upon which burn briquette. Exploiting briquette of sawdust represent one of the solid the settlement of disposal form to lessen impact contamination of environment. Besides to increase assess sawdust briquette calor enhanced with piece of coconut shell., searching optimal composition briquette and value economic study of charcoal briquette.

Solid waste of sonokeling wood powder and pirolisis piece of coconut shell to get charcoal. Then mixing of dough with glue as according to the following composition of briquette A 90% sonokeling wood powder and 10% piece of coconut shell , B 80% and 20%, C 70% and 30%, D 60% and 40% piece of coconut shell , E 50% and 50%. And then molding of charcoal dough and auxiliary by pressing 30 kg / cm². Then briquette dried with oven at temperature 60°C. The briquette will be bone dry if marked[by constant weighing. Is here in after conducted examination of calor value charcoal briquette.

The showing result of research that calor of value highest at briquette of E with composition 50% of sonokeling wood powder and 50% piece of coconut shell with average, calor value is 7054.270 kal / gram. The temperature of yielded embers is 1080°C with long of duration effective embers is 45 minute and average, yield dusty rate is 5.639 gram. The briquette price is cheaper than the coal briquette.

Keyword: Sawdust wood waste of sonokeling , coconut shell, briquette, assess kalor.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sebagian besar pemenuhan kebutuhan energi untuk saat ini diperoleh melalui pemanfaatan sumber bahan bakar fosil. Konsumsi minyak mentah dunia sepanjang tahun 2003 adalah 78.112 ribu ton perbarek pertahun.

Jumlah minyak bumi yang semakin menipis serta laju pemakaian yang semakin meningkat menuntut dilaksanakan upaya penghematan terhadap penggunaannya. Fenomena tersebut harus memaksa mencari sumber energi yang lain yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif untuk menyediakan energi yang dibutuhkan. Salah satu usaha yang dilakukan antara lain memanfaatkan bahan bakar kayu dan atau bahan bakar briket arang. Bahan baku utama pembuatan briket adalah kayu. Seiring dengan perkembangan zaman, pemilihan kayu cenderung digunakan untuk keperluan lain yang mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi dibanding dengan briket arang. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pemilihan bahan baku alternatif yang jumlahnya melimpah dan mempunyai sifat yang sama dengan kayu.

Bahan briket arang dibuat dari serbuk kayu sonokeling, dalam hal ini pemilihan kayu sangat penting guna untuk meningkatkan kalor. Kayu sonokeling mempunyai bererapa keunggulan yaitu laju pertumbuhan cepat, mudah didapat,

mudah diolah. Dalam pembuatan briket arana harus dilihat dari segi modifikasi komposisi dan segi benruk briket arang itu sendiri.

Banyak industri menggunakan kayu sonokeling sebagai bahan bakunya, yang mengakibatkan limbah sisa pengolahan kayu sonokeling dengan mudah didapat dan dalam jumlah yang cukup banyak. Limbah kayu sonokeling tersebut selama ini dibiarkan menumpuk, menimbun dan dibakar sehingga mengganggu lingkungan. Akan tetapi limbah kayu sonokeling yang berupa serbuk ini kurang baik untuk pembuatan briket arang. Oleh karena itu untuk meningkatkan kualitas briket arang perlu dicampurkan dengan serbuk yang lain, misalnya tempurung kelapa.

Luas areal tanaman kelapa di Indonesia cukup melimpah pada tahun 1999 tercatat seluas 3712 juta ha, yang didominasi oleh perkebunan rakyat sekitar 96,6% dan sisanya adalah perusahaan perkebunan besar. Dari jumlah luas area tanaman tersebut maka akan menghasilkan total 14 milyar butir kelapa dan setiap tahunnya akan menghasilkan 5,6 juta ton butir kelapa. Dari rata-rata berat tempurung kelapa yang mencapai 17 % dari berat buah kelapa, berarti akan menghasilkan kurang lebih 952 ribu ton tempurung kelapa pertahunnya. Mengingat persediaan yang cukup banyak maka dilakukan pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan tambahan pembuatan briket arang dari kayu sonokeling. Tempurung kelapa ini mempunyai nilai kalor yang bagus yaitu sekitar 3195 kal/gram (Atje dkk, 1963).

Dalam penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah serbuk kayu sonokeling sisa produksi *home industri* di daerah Kalasan dan Prambanan,

Sleman, Yogyakarta. Dan bahan baku tempurung kelapa berasal dari sisa produksi *home industri* di daerah Wirobrajan, Yogyakarta. Dari Bahan baku diatas dapat dihasilkan bahan bakar yang mudah didapat dan dari segi lingkungan dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

I.2 Perumusan Masalah

Untuk memberikan uraian yang jelas, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Komposisi manakah yang paling optimal diantara perbandingan serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa dan berapa nilai kalornya?
2. Apakah briket arang mempunyai nilai ekonomis?

I.3 Tujuan

Pada kegiatan penelitian ini, maka tujuan penelitian yang diinginkan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui komposisi briket yang optimal.
2. Mangetahui nilai kalor dari campuran serbuk kayu sonokeling dengan tempurung kelapa.
3. Mengakaji nilai ekonomis briket arang.

I.4 Manfaat

Diharapkan dengan penelitian ini, diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan suatu manfaat pemecahan kebutuhan energi yang selama ini dipenuhi dengan minyak bumi briket batubara dan kayu.
2. Memberi masukan bagi masyarakat bagaimana cara penanganan dan pemanfaatan limbah padat dari serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa menghasilkan sumber energi panas.
3. Sebagai upaya pengendalian, penanganan terhadap limbah padat yang berasal dari kegiatan domestik masyarakat untuk mengurangi beban pencemaran terhadap lingkungan.

I.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi kajian dan batasannya, maka penelitian ini dikhususkan membahas mengenai:

1. Menguji nilai kalor dari briket yang berasal dari serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa.
2. Lama pengeringan pada pembuatan briket ini adalah 6-8 jam dengan suhu 60°C.
3. Pengujian suhu bara dan lama pembakaran yang dihasilkan.
4. Komposisi briket serbuk kayu sonokeling dengan tempurung kelapa adalah briket A 90% serbuk kayu sonokeling dan 10% tempurung kelapa, briket B 80% dan 20%, briket C 70% dan 30%, briket D 60% dan 40%, briket E 50% dan 50%.

5. Pengujian nilai ekonomis briket meliputi: analisa biaya peralatan, analisa biaya bahan baku briket, biaya operasional, perkiraan hasil penjualan dan keuntungan, dan analisa break event point (BEP) atau titik impas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Limbah Padat

Macam-macam pengolahan limbah padat dapat didasarkan pada beberapa kriteria, yaitu didasarkan pada proses terjadinya, sifat, jenis, karakteristik dari limbah padat tersebut. Penggolongan limbah padat tersebut perlu diketahui sebagai dasar dalam penanganan serta pemanfaatan dari limbah padat tersebut.

2.1.1 Proses Terjadinya

Dari proses terjadinya limbah padat dibedakan sebagai berikut :

1. Limbah padat alami

Adalah limbah padat yang berasal dari proses alami.

2. Limbah padat non alami

Adalah limbah padat yang berasal dari segala aktivitas hidup manusia.

2.1.2 Sifat Limbah Padat

Menurut Ircham (1992) Berdasarkan sifatnya limbah padat dapat digolongkan menjadi :

1. Limbah padat organik

Limbah padat organik adalah limbah padat yang mengandung senyawa-senyawa organik, yang tersusun dari unsure karbon,

hydrogen dan oksigen. Limbah padat organik ini mudah untuk diuraikan oleh mikroba, contoh: daun-daun, kayu, sisa sayur, kardus.

2. Limbah padat anorganik

Limbah padat anorganik adalah limbah padat yang sukar untuk diuraikan oleh mikroba, contoh: plastik, kaleng, besi, gelas, dan logam.

2.1.3. Jenis Limbah Padat

Berdasarkan jenisnya limbah padat menurut (Ircham, 1992), dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Bisa tidaknya dibakar

a. Limbah padat mudah terbakar

Contoh: kertas, karet, kayu, plastic.

b. Limbah padat sukar terbakar

Contoh: sisa potongan besi, kaleng, pecahan kaca, logam.

2. Bisa tidaknya membusuk

a. Limbah padat mudah membusuk

Contoh: sisa makanan, sisa daun-daunan, potongan daging, sisa buah-buahan serta sobek-sobekan yertas.

b. Limbah padat sumbu membusuk

Contoh: plastik, kaleng, pecahan kaca, karet, besi.

2.1.4. Karakteristik Limbah Padat

Menurut Irham (1992), limbah padat berdasarkan karakteristiknya dapat digolongkan sebagai:

1. *Garbage*

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari rumah tangga, hotel dan restoran.

2. *Rubis*

Merupakan limbah padat yang dapat dibakar seperti kertas, kayu dan limbah padat yang sumbu terbakar seperti kaca, kaleng.

3. *Ashes*

Merupakan limbah padat hasil dari pembakaran industri maupun rumah tangga dalam bentuk abu.

4. *Street Sweeping*

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembersihan jalan, terdiri dari daun-daunan, kertas, kotoran, plastik.

5. *Deat Animal*

yaitu limbah padat yang berasal dari bangkai binatang yang mati.

6. *Abandoned vehicles*

Yaitu limbah padat yang berasal dari bangkai mobil maupun motor bekas, becak, sepeda.

7. Limbah padat industri

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari berbagai jenis industri diantaranya industri cat, industri gula, industri makanan.

8. Limbah padat khusus

Merupakan limbah padat yang mengandung van berbahaya beracun seperti limbah padat radioaktif.

Menurut Ircham (1992), penanganan limbah padat dapat dilakukan melalui proses penanganan sebagai berikut:

1. *Open Dumping* (Pembuangan Terbuka)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembuangan pada tempat pembuangan akhir secara terbuka.

2. *Reuse* (Pakai Ulang)

Merupakan penanganan limbah padat melalui penggunaan kembali seperti: penggunaan botol minuman.

3. *Recycling* (Daur Ulang)

Merupakan penanganan limbah padat melalui proses pemanfaatan kembali.

4. *Composting* (Pembuatan Pupuk)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembuatan pupuk dari limbah padat tersebut.

5. *Incenerator* (Bakar Teknis)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembakaran menggunakan peralatan dan teknis khusus.

6. *Blocking* (Pemadatan)

Merupakan penanganan limbah padat melalui proses pemadatan dilakukan untuk memperkecil volume limbah tersebut.

7. *Sanitary Landfill* (Pendam Urug Berlapis)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pemendamam pada areal tertentu.

2.2 Karakteristik Pohon Kelapa

1. Nomenklatur.

Kelapa yang nama latin *cocos nucifera*.

2. Sifat tumbuhan dan penyebarannya

Tanah yang berpori dan kaya akan humus meruakan kepentingan primer bagi berhasilnya tanaman kelapa. Suatu tegakan yang rapat tidak banyak pengaruhnya. Dapat berhasil di daerah dataran rendah, di Jawa tanaman kelapa dapat tumbuh 1500-2000 kaki, tanaman kelapa mulai jarang ditemui pada ketinggian 3000 kaki dan tidak dapat tumbuh lagi.

3. Sifat morfologis

Van Steenis mengklasifikasikan tanaman kelapa sebagai tanaman berkaping satu, Family *palmae*, genus *kokos*, dengan nama spesies *cocos nuciferal*. Pohon kelapa merupakan yang berbatang lurus dengan tinggi yang bisa mencapai 30 meter. Kelapa merupakan tanaman yang serbaguna dan mudah dikenal. Bagian tanaman ini yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah buanya (Heyne, 1987).

4. Sifat kayu

Sifat kayu kelapa yang berupa yang berupa sifat fisik adalah berat jenis pada bagian inti (*core zone*) 0.260 sub dermal zone (*mixed zone*) 0.42

dan dermal zone 0,590. Beberapa sifat kimia kayu kelapa adalah sebagai berikut kadar holoselulosa sekam 44%, batang 66,7%; kadar lignin sekam 29,3%; debu sekam 39,2%; batang 25%; kadar abu sekam 3,3%; debu sekam 4,9%; batang 2,8%; kadar silika sekam 0,35% dan batang 0,18 % (Van Steenis). Nilai kalor kelapa menurut Atje dkk (1963) adalah sebesar 3195 kal/gram dengan jumlah sampel uji 22 buah pada kadar air rata-rata 33%.

5. kegunaan

Kayu kelapa ini bisa dipakai untuk membuat tongkat “ pelancong dan barang” kecil. Penggunaan batang kelapa sebagai bahan konstruksi bahan bangunan pada beberapa tahun terakhir ini sangat meningkat. Akibatnya banyak pengrajin tradisional mengolah batang kelapa menjadi beberapa *sortime* yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

2.3. Karakteristik Kayu Sonokeling

1. Nomenklatur.

Nama Botanis kayu sonokeling adalah *Dalbergia lotifolia Roxb*, Famili *Papilionaceae*.

2. Sifat tumbuhan dan penyebarannya

Kayu sonokeling tumbuh di daerah dengan musim kemarau (paling tinggi 30 hari hujan dan 4 bulan terkering). Jenis ini masih bisa tumbuh dalam kondisi tanah jelek dan berbatu, pada ketinggian 0-600 meter dari permukaan laut.

2. Sifat morfologis

Kayu berbentuk bulat dan berdaun jarang, tinggi pohon sampai 43 meter, panjang batang 3-5 meter, diameter dapat mencapai 150 senti meter. Batang pada umumnya tidak lurus, kebanyakan berlekuk. Kulit luar luar berwarna putih.

4. Sifat kayu

Beberapa sifat kimia kayu sonokeling adalah sebagai berikut kadar selulosa 53,8%; Kadar lignin 27,3%; Kadar pentosan 10,1 %; Kadar abu 1,0%; Kadar silica 0,6%. Dan kelarutan Alkohol *benzena* 4,5%; Air dingin 1,8%; air panas 5,2%; NaOH 15,6%. Dan nilai kalor adalah 4567 cal/gram.

5. Kegunaan

Karena warna dan gambar yang indah, kayu sonokeling sangat disukai untuk pembuatan mebel seperti meja, kursi, almari dan lain-lain.

6. Ciri umum

Warna kayu berwarna coklat ungu tua dengan garis-garis berwarna lebih tua sampai hitam. Tekstur kayu hampir halus. Arah serat berpadu. Kesan raba adalah permukaan kayu kecil. Permukaan kayu mengkilap. Dan pada bidang radial nampak gambar indah berupa pita yang dihasilkan oleh arah serat yang berpadu dan dipertegas oleh garis warna-warna gelap.

2.4. Penanganan Limbah Padat Industri Pengolahan Kayu

Menurut Gustan Pari (2005), Tindakan penanganan terhadap limbah padat sisa proses produksi industri pengolahan kayu merupakan upaya untuk mengendalikan dan mengurangi beban pencemaran yang dapat ditimbulkan akibat dari pencemaran limbah padat sisa proses produksi pengolahan kayu terhadap lingkungan. Metode penanganan terhadap limbah padat sisa proses produksi pengolahan kayu dapat dilakukan melalui cara sebagai berikut:

2.4.1. Arang Serbuk dan Arang bongkah

Khusus untuk pembuatan arang dari serbuk gergajian kayu, teknologi yang digunakan berbeda dengan cara pembuatan arang sistem timbun dan kiln bata. Teknologi yang digunakan dalam proses pembuatan arang dari serbuk gergaji kayu ini adalah dengan menggunakan drum yang dimodifikasi dan dilengkapi dengan lubang udara di sekeliling badan drum dan cerobong asap dibagian tengah badan drum. Rendemen arang serbuk gergaji yang dihasilkan dengan cara ini sebesar 15 – 20 %. Kadar karbon terikat sebesar 50 – 72 kal/gram dan nilai kalor arang antara 5800 – 6300 kal/gram. Mengingat cara ini kurang efektif bila ditinjau dari lamanya proses pembuatan arang serbuk yang memerlukan waktu lebih dari 10 jam dengan hasil yang tidak terlalu banyak, maka dibuat teknologi baru untuk mengatasi kekurangan cara drum tersebut. Teknologi ini dirancang dengan konstruksi yang terbuat dari plat besi siku yang dapat dibongkar pasang (sistem baut) dan ditutup dengan lembaran seng yang juga menggunakan sistem baut. Dalam satu hari (9 jam) dapat mengarangkan

serbuk sebanyak 150 – 200 kg yang menghasilkan rendemen arang antara 20 – 24 %. Kadar air 3,49 %, kadar abu 5,19 %, kadar zat terbang 28,93 % dan kadar karbon sebesar 65,88 %. Arang serbuk gergaji yang dihasilkan dapat dibuat atau diolah lebih lanjut menjadi briket arang, arang aktif, dan sebagai media semai tanaman. Biaya untuk membuat kiln semi kontinyu ini adalah sebesar Rp. 2000.000,00.

Untuk limbah sabetan dan potongan ujung dapat dibuat arang dengan menggunakan tungku kubah yang terbuat dari batu bata yang dipelester dengan tanah liat dan dilengkapi dengan alat penampung atau mendinginkan asap yang keluar dari cerobong sehingga didapatkan cairan ter dan destilat yang dapat diaplikasikan lebih lanjut. Di Thailand cairan wood vinegar ini merupakan produk utama dalam hal pembuatan arang yang sebelumnya merupakan produk samping karena harga jualnya tinggi yaitu sebesar 50 Bath/L sedangkan untuk arangnya hanya berharga 4 Bath/kg. Dari kapasitas tungku sebesar 4,5 ton dihasilkan cairan destilat sebanyak 150 liter dan arang sebanyak 800 kg (Sujarwo, 2000). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati (2000) menunjukkan bahwa tungku dengan kapasitas 445 kg menghasilkan arang sebanyak 60,6 kg dan cairan destilat 75,5 kg. Adapun biaya pembuatan tungku bata yang dipelester dengan tanah liat yang dilengkapi dengan alat proses pendinginan sebesar Rp. 4000.000 (Nurhayati, 2000).

2.4.2. Arang aktif

Arang aktif adalah arang yang diolah lebih lanjut pada suhu tinggi sehingga pori-porinya terbuka dan dapat digunakan sebagai bahan adsorben. Proses yang digunakan sebagian besar menggunakan cara kimia di mana bahan baku direndam dalam larutan, CaCl_2 , MgCl_2 , ZnCl_2 selanjutnya dipanaskan dengan jalan dibakar pada suhu 500°C . Hasilnya menunjukkan bahwa kualitas arang aktif dalam hal ini besarnya daya serap terhadap yodium memenuhi standar SII karena daya serapnya lebih dari 20 %. Sesuai dengan perkembangan teknologi dan persyaratan standar yang makin ketat serta isu lingkungan, teknologi ini sudah tidak memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut terutama untuk pemakaian bahan pengaktif ZnCl_2 yang dapat mengeluarkan gas klor pada saat aktivasi.

Mensikapi kasus tersebut di atas, telah dilakukan perbaikan teknologi pembuatan arang aktif dengan cara oksidasi gas pada suhu tinggi dan kombinasi antara cara kimia dengan menggunakan H_3PO_4 sebagai bahan pengaktif dan oksidasi gas. Hasil penelitian Pari (1996) menyimpulkan bahwa arang aktif dari serbuk gergajian sengon yang dibuat secara kimia dapat digunakan untuk menarik logam Zn, Fe, Mn, Cl, PO_4 dan SO_4 yang terdapat dalam air sumur yang terkontaminasi dan juga dapat digunakan untuk menjernihkan air limbah industri pulp kertas (Pari, 1996). Arang aktif yang diaktivasi dengan bahan pengaktif NH_4HCO_3 menghasilkan arang aktif yang memenuhi Standar Jepang dengan daya serap yodium lebih dari 1050 mg/g dan rendemen arang aktifnya sebesar 38,5 % (Pari, 1999).

Pada tahun 1986 berdiri sebuah pabrik arang aktif di Kalimantan yang membuat arang aktif dari limbah serbuk gergajian kayu dengan kapasitas produksi 3000 ton/th. Sampai sekarang terdapat dua buah pabrik pengolahan arang aktif yang menggunakan serbuk gergajian kayu sebagai bahan baku utamanya. Kualitas arang aktif yang dihasilkan memenuhi SNI karena daya serap yodiumnya lebih dari 750 mg/g, tetapi belum memenuhi standar Jepang. Harga jual arang aktif bervariasi antara Rp 6.500 – Rp 15.000/kg tergantung pada kualitas yang diinginkan. Untuk arang aktif buatan Jerman harganya mencapai Rp 65.000/0,5 kg.

2.4.3. Briket arang

Briket arang adalah arang yang diolah lebih lanjut menjadi bentuk briket (penampilan dan kemasan yang lebih menarik) yang dapat digunakan untuk keperluan energi sehari-hari. Pembuatan briket arang dari limbah industri pengolahan kayu dilakukan dengan cara penambahan perekat tapioka, di mana bahan baku diarangkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak (kempa dingin) dengan sistem hidroulik manual selanjutnya dikeringkan. Hasil penelitian Hartoyo, Ando dan Roliadi (1978) menyimpulkan bahwa kualitas briket arang yang dihasilkan setaraf dengan briket arang buatan Inggris dan memenuhi persyaratan yang berlaku di Jepang karena menghasilkan kadar abu dan zat mudah menguap yang rendah serta tingginya kadar karbon terikat dan nilai kalor. Selain itu hasil penelitian Sudrajat (1983) yang membuat briket arang dari 8 jenis kayu dengan perekat campuran pati dan molase menyimpulkan bahwa

makin tinggi berat jenis kayu, karapatan briket arangnya makin tinggi pula. Kerapatan yang dihasilkan antara $0,45 - 1,03 \text{ g/cm}^3$ dan nilai kalor antara $7290 - 7456 \text{ kal/g}$.

Pembuatan briket arang yang dilakukan sekarang adalah bahan baku yang digunakan adalah sudah langsung dalam bentuk arang serbuk sehingga proses penggilingan dan pengayakan bahan baku yang dilakukan sebelumnya dapat dihilangkan. Proses selanjutnya adalah penambahan perekat tapioka dan pengepresan seperti pembuatan briket arang sebelumnya. Untuk membuat alat cetak briket sistem manual hidroulik dengan jumlah lubang 24 buah diperlukan biaya Rp 18.000.000,-

Pada tahun 1990 berdiri pabrik briket arang tanpa perekat di Jawa Barat dan Jawa Timur yang menggunakan serbuk gergajian kayu sebagai bahan baku utamanya. Proses pembuatan briket arangnya berbeda dengan cara yang disebutkan di atas. Bahan baku serbuk gergajian kayu dikeringkan selanjutnya dibuat briket kayu dengan sistem ulir berputar dan berjalan sambil dipanaskan kemudian diarangkan dalam kiln bata.

Apabila briket arang dari serbuk gergajian ini dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif baik sebagai pengganti minyak tanah maupun kayu bakar maka akan dapat terselamatkan CO_2 sebanyak 3,5 juta ton untuk Indonesia, sedangkan untuk dunia karena kebutuhan kayu bakar dan arang untuk tahun 2000 diperkirakan sebanyak $1,70 \times 10^9 \text{ m}^3$ (Moreira (1997) maka jumlah CO_2 yang dapat dicegah pelepasannya sebanyak $6,07 \times 10^9 \text{ ton CO}_2/\text{th}$.

2.4.4. Energi.

Jenis limbah yang digunakan sebagai sumber energi dapat berupa potongan ujung, sisa pemotongan kupasan, serutan dan seruk gergajian kayu yang kesemuanya digunakan untuk memanaskan ketel uap. Pada industri kayu lapis keperluan pemakaian bahan bakar untuk ketel uap sebesar 19,7 % atau 40 % dari total limbah yang dihasilkan.

Untuk industri pengeringan papan skala industri kecil proses pengeringannya dilakukan secara langsung dengan membakar limbah sebetan atau potongan ujung, panas yang dihasilkan dengan bantuan blower dialirkan ke dalam suatu ruangan yang berisi papan yang akan dikeringkan. Hasil penelitian Nurhayati (1991) menyimpulkan bahwa untuk mengeringkan papan sengon sebanyak 10260 kg berat basah pada kadar air 161,04 % menjadi 5220 kg papan pada kadar air 6,58 % selama 6 hari menghabiskan limbah sebanyak 3433 kg. Teknologi lainnya adalah proses konversi kayu menjadi bahan bakar melalui proses gasifikasi. Hasil penelitian Nurhayati dan Hartoyo (1992) menyimpulkan bahwa limbah kayu kamper dapat dikonversi menjadi bahan bakar dengan sistem gasifikasi fluidized bed yang menghasilkan nilai kalor gas sebesar $7,106 \text{ MJ/m}^3$ dengan komposisi gas $\text{H}_2 = 5,6 \%$; $\text{CO} = 11,77 \%$, $\text{CH}_4 = 3,99 \%$; $\text{C}_2\text{H}_4 = 4,34 \%$, $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,21 \%$, $\text{N}_2 = 57,69 \%$ $\text{O}_2 = 0,40 \%$ dan $\text{CO}_2 = 15,71 \%$.

2.4.5. Soil conditioning

Penggunaan arang baik yang berasal dari limbah eksploitasi maupun yang berasal dari industri pengolahan kayu untuk soil conditioning, merupakan salah

satu alternatif pemanfaatan arang selain sebagai sumber energi. Secara morfologis arang memiliki pori yang efektif untuk mengikat dan menyimpan hara tanah. Oleh sebab itu aplikasi arang pada lahan-lahan terutama lahan miskin hara dapat membangun dan meningkatkan kesuburan tanah, karena dapat meningkatkan beberapa fungsi antara lain: sirkulasi udara dan air tanah, Ph tanah, merangsang pembentukan spora endo dan ektomikoriza, dan menyerap kelebihan CO₂ tanah. Sehingga dapat meningkatkan produktifitas lahan dan hutan tanaman.

Hasil penelitian pendahuluan Gusmailina *et. Al.* (1999), menunjukkan bahwa pemberian arang dan arang aktif bambu sebagai campuran media tanam dapat meningkatkan persentase pertumbuhan baik pada tingkat semai maupun anakan (seedling) dari *Eucalyptus urophylla*. Pemberian arang serbuk gergaji dan arang sarasah dapat meningkatkan pertumbuhan anakan *Acacia mangium* dan *Eucalyptus citriodora* lebih dari 30 % dibanding tanpa pemberian arang, begitu juga pemberian arang di lapangan dapat meningkatkan diameter batang tanaman *E. Urophylla*. Sedangkan untuk tanaman pertanian seperti cabe (*Capsicum annum*) penambahan arang bambu sebanyak 5 % dan arang sekam sebanyak 10 % dapat meningkatkan persentasi pertumbuhan tinggi tanaman menjadi 11 %. Namun demikian akan lebih baik bila pada waktu penanaman, arang yang ditambahkan dicampur dengan kompos. Hasil sementara menunjukkan dengan penambahan arang serbuk gergajian kayu dan kompos serbuk menghasilkan diameter pohon yang lebih besar (7,9 cm) dibanding tanpa pemberian kompos.

2.4.6. Kompos dan Arang Kompos

Serbuk gergaji merupakan salah satu jenis limbah industri pengolahan kayu gergajian. Alternatif pemanfaatan dapat dijadikan kompos untuk pupuk tanaman. Hasil penelitian Komarayati (1996) menunjukkan bahwa pembuatan kompos serbuk gergaji kayu tusam (*Pinus merkusii*) dan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea braziliensis*) dengan menggunakan activator EM4 dan pupuk kandang menghasilkan kompos dengan nisbah C/N 19,94 dan rendemen 85 % dalam waktu 4 bulan. Selain itu Pasaribu (1987) juga memanfaatkan serbuk gergaji sengon (*Paraserianthes falcataria*) sebagai bahan baku untuk kompos. Kompos yang dihasilkan mempunyai nisbah C/N 46,91 dengan rendemen 90 % dalam waktu 35 hari. Hasil penelitian pemberian kompos serbuk dan sarasah pohon karet dapat meningkatkan pertumbuhan *Eucalyptus urophylla* 40-50 % dalam waktu 5 bulan dibanding tanpa pemberian kompos.

Penelitian dengan menggunakan residu fermentasi padat anaerobik dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter anakan *Eucalyptus urophylla* sampai 11,65 cm dan 1,24 cm (Gusmailina *et al*, 1990) sedangkan untuk anakan *Paraserianthes falcataria* sebesar 9,33 cm dan 0,11 cm (Komarayati *et al*, 1992 dan Komarayati, 1993).

2.5. Arang

2.5.1. Kayu Sebagai Bahan Baku Arang.

Untuk produksi arang diperlukan kayu yang memenuhi kualitas tertentu. Jenis kayu yang mempunyai daun lebar mempunyai berat jenis, kepadatan dan kerapatan yang tinggi, lebih disukai karena dapat menghasilkan arang yang bagus.

Kayu keras lebih baik dari pada kayu yang lunak, bagian batang lebih baik dari pada bagian cabang, karena pada sebagian susunannya radium dan kayu global. Kayu kering lebih di sukai dari pada kayu basah karena kayu basah memerlukan bahan baku yang lebih banyak dan waktu pengolahan lebih lama.

Kayu yang sering digunakan untuk pembuatan arang pada umumnya mempunyai berat jenis kering udara 0,6-0,7 dengan kadar air 30-40 dan diameter 10-20cm. Kayu yang mempunyai berat jenis yang lebih besar dari 0,6 memerlukan waktu pengolahan yang lebih lama di bandingkan dengan berat jenis kayu yang lebih rendah (Kuriyana, 1974).

Arang kayu adalah residu yang sebagian besar komponennya adalah karbon. Dan terjadi akibat penguraian kayu akibat perlakuan panas. Peristiwa ini terjadi pada pemanasan kayu langsung dan tak langsung klin, retor, tanur tanpa atau dengan udara terbatas. Pada proses peruraian kayu ini selain arang dapat di hasilkan yaitu solestiat dan gas. Produk yang memunyai kayu komersil terutama adalah arang disamping ter kayu, kreosol, methol dan asam-asam kayu. Ditinjau dari proses pemurnian kayu hasil yang di peroleh dapat dibedakan beberapa istilah karbonisasi, destilasi kering, destilasi destriktif, peruraian panas dan pirolisa.(Hartoyo dan Nurhayati, 1976)

2.5.2 Kualitas Arang.

Faktor yang mempengaruhi kualitas arang antara lain adalah jenis kayu, cara dan proses pengolahan. Kualitas tersebut umumnya ditentukan berdasarkan komposisi kimia, sifat fisik dan dibedakan menurut kegunaannya.

Menurut Wardi (1969) dalam Hartoyo (1978) arang kayu yang baik untuk bahan bakar mempunyai sifat sebagai berikut:

1. Warna hitam dengan nyala kebiru-biruan.
2. Mengkilap pada pecahan.
3. Tidak mengotori pada tangan.
4. Terbakar tanpa asap.
5. Dapat menyala terus tanpa dikipas.
6. Tidak terlalu cepat terbakar.
7. Berdenting seperti logam.

2.5.3. Penggunaan arang

Arang kayu dapat digunakan sebagai bahan baku atau bahan penolong dalam industri kayu misalnya industri makanan kimia, logam, testil dan lain-lain.

Beglinger (1970) dalam Hartoyo dan Nurhayati (1976) mengelompokan arang kayu berdasarkan kegunaanya sebagai berikut :

1. Keperluan rumah tangga dan bahan bakar khususnya binatu, tunggku, peleburan timah dan timbel.

2. Keperluan metalurgi, seperti industri aluminium, pelat baja, penyepuhan, kobalt, tembaga, nikel, besi kasar, serbuk besi dan lain-lain.
3. Dalam industri seperti karbon aktif, karbon monoksida, elektroda glass, dan campuran resin.

Akiroito (1970) dalam Hartoyo dan Nurhayati (1976) membedakan tiga jenis arang. Arang hitam dalah suhu biji karbonisasi 400-700°C, arang putih suhu karbon diatas 700°C dan serbuk arang. Arang hitam digunakan dalam mengolah besi, silikon, titanium, magnesium, karbon aktif dan serbuk hitam. Arang putih digunakan dalam pembuatan karbon bisulfida, natrium sulfida. Serbuk arang digunakan dalam pembuatan briket dan karbon aktif.

2.6. Briket

Briket arang adalah arang kayu yang diubah bentuk dan ukurannya dengan cara mengepres campuran serbuk arang dan bahan perekat.

Pembuatan Briket arang dapat memberikan keuntungan , antara lain arang dapat ditingkatkan sehingga menjadi volume, bentuk dan ukuran dapat di sesuiakan dengan keperluan, tidak kotor, mudah diangkat dan praktis untuk digunakan sebagai bahan bakar dalam rumah tangga.

Ada 4 cara pembuatan briket, yaitu sebagai berikut:

1. Pengempaan grajen menjadi briket, disusul karbonisasi pada tekanan sedang.
2. Pengempaan dan karbonisasi dilakukan secara serentak.

3. Pengempaan campuran arang, grajen dan perekat menjadi briket, disusul dengan karbonisasi.
4. Pengempaan campuran arang dan bahan perekat menjadi briket, disusul dengan pengeringan, kadang-kadang dikarbonisasi kembali.

Hartoyo(1978) Pembuatan briket dapat memberikan beberapa keuntungan, antara:

1. Dapat ditingkatkan kerapatannya sehingga tidak memakan ruang dalam pemanfaatannya.
2. Bentuk dan ukuran dapat disesuaikan dengan keperluan.
3. Tidak kotor.
4. Mudah diangkat dan praktis sebagai bahan bakar rumah tangga.

Menurut Anthony (1989) Dari segi lingkungan, keuntungan yang dipetik dari penanganan limbah padat dengan pembuatan briket adalah:

1. Dapat membantu pengendalian pencemaran akibat pembuangan limbah padat dari industri penggergajian atau industri lain secara langsung ke lingkungan.
2. Nilai kalor yang dihasilkan briket cukup tinggi.
3. Merupakan penerapan teknologi biaya dan teknologi peduli lingkungan.

2.6.1. Sifat Fisik Dan Kimia Briket

1. Kadar Air

Kadar air didefinisikan sebagai berat air yang dinyatakan dalam % berat kayu.

Informasi tentang kadar air dalam kayu dan arang sangat penting diketahui,

karena hal ini akan berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai kalor yang dihasilkan.

2. Berat jenis

Kerapatan didefinisikan sebagai massa atau besar per satuan volume, sedangkan berat jenis didefinisikan sebagai perbandingan antara kerapatan kayu atas dasar berat kering tanur dan volume pada kandungan air yang telah ditentukan dengan kerapatan air pada 40% (haygreen dan Bowyer 1996) perhitungan berat jenis banyak disederhanakan 1cm^3 beratnya 19 berat jenis dapat dihitung secara langsung dengan membagi berat dalam gram dan volume dalam cm. Berat jenis kayu sangat berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, zat mudah terbang, karbon terikat dan nilai kalor briket arang. Dalam kesimpulannya dikemukakan bahwa arang dari kayu yang berkerapatan tinggi menunjukkan nilai kerapatan, ketegahan tekan, kadar abu, kadar terikat dan nilai kalor yang lebih tinggi dibanding dengan briket yang berkerapatan rendah. (Sudrajat, 1983)

3. Nilai Kalor

Syachri (1983) mendefinisikan nilai kalor sebagai jumlah satuan panas yang dihasilkan persatuan bobot dari proses pembakaran cukup oksigen dari suatu bahan yang mudah terbakar. Nilai kalor biasanya berhubungan dengan benda sebagai penghantar panas dinyatakan sebagai satuan *Britis Thermal Unit (BTU)* atau kalori. Nilai Kalor yang dihasilkan oleh kayu akan memberikan nilai yang berbeda untuk masing-masing jenis kayu.

Tabel 2.1. Perbandingan nilai kalor briket

No	Bahan Briket	Kandungan energi
1	blotong	3523*
3	Jati	6975*
4	Glugu	5428*
5	Sukun	6234*
6	Fases sapi	4500*
7	Serpihan Kertas	6670**

*Sumber : majalah Energi edisi November 2000.

**Sumber : Muhammad Khanafi, (2004).

4. Kadar Abu

Salah satu bagian kayu yang ada dalam sisa pembakaran adalah abu yang merupakan mineral . Abu biasanya terdiri dari unsur Ca, K dan Mg yang terdapat dalam bentuk karbonat (Afianto 1994). Abu terdiri dari bahan mineral seperti lempung, *silika*, *kalsium* serta *magnesium oksida*. (Anonimus, 1985)

5. Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap dalam arang merupakan salah satu petunjuk untuk menentukan kualitas arang. Zat mudah menguap briket arang bukan merupakan komponen penyusun arang tetapi merupakan hasil dekomposisi zat-zat penyusun arang akibat proses pemanasan (Perry dan Chilton, 1973)

Berdasarkan zat mudah menguap dalam arang berbanding terbalik dengan kadar *karbon* terikatnya, di mana kadar zat mudah menguap yang tinggi akan mengakibatkan kadar karbon terikatnya menjadi semakin rendah. Kadar zat mudah menguap dalam arang dapat dihitung dengan menguapkan semua zat-zat menguap dalam arang selain air.

6. Karbon Terikat

Djarmiko dkk (1981) mendefinisikan karbon terikat sebagai fraksi karbon dalam arang selain fraksi abu, air dan zat mudah menguap. Karbon terikat dalam suatu arang mempunyai peranan yang cukup penting untuk menentukan kualitas arang karena karbon terikat dalam arang akan mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan, semakin tinggi karbon terikat dalam suatu arang maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan karena pada proses pembakaran setiap ada reaksi oksidasi akan menghasilkan panas. Besarnya kadar karbon terikat dalam arang mempunyai hubungan terbalik dengan besarnya kadar zat mudah menguap, semakin besar kadar zat mudah menguap maka kadar karbon terikat menjadi semakin rendah. Djarmiko dkk (1981) menyebutkan bahwa arang yang bermutu baik adalah arang yang mempunyai nilai kalor dan kadar karbon terikat tinggi tetapi mempunyai kadar abu yang rendah.

2.6.2. Standar Kualitas Briket Arang

Negara-negara tujuan ekspor utama arang Indonesia adalah Jepang, Korea Selatan, Taiwan, Malaysia, Norwegia, Inggris, Prancis, Jerman, RRC, Unit Emirat Arab dan Srilangka. Pada tahun 2000, volume ekspor ke Jepang mencapai 16,5 ton dengan nilai 2.73 juta dolar. Sedangkan volume ekspor ke Inggris mencapai 136.9 ton dengan nilai 74 ribu juta dolar. Menurut Data mengenai negara-negara tujuan ekspor utama arang dimana dua diantaranya adalah Jepang dan Inggris, maka berikut ini diberikan standar kualitas briket arang menurut standar Jepang dan Inggris :

Tabel 2.2. Standar Kualitas Briket Arang

Parameter Kualitas	Standar Jepang	Standar Inggris
Nilai Kalor (kal/gr)	6000-7000	7289
Kadar Air (%)	6	3.39
Kadar Abu (%)	3-6	8.26
Berat Jenis	1-1.2	-
Kadar Karbon Terikat (%)	60-80	75,33
Kadar Zat Mudah menguap	15-30	16,41

Sumber : Hartoyo, dkk (1978)

2.7. Perekat Pati.

Perekat pati dapat di kelompokkan sebagai perekat alam dengan perekat dasar *karbohidrat* susunan pati ini dapat ditelusuri pada komponen yang berbeda dan polimer glukosa yang pertama yang disebut amilosa.(Prayitno, 1995)

Penggunaan perekat pati ini memiliki beberapa keuntungan antara lain: harga murah, mudah pemakaiannya, dapat menghasilkan kekuatan rekat yang tinggi. Selain itu perekat ini juga mempunyai kelemahan seperti: ketahanan terhadap air yang rendah untuk perekat awal sehingga bersifat sementara (dalam kayu lapis) mudah diserang jamur, bakteri dan binatang pemakan pati.(Prayitno, 1995).

2.8 Dampak Terhadap Lingkungan

Dampak yang dapat timbul dari pembuangan limbah padat industri pengolahan kayu secara langsung ke dalam lingkungan adalah pencemaran terhadap tanah, air dan udara. Dengan adanya pencemaran terhadap air, tanah dan udara menyebabkan turunnya kualitas lingkungan. Sehingga diperlukan penanganan

yang tepat untuk dapat mengendalikan pencemaran yang disebabkan oleh limbah padat industri pengolahan kayu adalah sebagai berikut :

2.8.1 Pencemaran Terhadap Tanah

Pembuangan limbah padat sisa produksi pengolahan kayu langsung ke lahan yang terbuka akan menyebabkan menumpuknya limbah padat industri pengolahan kayu dan menimbulkan panas dan pada akhirnya dapat mengakibatkan kerusakan permukaan tanah serta tekstur tanah. Hal ini dapat menyebabkan tanah tidak dapat memberikan manfaat yang sesuai dengan peruntukannya

2.8.2. Pencemaran Terhadap Air

Dampak pembuangan limbah padat sisa produksi pengolahan kayu dibuang langsung ke dalam perairan akan menimbulkan endapan yang menumpuk pada perairan serta menyebabkan perubahan warna pada perairan dan timbulnya bau yang cukup menyengat. Perubahan warna dan bau disebabkan adanya proses pembusukan limbah padat industri pengolahan kayu dalam perairan. Sebagai akibat dari perubahan warna perairan akan mengganggu kelangsungan proses fotosintesis tanaman dalam perairan, hal ini disebabkan terhalangnya sinar matahari untuk menembus perairan. Dampak lain adalah timbulnya endapan terlarut maupun tidak larut dapat menyebabkan pendangkalan pada perairan sehingga dapat menyebabkan terjadi banjir pada musim penghujan, adanya

perubahan warna dan bau pada perairan dapat dipergunakan sebagai indikator pencemaran yang terjadi pada perairan tersebut.

2.8.3. Pencemaran Terhadap Udara

Dampak pembuangan limbah padat sisi proses produksi industri pengolahan kayu yang langsung di bakar di areal terbuka akan menambah emisi karbon di atmosfer.

2.9. Prinsip-Prinsip Penting

1. Limbah padat yang dihasilkan oleh industri pengolahan kayu berupa serbuk gergaji kayu dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan.
2. Limbah padat industri pengolahan kayu dapat didaur ulang untuk dijadikan briket yang dapat menghasilkan sumber energi kalor melalui pembakaran briket.
3. Nilai kalor yang dihasilkan dari pembakaran briket hasil daur ulang limbah padat industri pengolahan kayu tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi kalor alternatif

2.10. Hukum-hukum dan rumus yang terkait

Nilai kalor atau panas yang dihasilkan briket dari serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa memiliki keterkaitan dengan hukum-hukum sebagai berikut :

2.10.1. Asas Black

Jika dua macam zat yang suhunya berbeda dicampurkan atau disatukan maka zat yang suhunya lebih tinggi akan melepaskan panas yang sama banyaknya dengan panas yang diserap oleh zat yang suhunya lebih rendah.

Rumusnya : $Q_p = Q_s \dots\dots\dots(1)$

dimana : $Q_p =$ panas yang dilepaskan (kalori)

$Q_s =$ panas yang diserap (kalori)

2.10.2. Hukum Thermodinamika I

Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan namun dapat diubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain.

2.10.3 Hukum Thermodinamika II

Tidak mungkin membuat mesin yang bekerja secara kontinyu mengubah seluruh kalor yang diserap menjadi mekanis tanpa ada kalor yang di buang.

Bunyiya :

“Tidak ada perubahan energi yang betul-betul memiliki efisiensi 100% (Soemarwoto, 1994)”.

2.10.4 Rumus standarisasi Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter

Dengan benzoat yang memiliki nilai kalor 6318 kalori / gram adalah :

$$W = \frac{H \cdot g}{\Delta T} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

W = energi ekivalent kalorimeter (kal/⁰C)

H = panas standart (kal/gram)

g = massa benzoat (gram)

ΔT = kenaikan temperatur (⁰C)

2.10.5. Rumus perhitungan nilai kalor sampel briket :

$$Hg = \frac{(\Delta T \times W)}{G} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

Hg = nilai kalor pembakaran sampel briket (kal/gram)

ΔT = kenaikan temperature pembakaran (⁰C)

W = energi ekivalent (kal/⁰C)

G = massa sampel briket (gram)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Penelitian

1. Untuk pengujian nilai kalor dilakukan dilaboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan Universitas Gajah Mada Jogjakarta.
2. Untuk pemeriksaan lama dan suhu bara di lakukan dilaboratorium Atom-Inti Jurusan Fisika Fakultas MIPA, UGM, Yogyakarta.

3.2. Obyek Penelitian

Yang menjadi obyek dalam penelitian ini adalah limbah dari serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa. Limbah padat tersebut ditambah dengan bahan perekat.

3.3. Variable Penelitian

Dalam penelitian ini variable yang diteliti adalah:

1. Variable penelitian adalah nilai panas.
2. Variable penelitian adalah komposisi serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa.
3. Nilai ekonomis briket yang dihasilkan.

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1. Alat yang digunakan :

1. Timbangan.
2. Pisau.
3. Sarung tangan plastik.
4. Kantong plastik atau karung.
5. Mesin tekan.
6. Alat pengukur Panas.
7. Nampan.
8. Ember.
9. Termometer.
10. Pengereng.
11. Oven pirolisis.

3.4.2. Bahan yang digunakan:

1. Serbuk gergaji Kayu Sonokeling.
2. Tempurung kelapa.
3. Perekat dari tapioka.

3.4.3 Cara kerja:

1. Limbah padat serbuk gergaji kayu seonokeling dan tempurung kelapa diambil dari tempat pembuangan

2. Serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa tersebut dikeringakan dengan panas matahari.
3. Kemudian dilakukan proses pirolisis atau pengarangan. Dalam proses pirolisis diharapkan terjadi pengarangan yang sempurna.
4. Setelah proses pirolisis selesai kemudian pencampuran arang dari serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa dengan perekat.
5. Kemudian dicetak dengan cetakan untuk menghasilkan briket.
6. Dan kemudian dilakukan pengepresan pada alat pencetak.
7. Setelah selesai keluarkan briket dari alat cetak, untuk masing-masing briket diberi tanda sesuai dengan variasi yang telah ditentukan.
8. Untuk menghilangkan air yang masih terkandung dalam briket, dipanaskan menggunakan oven 60°C - 70°C .
9. Kemudian timbang untuk mengetahui massa dan waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan briket.
10. Setelah briket kering siap digunakan untuk pembakaran dan pemeriksaan uji panas atau kalor dilaboratorium.

3.5. Cara pengumpulan data

Dalam penelitian ini menggunakan 2 cara pengumpulan data yaitu :

3.5.1. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data-data primer diperoleh melalui pengumpulan data hasil penelitian nilai kalor atau kadar panas yang dihasilkan dari pembakaran briket. Untuk pelaksanaan penelitian nilai kalor atau kadar panas yang dihasilkan dari

pembakaran briket dilakukan di Laboratorium Laboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan Universitas Gajah Mada Jogjakarta.

3.5.2. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data-data sekunder diperoleh melalui pengambilan data-data dari pustaka dari literatur yang berkaitan dengan proses pembuatan briket dari daur ulang limbah padat serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa serta penanganannya.

3.6 Tahapan Penelitian

3.6.1. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel limbah padat serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa dilakukan pada tempat penampungan limbah padat yang terdapat pada limbah padat tersebut dihasilkan.

3.6.2. Kriteria Pembuatan Briket

1. Ukuran dan Bentuk Cetakan

Ukuran cetakan dalam pembuatan serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa adalah sebagai berikut :

Diameter = 4,5 cm

Tinggi = 6,5 cm



Gambar 3.1. Bentuk briket Arang

Dasar pembuatan ukuran cetakan adalah :

- Untuk memudahkan pembuatan briket.
- Untuk memudahkan pemanfaatan briket.
- Untuk memudahkan penyimpanan briket.

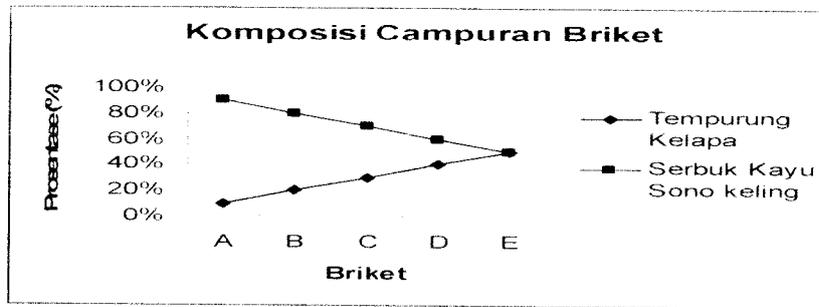
2. Prosedur Pembuatan Briket.

Prosedur pembuatan briket dari gergajian kayu dan tempurung kelapa adalah sebagai berikut :

Serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa diambil dari tempat pembuangan limbah tersebut kemudian dikeringkan secara terpisah. Setelah benar-benar kering baru dilakukan proses pirolisis . Dalam proses ini diusahakan terbentuk arang yang sempurna bukan terbentuk abu. Selanjutnya arang pirolisis ditumbuk halus secara merata, kemudian disaring untuk mendapatkan arang yang halus. Untuk tempurung kelapa perlakuannya juga sama. Kemudian bahan tersebut dicampur dengan perakat sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan. Kemudian dicetak untuk mendapatkan briket sesuai cetakan dan selanjutnya dikeringkan dengan oven.

3. Variasai Komposisi Bahan Campuran.

Komposisi campuran masing-masing bahan pembuat briket adalah sebagai berikut;Briket mempunyai berat 20 gram dengan komposisi bahan campuran sebagai berikut :



Gambar 3.1. Prosentase Bahan Baku Sampel Briket

Tabel 3.1. Variasi Komposisi Briket

Bahan	Variasi Komposisi Briket				
	A	B	C	D	E
Tempurung kelapa	10%	20%	30%	40%	50%
Serbuk gergaji kayu sonokeling	90%	80%	70%	60%	50%

3.6.2. Tahapan pembuatan briket

1. Persiapan Bahan

Tempurung kelapa

Serbuk kayu sono keling

2. Proses Pirolisis

Proses pirolisis kedua bahan tersebut.

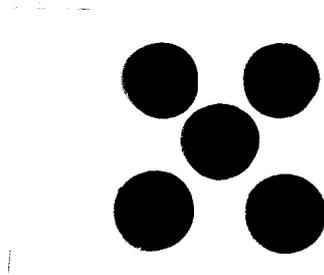
3. Proses Pencampuran Adonan

Proses pencampuran adonan sesuai dengan komposisi dengan penambahan bahan perekat.

4. Pencetakan Dan Pengepresan.

5. Proses pengeringan.

6. Briket arang hasil rekayasa.



Gambar 3.2. briket arang

3.7. Pemeriksaan Nilai Kalor

Dalam pengujian nilai kalor atau panas yang dihasilkan dari pembakaran sampel briket dari serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa adalah sebagai berikut :

Alat dan bahan

a. Alat

Alat-alat yang dipergunakan dalam pengujian nilai kalor adalah sebagai berikut:

- Vessel Bomb Kalorimeter.
- Cawan Sampel.
- Timbangan.
- Reaktor Vessel Bomb kalorimeter.
- Thermometer.
- Power Suply.

b. Bahan

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam pengujian nilai kalor adalah sebagai berikut :

- Aquadest.
- Gas Oksigen.
- Kawat Pembakaran.
- Sampel Briket.

Cara Kerja :

1. Menimbang sampel potongan briket sekitar 0,8 – 1 gram.
2. Meletakkan sample potongan briket pada cawan sample.
3. Kemudian menempatkan cawan sample pada Vessel Bomb Kalorimeter dan menghubungkan sample briket dengan kawat pembakaran.
4. Memasukkan 1 ml aquadest ke dalam Vessel Bomb Kalorimeter.
5. Menutup Vessel Bomb Kalorimeter rapat-rapat.
6. Mengisikan oksigen dengan tekanan 30 atmosfer ke dalam Vessel Bomb Kalorimeter melalui lubang udara.
7. Memasukkan aquadest ke dalam Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter sebanyak 2000 ml.
8. Memasukkan Vessel Bomb Kalorimeter ke dalam Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
9. Kemudian menutup Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
10. Memasang motor dengan strengt pengaduk.
11. Menempatkan termometer ke dalam Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
12. Menghubungkan dnegan arus listrik AC 23 volt.
13. Menekan tombol power supply ke posisi on.

14. Mengamati perubahan temperature yang terjadi setiap menit sampai tercapai suhu omogen dan tetap.
15. Mematikan saklar dengan menekan tombol ke posisis off setelah tercapai temperature yang konstan.
16. Menghubungkan Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter dengan arus listrik 23 volt dengan menekan tombol on.
17. Mengamati dan mencatat perubahan temperature yang terjadi setiap menit.
18. Mematikan saklar dengan menekan posisi off setelah tercapai temperature tertinggi yang konstan.
19. Membuka tutup Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
20. Mengeluarkan Vessel Bomb Kalorimeter dari Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
21. Membuang air dari sisa pembakaran yang ada didalam Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
22. Membersihkan peralatan.

3.8 Pemeriksaan Kadar Abu

Pengujian dimulai dengan mengambil contoh benda uji briket benda arang seberat 2 gram sebagai berat awal (a), kemudian contoh uji itu dimasukkan kedalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya (b). Cawan yang telah berisi benda uji kemudian ditanurkan pada 600°C selama 4 jam. Setelah pengarangan berhenti yang berarti karbon hilang tutup tanur dibuka selama 1 menit agar pasokan oksigen bertambah sehingga proses pengabuan dapat

sempurna, kemudian contoh diuji dalam cawan dimasukkan dalam desikator ditimbang sebagai berat (c).

Dari hasil penimbangan kemudian dilakukan perhitungan kadar abu briket arang berdasarkan Standar ASTM D -3174 (anonim, 1985) dengan rumus sebagai berikut

$$Kadar\ Abu(\%) = \frac{(c - b)}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

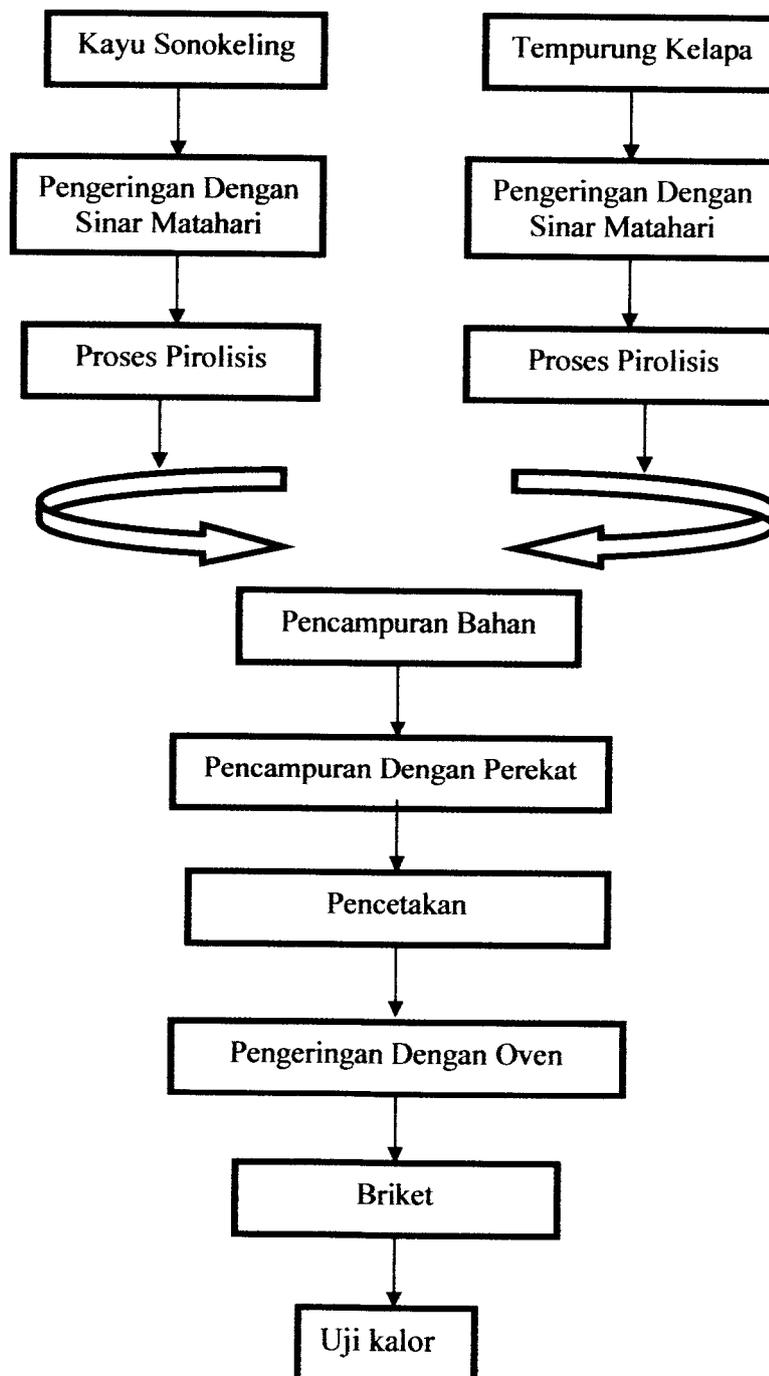
a = Berat benda uji (gram).

b = Berat cawan (gram).

c = Berat abu dan cawan (gram).

3.9. Rancangan Pembuatan Benda Uji

Rancangan pembuatan benda uji penelitian ini dapat dilihat pada diagram berikut ini :



Gambar 3.3. Diagram Alir Pembuatan Benda Uji

3.10. Analisa Data

3.10.1. Tahapan Penelitian

Bahan baku untuk pembuatan briket diambil dari tempat penampungan limbah yang masih memiliki kadar air yang cukup tinggi. Kadar air yang cukup tinggi terdapat dalam bahan baku akan sangat mengganggu proses pirolisis atau pengarangan. Untuk mengurangi air tersebut dilakukan pengeringan atau pemanasan dengan menggunakan oven dengan suhu kamar 60-70°C. Kadar air tersebut akan turun mencapai 20%, dan bahan siap untuk proses pirolisis.

Pirolisis limbah padat dapat dilakukan dengan peralatan pirolisis. Limbah dimasukan ke dalam ruang bakar hingga penuh dan relatif padat, setelah di yakini tidak terjadi kebocoran udara yang masuk dalam reaktor, maka proses pirolisis dapat dilakukan yaitu dengan menghidupkan tunggku bakar. Beberapa saat akan keluar asap dari cerobong asap, artinya telah terjadi proses pirolisis. Setelah asap pembakaran tidak keluar maka proses pirolisis berhasil dilakukan dan arang dari pirolisis dapat dikeluarkan dari reaktor jika benar-benar dingin.

Arang hasil pirolisis ditumbuk hingga halus dan disaring untuk mendapatkan ukuran butiran yang seragam. Arang halus dicampur dengan lem perekat yang telah disiapkan dan ditambah dengan sedikit air hangat dan diaduk hingga mendapatkan adonan yang ideal.

Pembriketan yaitu pecetakan adonan untuk menghasilkan briket dilakukan dengan peralatan percetakan. Adonan dimasukan dalam ruang pengepresan untuk dicetak. Tekanan pencetakan dapat di variasikan untuk mendapatkan kerapatan briket yang dikehendaki.

Briket yang telah dicetak tidak dapat langsung digunakan karena kadar airnya cukup tinggi mencapai 30%, sehingga perlu dikeringkan. Pengeringan briket dapat dilakukan dengan panas matahari atau oven. Untuk mengetahui briket benar-benar kering ditandai jika berat briket benar konstan setelah melalui penimbangan dan tidak terjadi penurunan selama pengeringan.

3.10.2. Rumusan Perhitungan Nilai kalor Sampel

Dalam perhitungan nilai kalor menggunakan rumus sebagai berikut :

$$t = tc - ta - r_1(b - a) - r_2(c - b)$$

$$= dt - r_1(b - a) - r_2(c - b) \dots \dots \dots (5)$$

$$= \frac{dt - r_1(b - a) - r_2(c - b)}{t^{\circ}C} \dots \dots \dots (6)$$

Dengan:

- a = titik waktu pembakaran (menit)
- b = titik waktu mencapai 60% pembakaran total (dari hasil interpolasi tb) (menit)
- c = titik waktu yang ditunjukkan saat tidak ada perubahan temperatur setelah proses pembakaran.
- Ta = titik temperatur saat pembakaran ($^{\circ}C$)
- tb = titik temperatur pada saat 60% pembakaran total
- tc = titik temperatur pada saat tidak terjadi perubahan temperatur ($^{\circ}C$)
- r₁ = temperatur rata-rata setiap menit sebelum pembakaran ($^{\circ}C$ /menit)
- r₂ = temperatur rata-rata setiap menit setelah pembakaran ($^{\circ}C$ /menit)



W = ekuivalen energi kalori meter dari pembakaran cuplikan asam
benzolat (kal/°C)

e_1 = koekresi kalor terhadap asam yang terbentuk dari hasil titrasi (kal)

e_2 = koreksi kalor terhadap kawat nikel yang tidak terbakar (kal)

$$H = \frac{Tw - (e_1 - e_2)}{m} \dots\dots\dots(7)$$

Dengan :

H = besar nilai kalor dari pembakaran sampel (kal/gram)

m = berat sampel yangterbakar (gram)

= $m_1 - m_2$

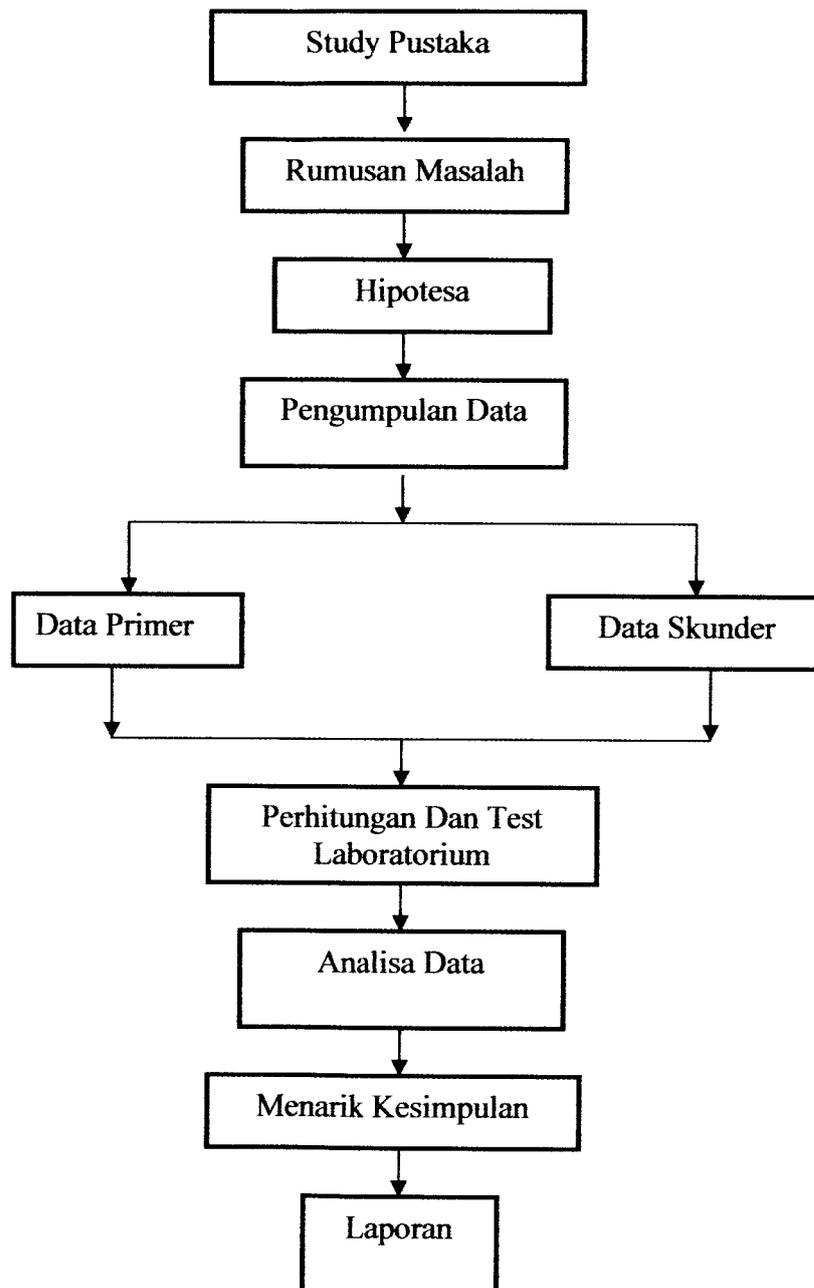
3.10.3. Perhitungan Nilai Ekonomi Komersial Briket

Perhitungan biaya briket hasil rekayasa dari serbuk gergaji kayusono
keling dan tempurung kelapa :

1. Analisa Biaya Peralatan.
2. Analisa Biaya Bahan Baku Briket.
3. Biaya Operasional.
4. Perkiraan Hasil Penjualan Dan Keuntungan.
5. Analisa Break Event Point (BEP) Atau Titik Impas.

3.11. Rancangan Penelitian

Tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini dari penentuan masalah sampai menjadi laporan dapat dilihat pada 3.4. di bawah ini :



Gambar 3.4. Diagram Rancangan Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1. Lama Pengeringan Briket

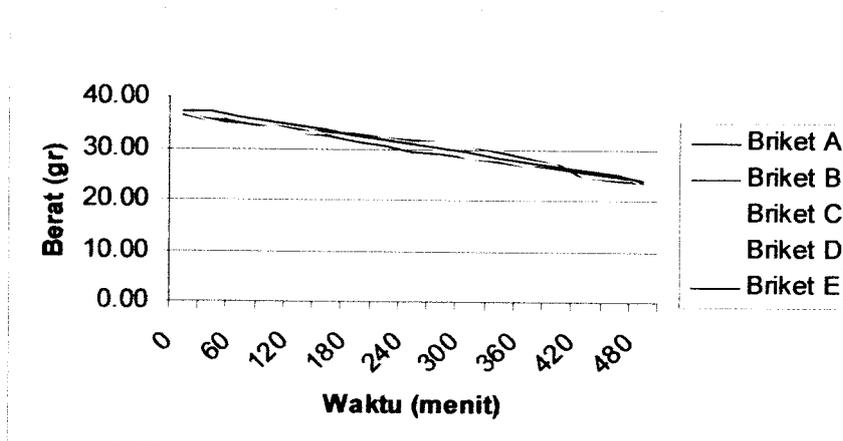
Pengeringan briket dilakukan guna mengetahui kadar air yang tersimpan dalam briket hasil rekayasa. Briket hasil rekayasa dari serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa dibentuk sesuai dengan cetakan yaitu bulat. Kadar air yang tersimpan dalam briket hasil rekayasa ini masih cukup banyak kadar airnya sehingga untuk melakukan pengurangan kadar air dengan cara dilakukan pengeringan.

Briket hasil rekayasa serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa ini mempunyai berat sebesar 20 gram dan ada penambahan perekat sesuai dengan adonan. Dalam pembuatan adonan briket memerlukan jumlah perekat yang berbeda, dan pengadukan adonan briket dilakukan secara manual sehingga adonan kurang tercampur rata hasilnya jika dibandingkan dengan menggunakan mesin. Sehingga dalam penimbangan berat awal masing-masing briket mempunyai berat awal yang berbeda-beda. Perbedaan berat perekat dalam briket ini tidak mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan oleh briket tersebut, sebab tujuan dalam pemberian perekat hanyalah merekatkan serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa untuk menjadi suatu bentuk briket yang diinginkan. Berat

briket keseluruhan memakai persentase berat yang sama, sehingga mengakibatkan perbedaan beratnya.

Guna mengetahui lamanya proses pengeringan briket dapat dilihat dengan membuat kurva hubungan antara penurunan berat dan waktu

Berikut grafik lama pengeringan briket:



Gambar 4.1. Lama pengeringan briket

Briket dari serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa mula-mula mempunyai berat awal yang sama yaitu 20 gram dan dengan adanya penambahan perakat dalam briket tersebut sehingga briket tersebut mempunyai briket awal yang berbeda-beda. Briket ini setelah mengalami pengeringan sekitar 8 jam dengan suhu 60°C dala oven. Hal ini menunjukkan setelah briket mengalami pengeringan selama 8 jam dalam oven 60°C briket tidak mengalami penurunan berat (konstan).

4.1.2. Hasil Pengujian Nilai Kalor Briket

Penelitian mengenai pengujian kalor dari hasil pembakaran sampel briket campuran serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa yang dilakukan di laboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil hutan, Universitas Gajah Mada adalah sebagai berikut :

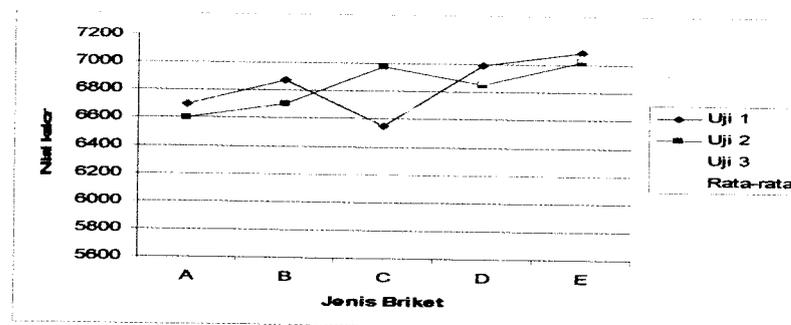
Tabel 4.1. Nilai Kalor Dari Hasil Pembakaran Briket

Ulangan	Variasi Komposisi Campuran (kal/gr)					
	Briket	Model A	Model B	Model C	Model D	Model E
I		6697.434	6872.019	6551.768	6992.992	7090.035
II		6601.669	6704.456	6980.835	6854.133	7025.641
III		6879.966	6423.052	6218.397	6885.657	7050.250
Jumlah		20179.069	19999.706	19112.730	20732.782	21165.926
rata-rata		6726.356	6666.569	6583.521	6910.927	7055.309

Sumber: Data Primer Terolah, 2006

Berikut nilai kalor dari uji pembaran briket dan jumlah rata-rata berdasarkan hasil percobaan dilaboratorium:

Berikut grafik nilai kalor briket



Gambar 4.2. Nilai Kalor Briket

Penelitian dengan menggunakan 5 sampel briket dan 3 kali perulangan diperoleh data sebagai dasar perhitungan untuk mengetahui nilai pengaruh dari berbagai variasi campuran serbuk kayu sini keling dan tempurung kelapa, adapun dari hasil uji laboratorium tersebut adalah

1. Briket Model A

Model A dengan variasi komposisi campuran serbuk kayu sono keling 90% , tempurung kelapa 10% dan perekat menghasilkan nilai kalor rata-rata 6726.356 kal/gram. Briket model A dengan perlakuan pertama mempunyai nilai kalor 6697.434 kal/gram, briket model A dengan perulangan ke dua 6601.669 kal/gram dan briket model A dengan perulangan ke tiga 6879.966 kal/gram.

2. Briket Model B

Model B dengan variasi komposisi campuran serbuk kayu sono keling 80% , tempurung kelapa 20% dan perekat menghasilkan nilai kalor rata-rata 6666.509 kal/gram. Briket model B dengan perlakuan pertama mempunyai nilai kalor 6872.019 kal/gram, briket model B dengan perulangan ke dua 6704.456 kal/gram dan briket model B dengan perulangan ke tiga 6423.052 kal/gram.

3. Briket model C

Model C dengan variasi komposisi campuran serbuk kayu sono keling 70% , tempurung kelapa 30% dan perekat menghasilkan nilai kalor rata-rata 6370.910 kal/gram. Briket model C dengan perlakuan pertama mempunyai nilai kalor 6551.768 kal/gram, briket model C dengan perulangan ke dua 6980.835 kal/gram dan briket model C dengan perulangan ke tiga 6218.397 kal/gram.

4. Briket model D

Model D dengan variasi komposisi campuran serbuk kayu sono keling 60% , tempurung kelapa 40% dan perekat menghasilkan nilai kalor rata-rata 6910.927 kal/gram. Briket model D dengan perlakuan pertama mempunyai nilai kalor 6992.992 kal/gram, briket model D dengan perulangan ke dua 6854.133 kal/gram dan briket model D dengan perulangan ke tiga 6885.657 kal/gram.

5. Briket model E

Model E dengan variasi komposisi campuran serbuk kayu sono keling 50% , tempurung kelapa 50% dan perekat menghasilkan nilai kalor rata-rata 7054.270 kal/gram. Briket model E dengan perlakuan pertama mempunyai nilai kalor 7090.035 kal/gram, briket model E dengan perulangan ke dua 7012.563 kal/gram dan briket model E dengan perulangan ke tiga 7060.212 kal/gram.

Masing-masing model briket dilakukan dengan penambahan serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa yang teratur. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa terhadap nilai kalor briket. Dari hasil analisa laboratorium didapat hasil pembakaran sampel briket cenderung naik, dalam satu model ada yang mengalami kenaikan dan penurunan, hal ini disebabkan karena homogenitas pengadukan dan pengeringan.

Pada pengujian nilai kalor dengan pembakaran sampel briket campuran serbuk kayu sonokeling dengan tempurung kelapa dalam berbagai variasi

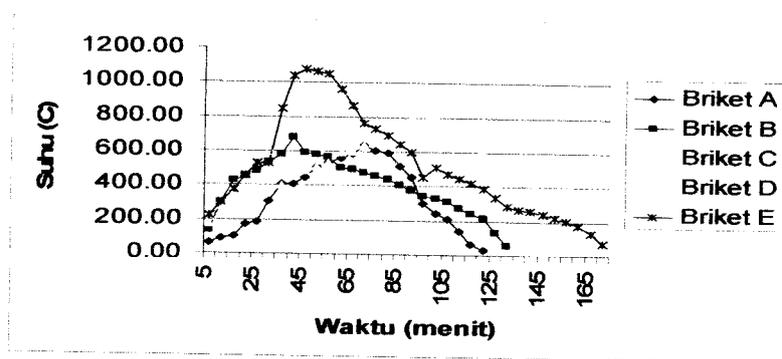
komposisi campuran, ternyata penambahan arang tempurung kelapa dapat meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan dari pembakaran sampel briket. Briket yang paling baik adalah model E dengan variasi komposisi campuran arang kayu serbuk kayu sinikeling 50% dan tempurung kelapa 50%. Nilai kalor yang dihasilkan adalah E_1 7090.035 kal/gram, E_2 7712.563 kal/gram, E_3 77060.212 kal/gram dan untuk rata-rata 7054.270 kal/gram.

Dari hasil pengujian nilai kalor briket dengan berbagai variasi komposisi campuran serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa diperoleh bahwa semakin banyak penambahan arang tempurung kelapa akan semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan. Ini berarti ada pengaruh yang kuat terhadap komposisi serbuk kayu sonokeling dengan tempurung kelapa terhadap nilai kalor briket yang dihasilkan.

Dari hasil pengujian nilai kalor pada pembakaran briket, nilai kalor yang dihasilkan adalah 7055.309 kal/gram. Jika dibandingkan dengan briket daur ulang dari serpihan kertas dan slury dengan nilai kalor 6670.64 kal/gram nilai kalor briket daur ulang serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa lebih tinggi nilai kalornya. Perbandingan nilai kalor dari berbagai macam briket dapat dilihat pada tabel 2.1. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa, kandungan energi briket serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan briket dari blotong tebu, glugu, sukun, fases sapi dan serpihan kertas.

4.1.3. Suhu Dan Lama Membara Briket

Suhu dan lama membara briket dapat diketahui dengan cara mengaplikasikan briket arang untuk memasak air 1 liter, dengan menggunakan 1 kg briket arang. Dengan cara membakar sampel briket dengan mengukur suhu bara pada setiap saat yang telah ditentukan, dan kemudian dibuat kurva antara suhu bara dan waktu, seperti pada grafik berikut ini :

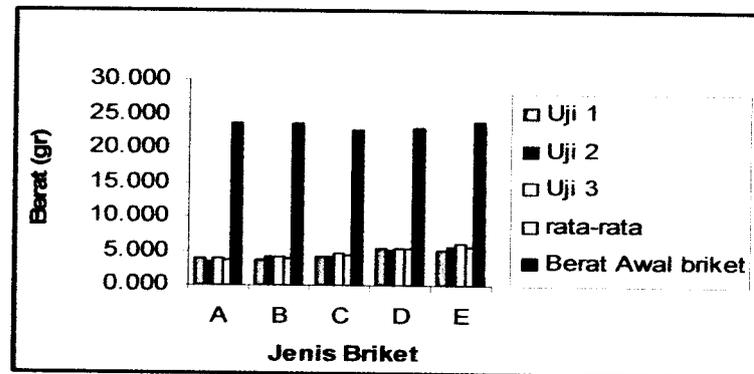


Gambar 4.3. Perbandingan Suhu Dan Lama Membara Briket

Dari hasil data diatas, diperoleh suhu bara tertinggi pada briket E dengan suhu bara 1080 °C dengan lama membara efektif adalah 45 menit. Dan pada akhir pembakaran briket suhu yang dihasilkan adalah 79.40°C.

4.1.4. Kadar Abu Briket

Briket yang selesai dibakar akan menjadi abu. Setelah pembakaran briket, abu selanjutnya ditimbang unuk mengetahui berat kadar abu. Kadar abu dari aplikasi pembakaran briket dilaboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Universitas Gajah Mada sebagai berikut :



Gambar 4.4. Sisa Kadar Abu Dalam Pembakaran Briket

Kadar abu merupakan salah satu parameter yang penting untuk menentukan kualitas briket arang. Dari penelitian pembakaran 5 jenis briket dengan perulangan didapat nilai atau kadar abu rata-rata pada briket jenis A adalah 3,77 gram, briket jenis B nilai rata-rata kadar abu adalah 3.967 gram, briket jenis C nilai rata-rata kadar abu adalah 4,292 gram, briket jenis D nilai rata-rata kadar abu adalah 5,301 gram, briket jenis E nilai rata-rata kadar abu adalah 5,693 gram. Ditinjau dari kadar abu, masing-masing jenis briket arang yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar kualitas briket arang yang berasal dari Inggris dan Jepang.

Tabel 4.2. Karakteristik Briket Hasil Rekayasa

No	Besaran yang diuji	Hasil Pengujian				
		A	B	C	D	E
1	Nilai Kalor rata-rata (kal/gram)	6726.356	6666.509	6583.667	6912.229	7054.27
2	Suhu bara	640	681.40	841.00	1042.20	1080.00
3	Lama membara (menit)	120	130	155	170	170
4	Kadar abu (gram)	2.77	3.967	4.292	5.301	5.639
5	Asap	ada	ada	ada	ada	ada
6	Jelaga	ada	ada	ada	ada	ada
7	Bentuk	menarik	menarik	menarik	menarik	menarik
8	Penyalan awal	bantuan	bantuan	bantuan	bantuan	bantuan
9	Harga	murah	murah	murah	murah	murah
10	Bau	ada	ada	ada	ada	ada

4.2. Analisa Ekonomi

4.2.1. Analisa Biaya Peralatan

Biaya peralatan meliputi biaya untuk pirolisis, pembuatan adonan, pencetakan, dan pengeringan. Peralatan bekerja selama 8 jam per hari dan 264 hari kerja selama satu tahun dengan jumlah bahan baku 250 kg serbuk kayu sonokeling. Maka kapasitas kerja alat adalah 66000 kg . Dan jumlah bahan baku 250 kg untuk tempurung kelapa, maka kapasitas kerja alat adalah 66000 kg.

Adapun kebutuhan biaya untuk peralatan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3. Biaya Peralatan Pembuatan Briket

No	Alat	Banyak	Harga Satuan	jumlah
1.	Pirolisis			
	a. Kompor	2 buah	Rp. 75.000;	Rp. 150.000;
	b. Tempat Sempel	2 buah	Rp. 30.000;	Rp. 60.000;
2.	Pencampuran adonan			
	a. Wadah Sampel	2 buah	Rp. 75000;	Rp. 15.000;
	b. Alu dan Tumbuk	2 buah	Rp. 35.000;	Rp. 70.000;
3.	Pencetakan dan alat pengepresan	1 buah	Rp. 150.000;	Rp. 150.000;
4.	Pengeringan	1 buah	Rp. 20.000;	Rp. 20.000;
	Total			Rp. 465.000;
Biaya lain-lain (pemeliharaan alat)				Rp. 100.000;
Total biaya peralatan				Rp. 565.000;

4.2.2. Analisa Biaya Bahan Baku

Biaya bahan baku merupakan salah satu dari biaya produksi suatu produk yang dapat dilakukan tindakan penekanan biaya. Dari penelitian ini, diketahui dari briket limbah industri pengergajian memiliki nilai kalor yang relatif tinggi. Mengingat limbah padat pada pengergajian kayu berupa serbuk kayu sonokeling dapat dibuat briket, hanya dikenakan biaya angkut sebesar Rp. 30.000 untuk

setiap pengambilan. Adapun untuk tempurung kelapa pengambilan bahan dikenakan bianya untuk perkilonya.

Berikut harga bahan baku briket pada saat penelitian:

Serbuk kayu sonokeling: Rp 30.000; per 250 kg, truk = 120; per kg

Tempurung kelapa : Rp. 60 ; per kg

Perekat (kanji) : Rp. 4000;

Tabel 4.4. Harga Bahan Baku Briket.

Bahan	Harga (per kg)	Harga (per gram)
Serbuk kayu sonokeling	Rp. 120;	Rp. 0.12;
Tempurung kelapa	Rp. 60;	Rp. 0.006;
Perekat (kanji)	Rp. 4000;	Rp. 4;

Berikut ini contoh rincian perhitungan biaya bahan baku briket per sampel sesuai dengan komposisinya dengan berat 20 gram.

Briket Model A:

- Serbuk kayu Sono Keling : 90 % = Rp. 0.108;
- Tempurung Kelapa : 10% = Rp. 0.006;
- Perekat : = Rp. 4;

Perhitungan lebih lengkap selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.5. Analisa Biaya Bahan Baku Per Sampel Briket

Jenis	Bahan Baku	Analisa Bahan	Satuan	Harga Satuan Bahan per gram	Jumlah Biaya bahan
Briket A	Serbuk kayu 90%	18	Gram	Rp. 0.108;	Rp. 4.12; Pembulatan Rp. 5;
	Tempurung kelapa 10%	2	Gram	RP. 0.012;	
	Perekat	1	Gram	RP. 4;	
Briket B	Serbuk kayu 80%	16	Gram	Rp.0.096;	Rp. 4.144; Pembulatan Rp. 5;
	Tempurung kelapa 20%	4	Gram	RP. 0.048;	
	Perekat	1	Gram	Rp. 4;	
Briket C	Serbuk kayu 70%	14	Gram	Rp. 0.084;	Rp. 4.12; Pembulatan Rp. 5;
	Tempurung kelapa 30%	6	Gram	Rp. 0.036;	
	Perekat	1	Gram	Rp. 4;	
Briket D	Serbuk kayu 60%	12	Gram	Rp. 0.072;	Rp. 4.1248; Pembulatan Rp. 5;
	Tempurung kelapa 40%	8	Gram	Rp. 0.048;	
	Perekat	1	Gram	Rp. 4	
Briket E	Serbuk kayu 50%	10	Gram	Rp. 0.06;	Rp. 4.12; Pembulatan Rp. 5;
	Tempurung kelapa 50%	10	Gram	Rp. 0.06;	
	Perekat	1	Gram	Rp. 4;	

Sumber: Data primer, 2006

Untuk menuju penentuan harga, perlu adanya spekulasi perhitungan biaya pembuatan briket. Unsur perhitungan diambil briket yang memenuhi segi teknis yaitu briket E.

4.2.3. Biaya Operasional

Dasar perhitungan biaya operasional pembuatan briket sebagai berikut:

- a. Alat bekerja selama 8 jam perhari.
- b. Perhitungan hari kerja 264 hari (musim kemarau)
- c. Kebutuhan serbuk kayu sonokeling perhari kerja adalah 250 kg.
- d. Kebutuhan tempurung kelapa per hari kerja adalah 250 kg.
- e. Kebutuhan perekat per hari : 0.5 kg.

Maka analisa biaya produksi selengkapnya adalah sebagai berikut

Tabel 4.6. Analisa Biaya Produksi

No	Uraian	Kuantum	Harga satuan	Jumlah
1.	Serbuk kayu sonokeling	66.000 kg	Rp. 120;	Rp. 7.920.000;
2.	Tempurung kelapa	66.000kg	Rp. 60;	Rp. 3.960.000;
3.	Perekat	90 kg	Rp. 4000;	Rp. 360.000;
4.	Minyak Tanah (75 kg/ bahan per 1liter)	1760 liter	Rp. 2500;	Rp. 4.400.000;
5.	Upah pekerja	2 orang	Rp. 15.000;	Rp.10.800.000;
Total biaya operasional per tahun				Rp.27.440.000;

4.2.4. Perkiraan Hasil Penjualan Dan Keuntungan

Berdasarkan jumlah bahan baku serbuk kayu sonokeling 250 kg dan tempurung kelapa 250 kg . Maka total bahan baku 500 kg.

- a. total bahan baku 500 kg dengan waktu operasional selama 264 hari, akan dihasilkan kapasitas 132.000 kg arang. Adapun selama waktu operasional dianalisa rendeman 15%. Pada proses ini akan terjadi kehilangan arang sebanyak $0.15 \times 132.000 \text{ kg} = 19.800 \text{ kg}$. Maka akan dihasilkan arang selama operasional adalah $132.000 \text{ kg} - 19.800 \text{ kg} = 112.200 \text{ kg}$.
- b. Bila dianalisa bahwa harga jual briket serbuk kayu sono keling sebesar Rp. 1000; perkilo (analisa ini berdasarkan harga briket dari briket batubara Rp. 2500; per kg). Maka akan diperoleh hasil penjualan sebesar $112.200 \text{ kg} \times \text{Rp} 1000; = \text{Rp. } 112.200.000;$
- c. Berdasarkan hasil penjualan sebesar Rp.112.200.000; dengan biaya operasional pertahun Rp. 27.440.000; + biaya penyusutan peralatan pertahun Rp. 1.000.000;. Maka akan diperoleh keuntungan pertahun sebesar Rp. 84.195.000;. Berikut ini rincian perkiraan total besarnya biaya yang dihasilkan dari pembuatan briket:

Tabel 4.7. Analisa Total Biaya Dari Pembuatan Briket

No	Uraian	Kuantum	Harga Satuan	Jumlah
1.	Total analisa biaya	1 tahun		Rp. 565.000;
2.	peralatan			
	Bahan baku			
	a. serbuk kayu	66.000 kg	Rp. 120;	Rp. 7.920.000;
	b. Tempurung kelapa	66.000kg	Rp. 60;	Rp. 3.960.000;
3.	c. Perekat	90 kg	Rp. 4000;	Rp. 360.000;
4.	d. Perekat Minyak Tanah	1760 liter	Rp. 2500;	Rp. 4.400.000;
	Upah pekerja	2 orang	Rp. 15.000;	Rp.10.800.000;
	Biaya penyusutan peralatan			Rp. 1.000.000;
	Total			Rp. 28.005.000;
Hasil penjualan				Rp.112.200.000;
Keuntungan				Rp.84.195.000;

4.2.5 Analisa Break Even Point (BEP) Atau Titik Impas

Analisa BEP ini diperlukan untuk mengetahui kapan terjadinya titik impas atau saat kembalinya modal dan biaya yang telah dikeluarkan untuk menghasilkan sejumlah tertentu dari suatu produk.

Dasar Perhitungan:

- a. Biaya pengadaan peralatan = Rp. 565.000;
- b. Keuntungan per tahun (264 hari kerja) = Rp. 84.195.000;
- c. Keuntungan perhari (8jam) = Rp.318.920;

Waktu yang diperlukan untuk terjadi BEP :

$$= \frac{Rp.28.005.000}{318.920} = 87.80 \approx 88hari$$

Banyaknya briket yang dihasilkan untuk tercapai BEP selama 264 hari adalah

$$= \frac{89\text{hari}}{264\text{hari}} \times 66000 = 22.250\text{kg}$$

Besarnya hasil penjualan pada saat tercapainya BEP adalah

$$= 22.250 \text{ kg} \times \text{Rp. } 1000; = \text{Rp.}22.250.000;$$

4.2.6. Perbandingan Harga Briket Dipasaran

Perbandingan harga antara briket hasil rekayasa pemanfaatan limbah serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa dengan briket lain.

Tabel 4.8. Perbandingan Harga Briket Di Pasaran

No	Briket	Berat	Harga
		(kg)	(Rp)
1	Batu Bara	1	2500
2	Pohon Pinus	1	1000
3	Fases Sapi	1	600
4	Blotong Tebu	1	600
5	Serpihan Kertas	1	300

Sumber: Tinjauan lapangan di tahun 2006

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kalor yang dihasilkan dari pembakaran sampel briket campuran serbuk kayu sonokeling dan tempurung kelapa, adalah briket E yang mempunyai komposisi 50% serbuk kayu sonokeling dan 50% tempurung kelapa, adalah 7090.035 kal/gram, uji kedua 7012.563 kal /gram, uji ketiga 7060.212.kal/gram Dari hasil rata-rata nilai kalor uji pembakaran briket, nilai kalor briket E adalah 7054.270 kal/gram yang menunjukkan nilai kalor yang tinggi.
2. Pada briket A nilai kalor 6879.966 kal/gram, briket B 6872.019 kal/gram, briket C 6980.835 kal/gram, briket D 6992.992 kal/ gram, briket E 7090.035 kal/gram, hal ini menunjukkan adanya pengaruh yang positif pada penambahan nilai kalor sebab semakin banyak tempurung kelapa maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin tinggi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diajukan saran sebagai berikut:

1. Pada saat proses pembakaran atau pirolisis perlu memperhatikan suhu. Suhu yang baik untuk pirolisis adalah 500-600°C sehingga dapat meningkatkan nilai kalor.
2. Dalam proses karbonisasi, serbuk kayu dan tempurung kalpa agar diusahakan terbebas dari kotoran seperti tanah, pasir, kulit kayu dan lain-lain. Untuk menghindari kadar abu yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afianto, A., 1994. *"Pengaruh Perbedaan Jenis Kayu, Ukuran dan Jumlah Serbuk Terhadap Rendem, Sifat Fisik Dan Nilai Kalor Arang Briket"*. Skripsi (tidak dipublikasikan).
- Anasofiawati, 1996 *"Pengaruh Ukuran Dan Komposisi Serbuk Arang Kayu Asam Dengan Serbuk Arang Kayu Sengon Terhadap Sifat Fisik Kimia Briket Arang"* Yogyakarta
- Anonim, 2000. *"Laporan Tahunan Dinas Kehutanan"* Daerah Istimewa Yogyakarta 1999/2000.
- Anonim, 1985. *"Standar Methode For Chemical Analysis Of Wood Charcoal"*. ASTM D-1762. ASTM, Philadelphia, USA.
- Anthony, H, 1989. *"Pemanfaatan Sampah dan Usaha Melestarikan Lingkungan"*. Tiga Serangkai. Solo.
- Djarmiko, B; S. Ketaren Dan Setya Hartini, 1981. *"Arang Dan Pengolahannya Dan Kegunaannya"*. Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Frederick J. Buesche, 1992. *"Fisika"*. Erlangga. Jakarta.
- Hartoyo, 1983. *"Pembuatan Arang Dan Briket Arang Secara Sederhana Dari Serbuk Gergaji Dari Limbah Industri Perakayuan. Seminar Limbah pertanian Atau Kehutanan Sebagai Sumber Energi"*. Pusat Penelitian Hasil Hutan. Bogor.

- Hartoyo dan Nurhayati, 1976. "*Rendem Dan Sifat Arang Dari Berbagai Jenis Kayu Indonesia*". Laporan No 62. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Hartoyo; Y. Ando; H. Roliandi, 1978. "*Percobaan Pembuatan Briket Dari Lima Jenis Kayu*". Laporan No 103 Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Haygreen, JG dan J.L. Bowyer, 1996. "*Hasil Hutan Dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar*". Terjemahan Oleh Sutjipto A. Hadi Kusumo. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Heyne, K. 1987. "*Tumbuhan Berguna Indonesia*" Jilid 1 Badan Litbang Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Gustan Pari, "*Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu*", http://tumoutou.net/702_04212/gustan_pari.htm
- Ircham, 1992. "*Kesehatan Lingkungan*" Dian Nusantara, Yogyakarta
- Johanes, 1983 "*Petunjuk Pembuatan Briket*" Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Martowijoyo, A; I Kartasujana; S.A. Prawiro, 1989. "*Atlas Kayu Indonesia*" Jilid II. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Prayitno, T. A. 1995. "*Perekat Alam Untuk Perekat Kayu*". Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Perry, R. H. dan C. H. Chilton, 1973. "*Chemical Engineers Hand Book*". Fifth Edition. International Student Edition. Mc Grow. Hill Kogasuka Ltd.

- Sumartono. A, 1992. "*Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula Sebagai Briket*". Yogyakarta.
- Syachri, T. N., 1982. "*Beberapa Sifat Kayu dan Limbah Petanian sebagai Sumber Daya Energi*". Laporan BPHH/FPRI no. 161. Bogor.
- Syachri, T. N., 1983. "*Sifat Arang, Briket Arang Dan Alkohol Yang Dibuat Dari Limbah Industri Kayu*". Laporan Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Sudrajat, R., 1983. "*Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat Dan Tekan Kempa Terhadap Kualitas Briket Arang*". Laporan PPPHH/ FPRDC. No 165. Bogor.
- Wagini R, Karyono Dan Rosalina R Mirino, 2000. "*Pembuatan Dan Karakteristik Briket Bioarang Dari Limbah Industri peternak Sapi Sebagai Sumber Energi Alternatif*", Majalah Energi Edisi Nopember 2000.

LAMPIRAN 1

Perbandingan waktu dan massa pengeringan briket

Waktu (menit)	Briket A (gram)	Briket B (gram)	Briket C (gram)	Briket D (gram)	Briket F (gram)
0	36.32	36.59	36.86	37.12	37.39
30	35.23	35.78	35.25	36.28	37.07
60	34.88	35.43	34.28	35.23	36.20
90	34.26	34.80	33.98	34.89	35.33
120	33.12	33.67	33.12	33.98	34.46
150	32.57	33.21	32.76	33.12	33.60
180	31.46	32.76	31.87	32.42	32.73
210	30.57	32.30	31.25	31.98	31.86
240	29.52	31.85	30.68	31.45	31.00
270	28.96	31.26	29.87	31.21	30.13
300	28.32	30.46	28.29	30.56	29.26
330	27.44	29.46	27.75	29.85	28.40
360	26.54	28.12	26.75	28.45	27.53
390	26.11	27.46	25.75	27.33	26.66
420	25.55	24.36	24.23	26.45	25.79
450	24.58	23.75	23.45	25.43	24.93
480	23.76	23.56	22.79	23.02	23.82

LAMPIRAN 2

Pengujian Nilai Kalor Sampel dilaboratorium Energi, Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Universitas Gajah Mada

Sampel	NILAI KALOR	Rata-rata
	(kal/gram)	
I.1	6697.434	
I.2	6601.669	6726.356
I.3	6879.966	
II.1	6872.019	
II.2	6704.456	6666.509
II.3	6423.052	
III.1	6551.768	
III.2	6980.835	6583.667
III.3	6218.397	
IV.1	6992.992	
IV.2	6854.133	6912.229
IV.3	6889.563	
V.1	7090.035	
V.2	7012.563	7054.270
V.3	7060.212	

LAMPIRAN 3

Pengujian Kadar abu briket dilaboratorium Energi, Kayu, Jurusan Teknologi Hasil

Hutan, Universitas Gajah Mada

Ulangan Briket	Jenis briket (gram)				
	Model A	Model B	Model C	Model D	Model E
I	3.996	3.667	4.094	5.445	5.227
II	3.338	4.044	4.250	5.211	5.567
III	3.986	4.190	4.532	5.247	6.122
Jumlah	11.320	11.901	12.876	15.903	16.916
rata-rata	3.773	3.967	4.292	5.301	5.639
Berat Awal	23.762	23.564	22.786	23.019	23.825

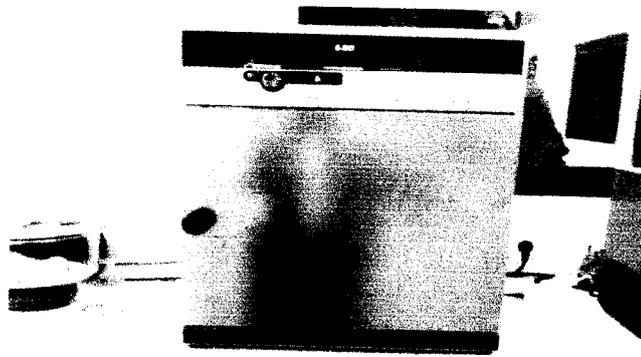
LAMPIRAN 4

Pengujian suhu dan lama membara briket dilaboratorium Atom-Inti Jurusan Fisika
Fakultas MIPA, UGM, Yogyakarta.

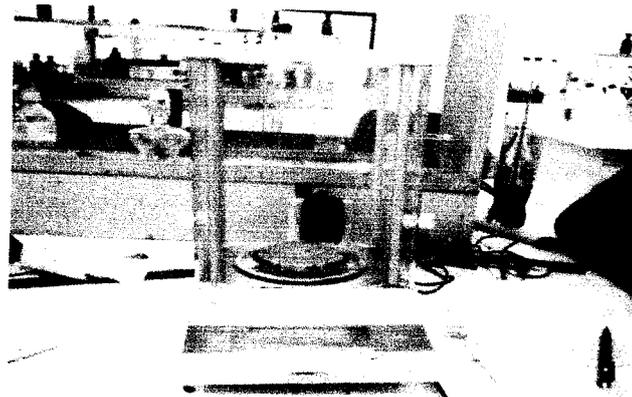
Waktu (Menit)	Suhu bara briket				
	A	B	C	D	E
5	64.00	135.60	175.00	210.80	221.00
10	87.00	301.20	240.00	271.80	301.20
15	102.00	425.60	261.00	371.00	378.46
20	174.00	452.60	279.40	408.20	460.20
25	184.00	483.00	301.80	538.20	527.00
30	308.60	535.40	378.20	586.20	530.20
35	406.00	582.40	400.20	685.00	850.20
40	410.00	681.40	481.60	720.20	1042.20
45	446.00	590.80	488.00	818.20	1080.00
50	510.20	580.60	512.00	860.20	1065.60
55	538.40	568.60	537.20	883.80	1050.20
60	560.20	502.20	593.00	914.20	966.20
65	590.40	496.00	600.00	940.20	869.00
70	640.40	476.00	640.00	1042.20	768.80
75	603.80	457.80	680.00	1031.60	735.20
80	590.80	442.00	750.00	950.60	695.80
85	518.80	408.00	774.00	901.00	641.60
90	450.80	378.00	801.00	864.20	601.80
95	301.00	342.00	841.00	801.80	455.00
100	240.60	330.00	700.00	790.20	509.20
105	211.80	310.00	625.00	750.20	470.60
110	141.80	272.00	553.00	680.20	448.80
115	61.60	240.00	465.00	632.20	421.00
120	30.00	220.00	433.20	576.20	391.40
125		133.60	386.00	502.20	339.60
130		60.00	342.40	471.20	287.00
135			322.40	421.40	271.20
140			291.80	397.00	261.20
145			260.60	346.20	242.60
150			236.80	297.80	225.00
155			134.20	256.20	207.04
160				202.20	181.20
165				147.20	132.46
170				73.40	79.40

LAMPIRAN

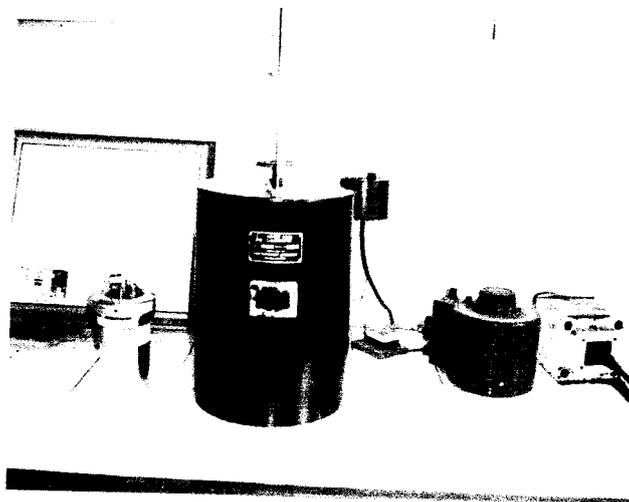
2



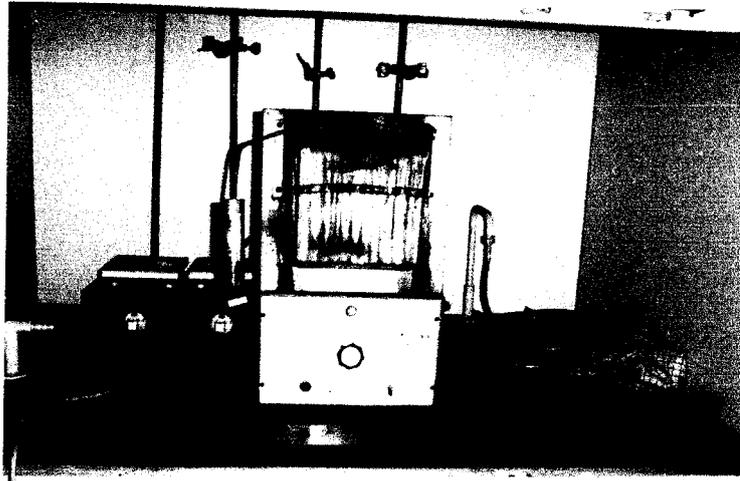
Gambar 1. Oven untuk bahan padatan



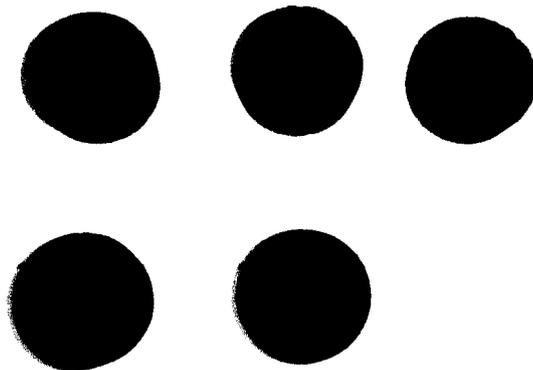
Gambar 2. Timbangan Digital



Gambar 3. Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter



Gambar 4. Reaktor Untuk Menguji Kadar Abu



Gambar 5. Sampel Briket Rekayasa