PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 29-12-2004
NO. JUDUL : 00588
NO. INV. : 512 000 3880 01
NO. INDUK. :

TA/TL/2004/0007

**TUGAS AKHIR**

# PEMANFAATAN LIMBAH PADAT SERPIHAN KERTAS PABRIK KERTAS PT. PURA BARUTAMA KUDUS SEBAGAI BRIKET BAHAN BAKAR

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia**
**untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh**
**derajat Sarjana Teknik Lingkungan**

628.4
Kha
k
XIV ; 70 ; 6iB ; 28 cm

**Oleh:**

**Nama : Mokhamad Khanafi**
**No. MHS : 99513019**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
**YOGYAKARTA**
**2004**

# LEMBAR PENGESAHAN

## PEMANFAATAN LIMBAH PADAT SERPIHAN KERTAS PABRIK KERTAS PT. PURA BARUTAMA KUDUS SEBAGAI BRIKET BAHAN BAKAR.




**Nama** : **Mokhamad Khanafi**
**No. Mhs** : **99513019**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh:**

| | |
|---|---|
| **Luqman Hakim, MSi** | |
| **Dosen pembimbing I** | **Tanggal:** |
| **Hudori, ST** | 5/6 04 |
| **Dosen pembimbing II** | **Tanggal:** |

## MOTTO

*Pikiran bukanlah wadah untuk di isi melainkan api yang harus dinyalakan.*

*Matahari, Bulan dan Bintang adalah ciptaan Tuhan yang luar biasa. Kebesaran, Keagungan dan Kesempurnaan terlihat begitu nyata. Tuhan Sang Pencipta itu pula yang menciptakan manusia, dengan melihat Keagungan dan Kebesaran-Nya, tentu Sang Pencipta tak ingin ciptaan-Nya, yaitu manusia menjadi hina.*

*Dia menciptakan manusia dengan sempurna. Dia ingin agar manusia yang menjadi wakil-Nya di dunia itu juga menjadi mulia.*

*Di dalam diri setiap manusia sudah memiliki sifat ingin selalu indah, dan ingin selalu mulia. Itulah jiwa yang diberikan Allah, yang menjadi modal dasar keberhasilan.*

*(Aa Gymnastiar)*

*Sebab, sungguh bersama kesukaran ada keringanan.*

*Sungguh, bersama kesukaran ada keringanan.*

*Karena itu, selesai (tugasmu) teruslah rajin bekerja.*

*Kepada Allah tujukan permohonan.*

*(Surat Alam Nasroh Q.S. 94 ayat 5-8)*

## KATA PENGANTAR

**Assalamu alaikum Wr. Wb.**

Alhamdulillah segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul ***Pemanfaatan Limbah Padat Serpihan Kertas Pabrik Kertas PT. Pura Barutama Kudus Sebagai Briket Bahan Bakar.***

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tentunya penyusun tidak lepas dari kesalahan-kesalahan dan kekurangan sehingga penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini, penyusun telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT Tuhan semesta alam.
2. Rasul, Muhammad SAW, keluarga dan para sahabatnya.
3. Bapak Prof.Ir.H.Widodo, MSCE, Ph.D selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak H. Kasam, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Drs. Wagini R, MS selaku pembimbing khusus Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktu dan menyediakan sarana dan prasarana demi lancarnya penelitian.
6. Bapak Luqman Hakim, Msi selaku pembimbing Tugas Akhir, yang telah bersedia meluangkan waktu dan membimbing, dukungan serta mencurahkan pikirannya untuk memberi masukan-masukan kepada penulis.
7. Bapak Hudori, ST selaku pembimbing Tugas Akhir, yang telah bersedia meluangkan waktu dan membimbing, dukungan serta mencurahkan pikirannya untuk memberi masukan-masukan kepada penulis. .
8. Bapak Andik Yulianto, ST selaku koordinator Tugas Akhir.
9. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan.
10. Bapak Agus Adi Prananto, selaku staf Jurusan Teknik Lingkungan.
11. Bapak Iwan, Anton dkk, karyawan IPAL PT. Pura Barutama, yang telah membimbing, mengarahkan, dan meluangkan waktunya dalam penelitian penulis hingga selesainya Tugas Akhir ini.
12. Ayah dan bunda tercinta, serta seluruh keluarga dan sanak saudara yang telah memberi doa, dorongan semangat sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Teman-teman satu angkatan TL'99 yang telah memberi motivasi, membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

14. Semua pihak yang telah memberi bantuan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhirnya penyusun sangat berharap agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi semua pihak yang menggunakan laopran ini.

**Wassalamu alaikum Wr.Wb.**

Yogyakarta, Juni 2004

Penyusun

## DAFTAR ISI


| | |
|---|---|
| **HALAMAN JUDUL** | i |
| **HALAMAN PENGESAHAN** | ii |
| **MOTTO** | iii |
| **KATA PENGANTAR** | iv |
| **DAFTAR ISI** | vii |
| **DAFTAR TABEL** | xi |
| **DAFTAR GAMBAR** | xii |
| **INTI SARI** | xiii |

**BAB I. PENDAHULUAN**

| | |
|---|---|
| 1.1. Latar belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan | 3 |
| 1.4. Manfaat | 4 |
| 1.5. Batasan masalah | 4 |
| 1.6. Sistematika tugas akhir | 4 |
| 1.8. Hipotesa | 6 |

**BAB II. DASAR TEORI**

**A. Proses Produksi PT. Pura Barutama**


2.1. Kawasan II 7

2.1.1. Bahan baku dan penolong 7

2.1.2. Produk yang dihasilkan 10

2.1.3. Unit penghasil limbah 11

2.2. Kawasan III 12

2.2.1. Bahan baku dan bahan penolong 12

2.2.2. Produk yang dihasilkan 13

2.2.3. Unit penghasil limbah 13

2.3. Kawasan IV 15

2.3.1. Bahan baku dan bahan penolong 15

2.3.2. Bahan kimia penolong 20

2.3.3. Produk yang dihasilkan 22

2.3.4. Unit penghasil limbah 22

2.3.5. Hasil uji parameter kandungan 25

2.4. Penggolongan Limbah Padat 25

2.4.1. Proses terjadinya 25

2.4.2. Sifat limbah padat 26

2.4.3. Jenis limbah padat 26

2.4.4. Karakteristik limbah padat 27

2.4.5. Dampak terhadap lingkungan 28

2.5. Penanganan Limbah Padat Pabrik Kertas 30

2.6. Pemanfaatan briket 30

2.7. Keunggulan dan kelemahan 31

**B. Landasan Teori**

2.8. Hukum-hukum yang terkait 32

2.9. Prinsip-prinsip yang terpenting 34

**BAB III. METODE PENELITIAN**

3.1. Lokasi penelitian 35

3.2. Ruang lingkup penelitian 35

3.3. Objek penelitian 36

3.4. Variabel penelitian 36

3.5. Alat dan bahan 36

3.6. Cara pengumpulan data 38

3.6.1. Pengumpulan data primer 39

3.6.2. Pengumpulan data sekunder 39

3.7. Tahapan Penelitian 39

3.7.1. Persiapan penelitian 39

3.7.2. Penelitian di lapangan 40

3.8. Pemeriksaan nilai kalor 47

3.9. Analisis data

3.9.1. Tahapan penelitian 49

3.9.2. Rumus perhitungan nilai kalor sampel 52

3.9.3. Perhitungan nilai ekonomis komersial briket 53

**BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil penelitian dan pembahasan 54

4.1.1. Lama pengeringan briket 54

4.1.2. Hasil pengujian nilai kalor 57

4.1.3. Suhu dan lama membara briket 60

4.2. Analisis Ekonomi 66

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan 74

5.2. Saran 75

**BAB VI. RINGKASAN** 76

**DAFTAR PUSTAKA** 78

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL


Tabel 2.1. Hasil uji kandungan parameter limbah padat pabrik kertas PT. Pura barutama 25

Tabel 4.1. Lama pengeringan briket sesuai komposisi 56

Tabel 4.2. Nilai kalor sesuai variasi komposisi campuran 57

Tabel 4.3. Perbandingan nilai kalor berbagai macam briket 60

Tabel 4.4. Karakteristik briket hasil rekayasa 63

Tabel 4.5. Kandungan bahan serpihan kertas 65

Tabel 4.6. Biaya peralatan pembuatan briket 66

Tabel 4.7. Analisa biaya bahan baku per sampel briket 68

Tabel 4.8. Analisa biaya produksi 69

Tabel 4.9. Analisis total besar biaya dari pembuatan briket 71

Tabel 4.10. Perbandingan harga briket di pasaran 72

## DAFTAR GAMBAR


Gambar 2.1. Diagram produksi dan unit penghasil limbah 14

Gambar 2.2. Proses produksi kawasan IV 24

Gambar 3.1. Persentase bahan baku sampel briket 42

Gambar 3.2. Tempat penampungan sampel 43

Gambar 3.3. Peralatan pirolisis 44

Gambar 3.4. Tempat pencampuran adonan 44

Gambar 3.5. Alat pengepressan dan pencetakan 45

Gambar 3.6. Pengeringan briket 45

Gambar 3.7. Sampel briket 46

Gambar 3.8. Sampel briket hasil rekayasa sesuai cetakan 46

Gambar 3.9. Bomb vessel kalorimeter 49

Gambar 3.10. Alur proses pembuatan briket 51

Gambar 4.1. Pengeringan sampel briket 55

Gambar 4.2. Nilai kalor pembakaran briket 58

Gambar 4.3. Kurva hubungan antara suhu bara dan waktu 61

Gambar 4.4. Sisa kadar abu pembakaran briket 62

Gambar 4.5. Hasil briket rekayasa pabrik PT. Pura Barutama Kudus 64

# PEMANFAATAN LIMBAH PADAT SERPIHAN KERTAS PABRIK KERTAS PT. PURA BARUTAMA KUDUS SEBAGAI BRIKET BAHAN BAKAR

**Mokhamad Khanafi**

## Abstrak

Pabrik kertas PT. Pura Barutama dalam produksinya menggunakan bahan baku pulp, waste paper dan bahan additif. Dari sisa proses produksi, menghasilkan limbah cair dan limbah padat. Limbah cair diolah di IPAL, limbah padat dibuang ke TPA. Sebagian limbah padat berupa serpihan kertas dimanfaatkan oleh masyakat menjadi bahan bakar. Pada penelitian, akan memanfaatkan limbah padat berupa serpihan kertas untuk dijadikan briket. Adapun variabel yang akan diteliti adalah nilai kalor dan nilai ekonomis.

Limbah padat berupa serpihan kertas dan lumpur yang masih basah dikeringkan dengan sinar matahari. Serpihan kertas dan lumpur yang kering selanjutnya di pirolisis untuk mendapatkan arang. Variasi komposisi briket adalah briket A (serpihan kertas 100%), briket B (serpihan kertas 70%, lumpur 30%), briket C (serpihan kertas 60%, lumpur 40%), briket D (serpihan kertas 50%, lumpur 50%), briket E (serpihan kertas 40%, lumpur 60%), briket F (serpihan kertas 30%, lumpur 70%). Pembriketan yaitu pencetakan adonan arang dan perekat pada alat cetak dengan tekanan 30 kg/cm. Briket hasil cetakan dikeringkan dengan suhu $50^0$C di oven. Briket yang sudah kering ditandai dengan berat briket yang konstan.

Variasi komposisi campuran briket yang menghasilkan nilai kalor tertinggi adalah model D dengan variasi campuran 50% serpihan kertas, 50% lumpur. Briket yang dihasilkan memiliki kandungan energi 6670,64 kal/gr, suhu bara $150^0$C, lama membara 30 menit, tidak berasap, tidak berjelaga, aman polusi, bentuk menarik. Briket yang dihasilkan memiliki harga yang lebih murah dibandingkan briket yang lain. Briket ini dijual dengan harga < Rp. 300; sedangkan briket lain dijual > Rp. 300;. Maka briket dapat digunakan sebagai energi alternatif serta mampu membantu mengatasi masalah pencemaran tanah dengan biaya murah.

Kata kunci: serpihan kertas, briket, ekonomis.

Usage of paper mill solid waste
from PT. Pura Barutama Kudus paper factory
as a briquette


Abstract

The production of factory paper PT. Pura Barutama Kudus is using the raw material of pulp, waste paper and additive material. The raw material that is used appropriate with the end of product. The residue yielding waste water and solid waste, waste water treated in IPAL, solid waste poured into TPA. A paper mills used by the community as fuel. The studies, will use solid waste is paper mills and sludge for briquette. The studied variable is heat value and economic value.

The solid waste in form paper mills and sludge dried by the solar. Paper mills and sludge was dried furthermore go pyrolisis to get carbon. The composes briquette is briquette A (paper mill 100%), briquette B (paper mill 70%, sludge 30%), briquette C (paper mill 60%, sludge 40%), briquette D (paper mill 50%, sludge 50%), briquette E (paper mill 40%, sludge 60%), briquette F (paper mill 30%, sludge 70%). The briquette formed by the mixed carbon and adhesive material into former and given the pressure 30 kg/cm. the result of briquette forming opened with the temperature $50^0$C, the dry briquette marked with a constant heavy briquette.

The variation composition of mixed result that the briquette with a highest heat is on the model D with variation mix paper mill 50%, sludge 50%. The briquette contain energy about 6670,64 kal/gr, temperature heat is $150^0$C, the heat is up to 30 menit, no smoked and no soot but it odor. This briquette is more cheaper than other, with the price less that Rp. 300;. So this briquette can used as an alternative energy and it was environmental land friendly with cheaper price.



Key word: paper mill, briquette, economics.

# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Pabrik kertas PT. Pura Barutama yang berlokasi di daerah Kudus, memproduksi berbagai macam kertas dan ukuran kertas. Pabrik kertas mempunyai bahan baku *pulp* dan *waste paper*. Selain bahan baku, pabrik kertas ini meggunakan bahan tambahan *(additive)*. Pemakaian bahan tambahan bertujuan untuk mendapatkan produk yang lebih bagus. Pemakaian bahan baku dan additif sesuai proses produksi yang berlangsung di pabrik tersebut berdasarkan produk yang dihasilkan. Dari proses produksi tersebut akan menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan diantaranya limbah cair dan limbah padat. Limbah cair diolah di instalasi pengolahan air limbah. Sedangkan limbah padat berupa serpihan kertas dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Alasan pembuangan limbah tersebut ke TPA karena limbah padat berupa serpihan kertas dianggap tidak memiliki nilai ekonomis lagi. Disamping itu, sebagian limbah diberikan cuma-cuma kepada masyarakat untuk pengurukkan galian rumah dan diberikan kepada pengusaha jasa pengurukkan jalan-jalan. Sampai saat ini pembuangan limbah tersebut masih belum menimbulkan masalah. Tetapi untuk masa mendatang limbah tersebut akan mengakibatkan timbulnya pencemaran lingkungan. Untuk mengurangi pembuangan limbah padat serpihan kertas pabrik

kertas sebagian dibuat briket. Briket tersebut, selain dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembantu pengapian, briket tersebut diharapkan dapat mengurangi krisis energi yang diakibatkan pemakaian sumber energi akhir-akhir ini.

Kebutuhan akhir-akhir ini terus mengalami peningkatan, dan akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang. Hal ini akan mengakibatkan semakin menipisnya sumber energi dan pada akhirnya akan menyebabkan krisis energi. Sumber energi yang tidak dapat diperbaharui seperti: batubara, gas dan minyak bumi, sedangkan sumber energi yang dapat diperbaharui adalah kayu bakar. Persediaan ke dua jenis energi tersebut sampai saat ini semakin menipis. Oleh karena itu, perlu adanya usaha untuk menciptakan sumber energi baru yang dapat digunakan sebagai substitusi sumber energi dan dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif dimasa mendatang. Sebagai pengganti sumber energi yang berasal dari minyak bumi, batubara, dan kayu bakar. *(Gerry Klinken, 1991)*

Pada penelitian ini diusulkan pemanfaatan limbah padat dari sisa produksi pabrik kertas menjadi sumber energi alternatif diantaranya sebagai briket. Sehingga limbah tersebut tidak mencemari lingkungan pemukiman di sekitar industri. Masyarakat di sekitar pabrik PT. Pura Barutama Kudus, khususnya warga desa Karanganyar Demak memanfaatkan limbah padat pabrik kertas berupa serpihan kertas dijadikan bahan bakar rumah tangga sebagai pengganti kayu bakar.

## 1.2. Perumusan Masalah

Daur ulang merupakan cara untuk memanfaatkan barang bekas atau buangan yang tidak terpakai (bahan yang tidak mempunyai nilai ekonomi) sehingga menjadi barang yang dapat bermanfaat. Daur ulang, lazimnya dilakukan melalui berbagai tahap antara lain: bahan buangan atau sampah mula-mula dipisahkan menurut jenisnya, selanjutnya setiap jenis diolah sendiri-sendiri, misalnya kertas bekas menjadi kertas jadi, dan juga pemanfaatan limbah pabrik kertas sebagai briket dan sebagainya.

Dengan meningkatnya terhadap kebutuhan akhir-akhir ini, maka perlu segera diciptakan sumber energi baru yang dapat menggantikan sumber energi yang berasal dari bahan-bahan tambang dan kayu. Pemanfaatan limbah padat pabrik kertas sebagai briket bertujuan upaya mencari energi alternatif dan menghemat sumber daya alam, serta mampu mengatasi pencemaran lingkungan yang di sebabkan oleh limbah tersebut.

Berdasarkan latar belakang di atas, perumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah berapa besar nilai kalor yang dihasilkan dari pengujian sampel briket yang berasal dari daur ulang limbah padat pabrik kertas PT.Pura Barutama, Kudus, Jawa Tengah.

## 1.3. Tujuan

1. Mengetahui pengaruh variasi komposisi antara bahan serpihan kertas dengan slurry terhadap nilai kalor briket yang dihasilkan.
2. Mengkaji nilai ekonomis briket.

## 1.4. Manfaat

1. Memberi masukkan kepada pengelola industri kertas mengenai cara penanganan dan pemanfaatan limbah padat yang dihasilkan untuk didaur ulang menjadi briket yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif.
2. Sebagai upaya pengendalian dan penanganan terhadap limbah padat yang berasal dari proses pabrik kertas untuk mengurangi pencemaran tanah pada lingkungan.

## 1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi metode penanganan dan pemanfaatan limbah padat yang berasal dari pabrik kertas berupa:

1. Berapa nilai kalor untuk berbagai variasi campuran antara serpihan kartas, slurry.
2. Menguji nilai kalor dari slurry dan serpihan kertas yang dimanfaatkan sebagai briket.
3. Berapa lama proses pengeringan pada pembuatan briket ini.
4. Menguji suhu bara dan lama pembakaran briket yang dihasilkan.

## 1.6. Sistematika Tugas Akhir

Pada tugas akhir ini dibagi dalam enam bab yang dimaksudkan untuk memberikan suatu kerangka tentang isi dari tugas akhir ini, sehingga dapat dihubungkan antara bab yang satu dengan bab yang lainnya.

Secara sistematis tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini, penulis akan memberikan penjelasan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka penelitian dan hipotesa.

BAB II. DASAR TEORI

Dalam bab ini, akan diberikan penjelasan tentang bahan baku yang digunakan untuk pembuatan kertas, yang meliputi *pulp* dan *waste paper*. Selain bahan baku, bab ini juga menjelaskan bahan-bahan penolong (*additive*) yang dipergunakan dalam proses produksinya. Sumber, macam, sifat dan penggolongan limbah padat serta penanganan limbah padat pabrik kertas. Selain proses dari limbah padat pabrik kertas, bab ini juga menjelaskan proses pembuatan briket dan hal-hal lain yang berhubungan dengan briket.

BAB III. METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang lokasi, ruang lingkup, objek, alat yang berhubungan dengan penelitian. Dijelaskan juga cara pengumpulan data, cara kinerja dan prosedur penelitian.

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, penulis melaporkan dan membahas mengenai hasil penelitian. Hasil penelitian diantaranya: lama pengeringan briket, waktu yang efisien dalam pengeringan, pengujian nilai kalor dari sampel briket,

suhu dan lama membara briket setelah pengaplikasian. Selain hasil penelitian penulis juga menganalisa dari segi ekonomi briket tersebut.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penarikan kesimpulan dari uraian bab-bab sebelumnya, dan berdasarkan kesimpulan tersebut akan dikemukaan saran-saran yang mungkin bermanfaat.

BAB VI. RINGKASAN

Bab ini merupakan bab terakhir yang meringkas dari laporan yang telah dilakukan penulis dalam melaksanakan penelitian.

## 1.8. Hipotesa

Briket dengan variasi komposisi bahan campuran serpihan kertas dan slurry [1] menghasilkan nilai kalor yang paling tinggi.

---

1. Slurry adalah endapan limbah cair bercampur dengan lumpur yang berada dipinggiran sungai.

# BAB II

# DASAR TEORI

## A. Proses Produksi PT. Pura Barutama

### 2.1. Kawasan II

#### 2.1.1. Bahan Baku Dan Penolong

Bahan baku yang digunakan yaitu *pulp* dan *waste paper*. *(PT. Pura Barutama, 1998)*

1. Pulp

   Merupakan bahan setengah jadi dalam pembentukan atau pembuatan kertas yang berasal dari pemanasan kayu dengan menggunakan proses tertentu untuk pengambilan unsur-unsur bukan kayu kemudian diputihkan dan dikeringkan.

   *Pulp* yang digunakan menggunakan proses kraft yang diperoleh dari import Swiss, Swedia, New Zealand, Canada, Australia. *Pulp* yang digunakan ada dua macam yaitu: NBKP (*Needle Bleached Kraft Pulp*) adalah *pulp* serat panjang dan LBKP (*Leaf Bleached Kraft Pulp*) adalah serat pendek.

2. Waste paper

   Kertas bisa didaur ulang karena fiber didalamnya masih bisa diambil lagi. Pertimbangan digunakan *waste paper* adalah:

a. Harga relatif murah

b. Mudah tersedia dimana-mana

c. Proses lebih cepat

d. Sudah mengandung filter

Kekurangannya adalah:

a. Sulit dalam pengendalian stabilitasnya

b. Rendah kekuatan

Sedangkan *waste paper* yang digunakan yaitu *slectiva* dan *broke*.

*Slectiva* yaitu afual dari luar yang sudah dikelompokkan (berupa sisiran) menjadi satu jenis mayoritas berwarna putih. Sedangkan *broke* yaitu sisiran yang berasal dari *rewintder* dan putusan dari sistem pembentukan kertas.

Bahan pembantu yaitu bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan kertas yang fungsinya untuk:

a. Memperbaiki sifat bahan baku

b. Menambah kekuatan bahan baku

c. Memperbaiki visual bahan baku

Sedangkan hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan bahan pembantu:

a. Asal bahan tersebut (import atau lokal)

b. Mudah didapat atau tidak

c. Kondisi penyimpanan

d. Bentuk bahan yang ada (padat atau cair)

1. Kaolin

Berfungsi sebagai bahan pengisi pada proses pembuatan kertas yang artinya mengisi antara celah-celah fiber yang ada sehingga dapat memperbaiki sifat kelicinan, sifat cetak, derajat putih dan *opasitas* kertas.

Tujuan pemakaian kaolin:

a. Warna yang terang
b. *Non abrasive*
c. Mempengaruhi *apacite*

2. Rosin

Berfungsi sebagai penahan air pada kertas atau agar tahan terhadap rembesan air.

3. Alum

Berfungsi untuk:

a. Pengikat untuk mengendapkan zat perekat agar tidak mengalir dengan *white water*
b. Mcmbuat kualitas kertas tetap stabil
c. Mengatur pH

4. Pati

Berfungsi sebagai:

a. Memperbaiki permukaan kertas
b. Memperbaiki kekuatan kertas
c. Membetulkan kerataan dari kertas

5. Defoamer

Adalah zat yang dapat mencegah timbulnya busa dari proses pemucatan kertas.

### 2.1.2. Produk Yang Dihasilkan

Kertas yang diproduksi oleh pabrik Pura Kertas (kawasan II) terdiri dari berbagai macam jenis dan ukuran sesuai pesanan konsumen. Adapun jenis-jenis kertas yang diproduksi adalah sebagai berikut: *(PT. Pura Brutama, 1998)*

a. Paper Machine I
   i. HVO pink, yellow, green, blue 150 gr/$m^2$
   ii. MC pink, yellow, green, blue 160 gr/$m^2$
   iii. Chief board (*yellow board*) 300 gr/$m^2$
b. Paper Machine II
   i. White kraft : 200, 230, 250, 270, 310, 350, 400, 500 gr/$m^2$
   ii. Duplex coated : 200, 230, 250, 270, 310, 350, 400, 450 gr/$m^2$
   iii. Chift board : 500 gr/$m^2$
c. Paper Machine III
   i. HVS white : 60, 70 gr/$m^2$
   ii. Base paper coating : 50, 60, 70, 85 gr/$m^2$
   iii. Base paper non carbon require ; 40, 42, 45, 50 gr/$m^2$
   iv. Base paper cork toped paper CTP white, yellow, 32 gr/$m^2$
   v. HVS buff 53 gr/$m^2$

### 2.1.3. Unit Penghasil Limbah

Pada kawasan II terdiri dari *Paper Machine* (PM) I,II,III, proses-proses produksi sebagai sumber penghasil limbah adalah: *(PT. Pura Barutama, 1998)*

a. Limbah berasal dari *flow cyl mould* PM II dialirkan ke bak sedimen tank PM II, air tersebut kemudian dipompa menuju bak *vibrating screen* 2 yang akan digunakan dalam proses produksi.

b. Limbah berasal dari *flow cyl mould* PM I dialirkan ke bak sedimen tank PM I. Dari sedimen tank PM I, air dipompa menuju ke *highest filter*. Dari *highest filter* air dialirkan ke UPL tank dan dipompa menuju back tank dan sebagian lagi masuk ke UPL. Limbah dari *cyl mould* PM I, setelah melalui sedimen tank sebagian juga dialirkan ke *vibrating screen* 1 terus ke *accep tank*. Dari accep tank air dipompa ke HP 2 (*hydra pulper*) untuk digunakan dalam proses produksi. Disamping ke *highest filter vibrating screen* 1 air juga dialirkan ke deccer, masuk ke UPL tank dan dipompa menuju tank back dan ke UPL.

c. Air dari saluran limbah *stock prep* masuk ke bak saluran limbah terus dipompa menuju ke bak sedimen tank 2. Dari sedimen tank 2, air dipompa ke *vibrating screen* 2, terus dilanjutkan ke *accep tank* dipompa ke *proportional filter* terus dialirkan ke UPL tank dan dipompa menuju *tank bancle* dan ke UPL.

d. Air dari *over flow wwp* PM II, dialirkan ke bridge tank PM II terus dipompa menuju tank back PM II.

e. Air terakhir dari *thickener chest* 13 dialirkan ke *bridge tank* PM I dipompa ke *dosing top* PM I.

Dari semua sumber air limbah tersebut sebelum masuk ke UPL Kencing mengalami *internal treatment* di UPL tank dengan kapasitas 174 $m^3$ dialirkan dengan pipa berdiameter 8" dengan jarak 1500 m. Sedangkan untuk pipa didalam *internal treatment* menggunakan pipa 4".

## 2.2. Kawasan III

### 2.2.1. Bahan Baku Dan Bahan Penolong

Pada kawasan II ada tiga unit produksi yaitu *unit coating, offset*, dan *karton box. (PT. Pura Barutama, 1998)*

Pada *unit coating* sebagai bahan baku adalah kertas dasar yang berupa kertas roll yang sifatnya : keseragaman formasi, porositas, resistensi, sifat kekuatan kadar air, derajat putih, opasitas dan kelicinan permukaan. Bahan aktif yang digunakan berupa binder (*coating color*) dan additive kimia.

Fungsi *coating color* adalah sebagai pembawa pigmen untuk mengikat partikel pigmen menjadi satu dan mengikat partikel pigmen dengan kertas dasar memberi sifat alir yang dibutuhkan untuk retensi air. Jenis coating color adalah *natural binder* (pati caslin) dan *sintetik binder* (*styren butadin, acrylic*).

*Aditive* kimia menggunakan *foam control agent, lubricants. Aditive* ini digunakan untuk mengendalikan pigmen cairan *flow modifer, dispersent, dyes* (warna).

Pada unit *offset* sebagai bahan baku berupa lembaran kertas. Jadi kertas dalam bentuk gelondongan sudah mengalami proses pemotongan terlebih dahulu sehingga berupa lembaran kertas.

Pada unit *karton box* sebagai bahan baku berupa roll kertas.

### 2.2.2. Produk Yang Dihasilkan

Produk yang dihasilkan untuk ketiga unit produksi adalah:

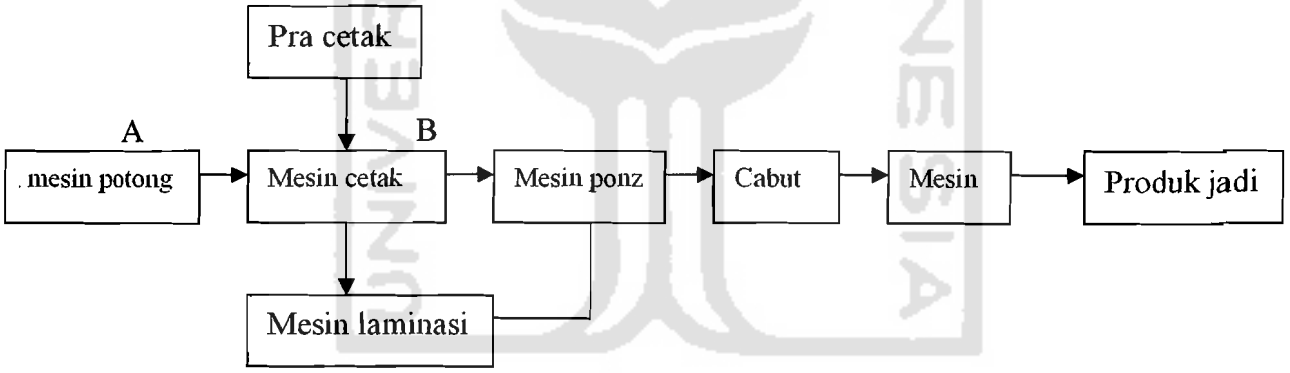
*(PT. Pura Barutama, 1998)*

a. Kardus
b. Dos makan
c. Kertas tembus karbon (NCR)
d. Dos tempat produk lain(dos susu, dos pasta gigi, dos jamu, dos rokok dan sebagainya).

### 2.2.3. Unit Penghasil Limbah

Pada kawasan III yang terdiri dari unit *coating*, unit *offset* dan unit karton dengan proses masing-masing unit menghasilkan limbah sesuai dengan proses produksinya. Untuk unit *coating* dan unit *karton box* limbah yang dihasilkan berasal dari mesin *corrugator* yang berupa limbah cair terdiri dari campuran air dan lem. Sumber kedua berasal dari mesin ponz atau *slotter* yang menghasilkan limbah cair berupa cair dan tinta. Pada kedua unit tersebut kuantitas limbah yang dihasilkan sangat sedikit, jadi lmbah dapat dibuang langsung ke lingkungan.

Pada unit *offset* menghasilkan limbah cair dalam bentuk jumlah yang sangat tinggi, sehingga ada bak penampungan sementara sebelum limbah dialirkan ke instalasi pengolahan air limbah di Kencing. Limbah yang dihasilkan berasal dari mesin cetak berupa limbah cair dan bensin atau minyak. Dalam penampungan sementara dilakukan internal treatment yang terdiri dari saringan kasar yang berfungsi memisahkan air dengan sampah atau kotoran. Setelah melalui saringan kasar air dipompa menuju bak penampungan yang berbentuk tabung berkapasitas ± 180 $m^3$/hari. Air tersebut kemudian dipompa untuk dialirkan ke instalasi pengolahan air limbah dengan pipa berdiameter 3" dan jarak ± 1000 m.




*Gambar 2.1. Diagram Produksi Dan Unit Penghasil Limbah*

keterangan:

A. Menghasilkan limbah berupa campuran air dan lem.

B. Menghasilkan limbah berupa campuran air dan tinta.

## 2.3. Kawasan IV

### 2.3.1. Bahan Baku Dan Penolong

a. Bahan baku

Bahan baku untuk pembuatan kertas yang digunakan ada dua macam: *(PT. Pura Barutama, 1998)*

1. Pulp
2. Waste paper

1. Pulp

*Pulp* yaitu serat-serat selulosa yang diperoleh dari kayu dan bahan yang melalui proses mekanik, semi mekanik, kimia mekanik, maupun proses kimia. Berdasarkan proses pembuatannya ada dua macam pulp yaitu:

a. Chemical pulp

i. LBKP (*Leaf Bleash Kraft Pulp*) yaitu jenis berserat pendek dan diputihkan dan berasal dari kayu yang berdaun lebar.

ii. NBKP (*Needsle Bleach Kraft Pulp*) yaitu jenis pulp dari kayu lunak mempunyai serat panjang (3-5 mm) dengan diputihkan.

iii. LUKP (*Leaf Unbleach Kraft Pulp*) yaitu jenis pulp dari kayu lunak dan mempunyai serat panjang dengan warna coklat.

b. Chemi mechanical pulp

i. BCTMP (*Bleach Chemi Thermo Mechanical Pulp*) merupakan jenis pulp yang dibuat dengan cara kimia mekanik dan pulp ini dikenal proses *bleaching.*

ii. CTMP (*Chemi Thermo Mechanical Pulp*) merupakan jenis pulp yang dibuat dengan cara kimia mekanik dan pulp ini tidak dikenal proses *bleaching* sehingga warnanya tidak putih.

2. Waste paper

Secara garis besar dibagi dalam tiga kategori afual:

a. Selektif terbagi dalam:

i. Selektif super

Merupakan *afual* yang berasal dari bahan baku pulp NBKP atau LBKPO, warna putih polos, bebas lem dan kotoran.

ii. Selektif biasa

Seperti *afual* selektif super tetapi tidak polos kadang ada garis-garis seperti buku tulis.

iii. Art paper

Merupakan bahan baku afual yang sama seperti selektif super tetapi ada *coating*nya (ketebalan bebas) asal tengahnya juga putih polos.

iv. Ivory polos

Merupakan *afual* kertas yang dibuat dari bahan baku pulp yang putih bersih dan ada *coatingn*ya, tetapi ditengahnya berwarna agak mangkak.

b. Marga

Merupakan suatu jenis afual kertas yang dipakai sebagai bahan campuran dan sebagai bahan alternatif bahan baku yang lebih ekonomis. Yang termasuk kategori marga adalah :

i. Duplex percetakan

Yaitu bahan baku afual kertas duplex yang berasal dari percetakan dalam keadaan bersih dapat berupa potongan atau lembaran, baik ada cetakannya atau polos.

ii. Kertas percetakan

Yaitu bahan baku afual kertas duplex yang terdiri dari kertas atau karton berwarna dan ada cetakannya atau tidak, contohnya arsip.

iii. Duplex toko

Yaitu jenis afual yang diperoleh dari toko atau masyarakat yang berupa karton bekas yang bercetakan atau tidak.

iv. Taco coklat

Yaitu jenis afual yang diperoleh dari bahan kertas pembungkus rokok atau sisiran yang dihilangkan alumunium foilnya.

v. CD polos

Yaitu jenis afual yang berasal dari kertas buram polos.

vi. CD cetak atau Koran

Yaitu jenis afual yang berasal dari kertas buram yang ada cetakannya.

vii. Ivory strip

Yaitu jenis afual yang berasal dari *ivory* tidak polos tetapi sedikit ada garis stripnya.

viii. Majalah

Yaitu jenis afual yang berasal dari kertas majalah-majalah bekas.

ix. White ledger

Yaitu jenis afual yang berasal dari kertas HVS putih yang tebal atau tipis yang bercetak.

x. Marga campuran

Yaitu jenis afual yang berasal dari pemulung baik yang berupa paper atau karton atau dos bekas yang berasal dari pasar atau *supermarket*.

xi. Supermix

Yaitu jenis marga campur dari luar negeri.

c. Box

Box merupakan bahan baku yang berasal dari box-box bekas atau kertas semen bekas.

i. Afual box biasa

Yaitu jenis afual dari *corrugated box* yang berupa lembaran, potongan atau sisiran serta kondisi bersih. Berasal dari pura box.

ii. Afual box tebal

Yaitu jenis afual dari *corrugated box* yang berasal dari luar negeri.

iii. Kertas semen

Yaitu jenis afual kertas dari pembungkus semen. Untuk kategori ini harus bersih dari bahan semennya atau tidak ada benangnya serta kotoran lainnya.

iv. NDLK (*New Double Line Kraft*)

Yaitu jenis afual dari *corrugated box* baik bentuk lembaran, sisiran dan potongan yang keluar dari pabrik langsung dan bersih dari kotoran lainnya yang berasal dari luar negeri dan diharapkan belum mengalami daur ulang sehingga diharapkan banyak mengandung serat panjang.

v. DLK (*Double Line Kraft*)

Yaitu afual dari *corrugated box* yang diharapkan banyak mengandung serat panjang.

vi. OCC (*Old Corrugated Container*)

Yaitu jenis afual dari *corrugated box* yang diperoleh dari import, kondisinya sudah mengalami daur ulang sehingga kualitasnya dibawah DLK.

vii. KLB (*Kraft Line Board*)

Yaitu bahan baku untuk kertas *kraft liner* yang berasal dari *reject* pabrik yang masih berbentuk roll.

### 2.3.2. Bahan Kimia Penolong ( *Additive*)

Bahan kimia penolong (*additive*) didalam industri kertas dirasakan sangat penting. Tujuan penambahan *additive* adalah untuk memperbaiki sifat-sifat kertas yang akan dihasilkan. Biasanya penambahan bahan pembantu ini dilakukan di *mixing chest*.

Bahan kimia penolong ditambahkan agar kertas yang dihasilkan mempunyai kualitas yang baik. Bahan penolong tersebut antara lain : (*PT. Pura Barutama, 1998*)

a. Sizing agent

Berfungsi untuk meningkatkan kualitas kertas, sehingga kertas yang dihasilkan akan tahan terhadap penetrasi air.

b. Alum

Mengendapkan rosin karena alum dapat membentuk ikatan antara rosin dan filter yang bermuatan negatif dengan alum yang bermuatan positif.

c. Dry streght additive

Terdiri dari dua macam, yaitu polimer alam (pati dan gandum) dan polimer sintetis (*polycuilamida*).

d. Wet streght additive

Jenis *wet streght* yang digunakan adalah *urea folmedihid*, yang berfungsi untuk menaikkan *streght* dari kertas pada saat basah, karena pada umumnya kertas akan turun kekuatannya saat basah.

e. Filter

Bahan pengisi yang digunakan *kaolin, calsium, carbonat, titanium oksida.*

Fungsi-fungsi dari filter :

i. Sebagai bahan pengisi antar serat, sehingga kertas yang dihasilkan tidak transparan dan juga membuat permukaan rata atau halus.

ii. Mempertinggi daya kapilaritas kertas dalam menyerap tinta.

iii. Menambah berat kertas.

f. Zat warna

Fungsinya memberi warna kertas yang akan dihasilkan.

Menurut jenisnya yang dipakai : *aurum, methylviolet, rhidamin.*

g. Retention aid

Fungsinya yaitu :

i. Meningkatkan retensi dari filter.

ii. Menangkap, mengikat dan menyebarkan bubur sehingga formasi kertas menjadi baik.

h. Defoamer

Fungsinya adalah menghilangkan buih yang terjadi, apabila timbul foam akan menimbulkan :

i. Adanya lubang jarum (*pin hole*) pada permukaan kertas.

ii. Menurunkan kapasitas pemompaan.

iii. Menurunkan kecepatan drainase.

i. Water glass ($Na_2SiO_3$) sebagai *optical brightness*.

### 2.3.3. Produk Yang Dihasilkan

Jenis produk yang dihasilkan kawasan IV:

a. Kertas ML (*Medium Liner*) 112, 125, 140, 150, 160 gsm.

b. Kertas ML 70,75 gsm.

c. Kertas gambar 70, 112, 125, 140, 160 gsm.

d. Kertas kulit buku, kertas kartu 140, 160, 180, 200, 224 gsm.

e. SK (*Samson Kraft*) amplop 63, 71, 90, 100, 112, 125 gsm.

f. Casing paper 70, 80 gsm

g. KL (*Kraft Liner*) 125, 150, 200, 300 gsm

h. SK busa 80 gsm

### 2.3.4. Unit Penghasil Limbah

Pada kawasan IV yang terdiri dari PM V dan PM VI dalam proses produksinya, unit-unit penghasil limbah adalah:

a. Defibering

b. Centrifiner

c. Centri cleaner

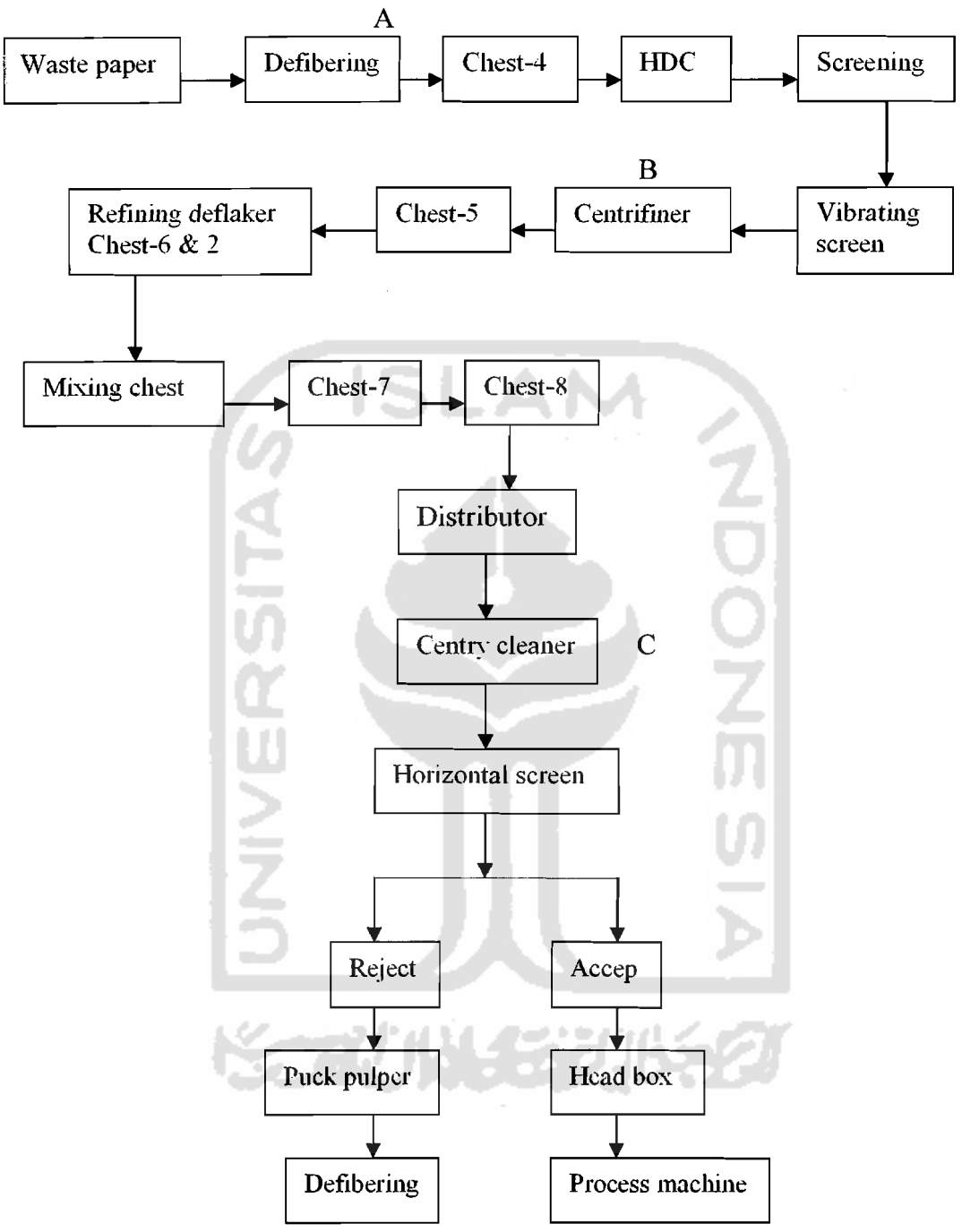
Pada unit tersebut menghasilkan limbah berbentuk cair dan padat.

Limbah padat berasal dari sisa penghancuran bahan baku yang lolos pada proses selanjutnya. Limbah tersebut dikumpulkan dalam wadah terus dibuang. Sedangkan limbah cair yang dihasilkan mengandung bahan kimia sebagai bahan penolong dalam proses produksi.

Limbah cair sebagian ada yang di*recycle* untuk dimanfaatkan lagi dalam proses produksi. Sedangkan yang tidak dapat dimanfaatkan , limbah cair tersebut dialirkan ke instansi treatment untuk mendapatkan perlakuan awal sebelum dialirkan ke IPAL.

Diantara ketiga kawasan yaitu: kawasan II, III, IV, hanya kawasan IV saja yang memanfaatkan air *effluent* dari pengolahan air di IPAL Kencing.

Berikut bagan proses produksi:




*Gambar 2.2. Proses Produksi Kawasan IV*

### 2.3.5. Hasil Uji Parameter Kandungan Limbah

Limbah yang dihasilkan berupa serpihan kertas, berikut parameter kandungan bahan yang ada pada serpihan kertas:

*Tabel 2.1. Hasil Uji Kandungan Parameter Bahan Limbah Padat Pabrik Kertas PT. Pura Barutama*

| Kode | Parameter | Satuan | Hasil uji | Deteksi limit | Baku mutu | Methods Part Number |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Anorganic | mg/l | | | | |
| D 4002 | Arsenic | mg/l | 0.003 | 0.001 | 5 | US EPA SW-846-7061 |
| D 4003 | Barium | mg/l | 0.6 | 0.1 | 100 | US EPA SW-846-7080 |
| D 4005 | Boron | mg/l | <0.008 | 0.008 | 500 | US EPA 212.3 |
| D 4006 | Cadmium | mg/l | <0.005 | 0.005 | 1 | US EPA SW-846-7130 |
| D 4011 | Chromium | mg/l | <0.05 | 0.05 | 5 | US EPA SW-846-7190 |
| D 4012 | Copper | mg/l | <0.03 | 0.03 | 10 | US EPA SW-846-7210 |
| D 4029 | Lead | mg/l | <0.01 | 0.01 | 5 | US EPA SW-846-7420 |
| D 4031 | Mercury | mg/l | <0.001 | 0.001 | 0.2 | US EPA SW-846-7470 |
| D 4043 | Selenium | mg/l | <0.007 | 0.007 | 1 | US EPA SW-846-7740 |
| D 4044 | Silver | mg/l | <0.03 | 0.03 | 5 | US EPA SW-846-7760 |
| D 4053 | Zinc | mg/l | <0.008 | 0.008 | 50 | US EPA SW-846-7950 |

*Sumber: PT. Pura Barutama 2002*

Dari hasil uji tersebut diatas, semua parameter yang diuji masih memenuhi baku mutu yang disyaratkan.

## 2.4. Penggolongan Limbah Padat

Macam-macam limbah padat didasarkan pada beberapa kriteria :

### 2.4.1. Proses Terjadinya:

Menurut proses terjadinya limbah padat dibedakan menjadi: *(Ircham, 1992):*

1. Limbah padat alami

Merupakan limbah padat yang berasal dari proses alami.

2. Limbah padat non alami

Merupakan limbah padat yang berasal dari aktifitas manusia.

### 2.4.2. Sifat Limbah Padat

Berdasarkan sifatnya limbah padat dapat dibedakan menjadi (*Ircham, 1992*):

1. Limbah padat organik

   Merupakan limbah padat yang mengandung senyawa organik yang tersusun dari unsur C, H, O. Limbah padat organik ini mudah diuraikan oleh mikroba. Contohnya: kayu, sayur mayur, dan lainnya.

2. Limbah padat anorganik

   Limbah padat yang sukar diuraikan oleh mikroba, contohnya: plastik, logam, besi, gelas.

### 2.4.3. Jenis Limbah Padat

Menurut (*Ircham, 1992*), dari jenis limbah padat dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Bisa terbakar
   a. Limbah yang mudah terbakar, contohnya: kertas, kayu, karet dan plastik.
   b. Limbah yang sukar terbakar, contohnya: kaca, besi, kaleng dan logam.

2. Bisa membusuk

   a. Limbah padat mudah membusuk, contohnya: sisa makanan, sisa daun, potongan daging, sisa buah-buahan dan sobekan kertas.

   b. Limbah padat sukar membusuk, contohnya: plastik, kaleng, pecahan kaca, karet.

### 2.4.4. Karakteristik Limbah Padat

Menurut (*Ircham, 1992*) dapat digolongkan menjadi :

1. Sampah (*Garbage)*

   Merupakan jenis sampah yang terdiri dari sisa-sisa potongan hewan atau sayur-mayur hasil pengolahan di dapur rumah tangga, hotel atau restoran, semua sampah tersebut mudah membusuk.

2. Rubiah

   Adalah sisa pengolahan yang tidak bisa membusuk, terutama yang mudah terbakar seperti kertas, kayu, sobekan kain. Kedua yang tidak mudah terbakar seperti kaleng, kaca, dan lain-lain.

3. Sapu jalanan (*Street Sweeping*)

   Merupakan semua jenis sampah dari hasil pembersihan jalanan, seperti kertas, kotoran dan daun-daunan.

4. Ashes

   Ini adalah sampah dari hasil pembersihan atau jenis abu dari hasil pembakaran baik dari rumah tangga atau industri.

5. Hewan mati (*Dead Animal*)

Yakni bangkai binatang yang mati karena alam, kecelakaan maupun penyakit.

6. Sepeda motor rusak *(Abandoned Vehicles)*

Contohnya dari jenis ini adalah bangkai kendaraan seperti sepeda, motor, becak dan lain-lain.

7. Sampah industri

Dari jenis sampah industri seperti sisa pengolahan hasil bumi, tumbuh-tumbuhan dan industri lainnya.

8. Sampah khusus

Yakni sampah yang memerlukan penanganan khusus misalnya kaleng cat, zat aktif, sampah pemati serangga, obat-obatan dan lainnya.

### 2.4.5. Dampak Terhadap Lingkungan

Dampak akibat pembuangan limbah padat pabrik kertas secara langsung ke lingkungan dapat menimbulkan pencemaran terhadap tanah, air dan udara. Dengan adanya pencemaran tersebut menyebabkan turunnya kualitas lingkungan. Sehingga perlu penanganan yang lebih tepat untuk dapat mengendalikan pencemaran yang disebabkan oleh limbah padat.

1. Pencemaran terhadap tanah

Pembuangan langsung limbah padat sisa produksi kertas ke areal tertentu (pembuangan TPA) akan menyebabkan kerusakan permukaan

tanah serta tekstur tanah. Hal ini dapat menyebabkan tanah tidak dapat memberi manfaat yang sesuai peruntukkannya.

2. Pencemaran terhadap air

Pembuangan limbah padat ke perairan akan menimbulkan endapan yang menumpuk, perubahan warna air dan bau yang menyengat. Perubahan warna dan bau disebabkan adanya pembusukan limbah padat dalam perairan.

Sebagai akibat dari perubahan warna air perairan akan mengganggu kelangsungan hidup dan mengganggu fotosintesis pada tanaman dalam perairan. Hal ini disebabkan terhalangnya sinar matahari untuk menembus perairan. Dampak lain adalah timbulnya endapan terlarut pada perairan sehingga dapat menyebabkan terjadinya banjir pada musim penghujan. Adanya perubahan warna dan bau digunakan sebagai indikator terhadap pencemaran yang terjadi di perairan tersebut.

3. Pencemaran terhadap udara

Dampak pembuangan limbah padat sisa produksi kertas langsung ke lingkungan dapat menyebabkan timbulnya bau busuk pada daerah di sekitar lokasi pembuangan, akibat dari pembusukan limbah padat sisa proses produksi kertas tersebut. Timbulnya bau busuk yang terkonsentrasi di udara dalam waktu relatif lama dapat menyebabkan terjadinya pencemaran terhadap udara pada sekitar lokasi pembuangan.

## 2.5. Penanganan Limbah Padat Pabrik Kertas

Tindakan penanganan terhadap lingkungan pada limbah padat industri kertas merupakan upaya untuk mengendalikan dan mengurangi beban pencemaran terhadap lingkungan. Metode penanganan limbah padat industri kertas antar lain dilakukan melalui proses daur ulang limbah padat untuk dijadikan briket.

Dengan adanya penanganan terhadap limbah padat pabrik kertas secara daur ulang menjadi briket akan menghasilkan sumber energi alternatif. Proses daur ulang dalam penanganan limbah padat menjadi briket dapat dipergunakan sebagai sumber energi kalor atau panas hal ini merupakan penerapan teknologi peduli lingkungan dengan biaya rendah. Sumber energi kalor atau panas yang dihasilkan dari pembakaran briket dapat digunakan untuk menggantikan sumber energi panas yang berasal dari bahan tambang seperti minyak bumi dan batubara.

Penanganan limbah padat pabrik kertas untuk pembuatan briket adalah dapat mencegah, mengurangi dan mengendalikan beban pencemaran tanah terhadap lingkungan akibat pembuangan secara langsung. Sehingga akan tercipta lingkungan yang bersih, nyaman dan sehat, serta dihasilkan sumber energi alternatif. *(PT. Pura Barutama, 1998).*

## 2.6. Pemanfaatan Briket

Di masa sekarang ini peningkatan permintaan akan bahan bakar alternatif dengan biaya murah dan ramah lingkungan semakin banyak. Pemanfaatan sumber energi alternatif seperti briket tersebut tidak hanya pada skala rumah tangga tetapi

sudah pada sektor industri-industri dan perhubungan. Misalnya untuk pembakaran pada lokomotif kereta dan masih banyak lagi.

Perkembangan ilmu dan teknologi menyebabkan masyarakt mulai mengerti dan mulai menggunakan sumber energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Hal ini juga berpengaruh besar dalam usaha untuk menghemat dari sumber energi tambang.

## 2.7. Keunggulan dan Kelemahan Briket

Penelitian tentang pemanfaatan limbah padat pabrik kertas sebagai briket merupakan upaya untuk mengendalikan dan mengurangi beban pencemaran terhadap lingkungan. Pemilihan penanganan limbah padat pabrik kertas sebagai briket dipilih karena mempunyai keunggulan-keunggulan sebagai berikut :

1. Dapat membantu mengendalikan pencemaran akibat pembuangan limbah padat oleh industri kertas secara langsung ke lingkungan.
2. Bahan baku untuk pembuatan briket cukup banyak.
3. Nilai kalor yang dihasilkan dari pembakaran briket relatif tinggi.
4. Merupakan penerapan teknologi peduli lingkungan dengan biaya murah.

Adapun kelemahan dari briket tersebut adalah :

1. Pembakaran awal perlu bantuan.
2. Memerlukan dapur tambahan sesuai cetakannnya.

## B. Landasan Teori

Daur ulang limbah padat sebagai briket telah diteliti dari daur ulang limbah padat dari pabrik gula yang dilakukan oleh Agus, 1992. Penelitian tersebut dihasilkan briket dengan nilai kalor pembakaran 3523,40 kalori/gram. Penelitian tersebut penulis gunakan sebagai bahan pembanding dalam penulisan penelitian tentang pemanfaatan limbah padat pabrik kertas sebagai briket. Penelitian ini dilandasi oleh satu pemikiran:

1. Masih tersedianya cukup banyak bahan baku limbah padat pabrik kertas yang dapat didaur ulang menjadi briket.
2. Pemanfaatan limbah padat pabrik kertas sebagai briket dapat membantu mengurangi pencemaran terhadap lingkungan.

## 2.8. Hukum-hukum yang terkait

Nilai kalor dari pembakaran briket hasil daur ulang limbah padat pabrik kertas memiliki keterkaitan dengan hukum-hukum sebagai berikut :

### 1. Asas Black

Jika dua macam zat suhunya berbeda dicampurkan atau disentuhkan satu terhadap yang lain, maka zat yang suhunya lebih tinggi akan melepaskan panas yang besarnya sama dengan panas yang diserap oleh zat yang suhunya lebih rendah (*Klinken, 1991*), secara matematis dinyatakan:

$$Qp = Qs \quad .....(1)$$

Dengan, Qp : panas yang dilepaskan (kalori)

Qs : panas yang diserap (kalori)

**2. Hukum Thermodinamika I**

Hukum Thermodinamika I terkait dengan kekekalan energi, dinyatakan:

Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan namun dapat diubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain (*Soemarwoto, 1994*).

**3. Hukum Thermodinamika II**

Tidak mungkin membuat satu mesin yang bekerja secara kontinyu mengubah seluruh kalor yang diserap menjadi energi mekanis tanpa ada kalor yang dibuang. Dinyatakan:

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

**4. Rumus standarisasi Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter** dengan benzoat yang memiliki nilai kalor 6318 kalori / gram adalah :

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

$$= dt-r_1(b-a)-r_2(c-b).....(2)$$

$$W = \frac{(6318 + e_1 + e_2)}{t\ ^0C} \quad .....(3)$$

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 (menit)

ta = titik temperatur pada saat pembakaran ($^0$C)

tb = titik temperatur pada saat 60% pembakaran total

tc = titik temperaur pada saat tidak ada perubahan temperatur ($^0$C)

$r_1$ = temperatur rata-rata setiap menit sebelum terjadi pembakaran ($^0$C/menit)

$r_2$ = temperatur rata-rata setiap menit setelah pembakaran ($^0$C/menit)

W = equivalent energi kalorimeter dari pembakaran cuplikan asam benzoat (kal/$^0$C)

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

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

**5. Rumus Perhitungan Nilai Kalor Sampel Briket**

$$H = \frac{t\,W - (e_1 - e_2)}{m} \quad .....(4)$$

dengan:

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

m = berat sampel yang terbakar (gr)

$= m_1 - m_2$

**2.9.2. Prinsip-prinsip yang terpenting**

Prinsip-prinsip yang penting dalam penelitian tentang penanganan limbah padat kertas adalah :

1. Limbah padat pabrik kertas berupa serpihan kertas dapat menyebabkan pencemaran tanah terhadap lingkungan bila dibuang langsung.
2. Limbah padat pabrik kertas dapat didaur ulang untuk dijadikan briket yang dapat menghasilkan sumber energi kalor melalui pembakaran briket.
3. Nilai kalor yang dihasilkan dari pembakaran briket tinggi sehingga dapat sebagai energi kalor alternatif.

# BAB III

# METODE PENELITIAN

## 3.1. Lokasi Penelitian

1. Pabrik kertas PT. Pura Barutama Kudus Jawa Tengah

   Merupakan tempat untuk survei lapangan dan tempat pengambilan sampel limbah yang berupa serpihan kertas.

2. Laboratorium Fisika Terapan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

   Merupakan tempat untuk pembuatan briket dari limbah padat pabrik kertas yang dihasilkan pabrik PT. Pura Barutama Kudus Jawa Tengah.

3. Laboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

   Merupakan tempat untuk pengujian nilai kalor briket dan pengukuran suhu, lama waktu bara api briket dari limbah padat serpihan kertas yang dihasilkan pabrik PT. Pura Barutama Kudus Jawa Tengah.

## 3.2. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian mengenai daur ulang limbah padat dari pabrik kertas, adalah untuk menentukan atau mengukur nilai kalor dari pembkaran briket hasil daur ulang limbah padat sisa proses produksi pabrik kertas. Dan pengujian nilai kalor sampel

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

### 3.3. Objek Penelitian

Objek penelitian berupa limbah padat dari pabrik kertas PT. Pura Barutama, Kudus, Jawa Tengah. Pembuatan briket ini terdiri dari bahan berupa serpihan kertas dan slurry sungai Kali Serang yang tercemar limbah industri.

### 3.4. Variabel Yang Diteliti

1. Variabel penelitian adalah nilai kalor.
2. Variabel penelitian adalah komposisi campuran serpihan kertas, slurry, dan perekat dengan komposisi yang berbeda.
3. Nilai ekonomis briket.

### 3.5. Alat Dan Bahan

1. Alat

   Alat yang digunakan dalam pembuatan briket adalah:

   a. Press dan cetakan
   b. Spidol
   c. Nampan
   d. Ember
   e. Timbangan
   f. Tumbuk dan alu

g. Ayakan

h. Thermometer

i. Panci dan sendok

j. Kompor

k. Pengering

l. Oven pirolisis

m. Stop-watch

2. Bahan

Bahan yang digunakan antara lain:

a. Serpihan kertas

b. Slurry

c. Perekat

3. Cara kerja:

a. Serpihan kertas dan slurry dari industri dikeringkan dengan oven

b. Selanjutnya dipisahkan antara slurry dan serpihan kertas yang telah kering.

c. Masukkan slurry dan serpihan kertas kering ke tabung pirolisis yang disediakan sesuai jenisnya.

d. Setelah pirolisis, tumbuk sendiri-sendiri antara serpihan kertas dan slurry hasil pirolisis untuk mendapatkan arang. Dan diayak untuk mendapatkan arang halus.

e. Selanjutnya arang slurry dan serpihan kertas ditimbang untuk menentukan variasi komposisi yang diinginkan.

f. Mencampurkan bahan-bahan pembuatan briket sesuai dengan variasi komposisinya, secara merata (dilakukan dengan pengadukan) dan siap dicetak.

g. Masukkan campuran ke dalam ruang cetak dan percetakan dapat dilakukan dengan pengepresan.

h. Keluarkan briket dari ruang percetakan, dan beri tanda untuk membedakan jenis briket yang sesuai komposisinya.

i. Untuk menghilangkan kadar air dalam briket dipanaskan menggunakan oven pengering dengan suhu $60^0$C-$70^0$C.

j. Kemudian ditimbang untuk mengetahui massa dan waktu yang dibutuhkan untuk mengeringan briket.

k. Setelah briket kering dapat dipergunakan untuk pembakaran dan pemeriksaan nilai kalornya.

### 3.6. Cara Pengumpulan Data

Limbah padat pabrik kertas PT. Pura Barutama, Kudus berupa serpihan kertas. Cara penentuan variasi komposisi dengan melakukan penimbangan sesuai dengan model A sampai F, hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kalor yang dihasilkan dari variasi komposisi antara slurry dan serpihan kertas dari tiap-tiap model sampel briket.

### 3.6.1 Pengumpulan Data Primer

Pengukuran nilai kalor yang dihasilkan dari pembakaran briket hasil daur ulang limbah padat pabrik kertas dilakukan dilaboratorium Fisika Pusat Antar Universitas, Universitas Gajah Mada.

### 3.6.2. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh melalui pengambilan data-data dari pabrik kertas PT. Pura Barutama, Kudus dan studi pustaka dari literatur yang berkaitan dengan proses pembuatan briket dari daur ulang sisa proses produksi kertas serta penanganannya.

## 3.7. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari:

### 3.7.1. Persiapan Penelitian

1. Perijinan survei penelitian pada pabrik kertas PT. Pura Barutama, Kudus.
2. Penentuan objek penelitian pada unit penghasil limbah.
3. Pengambilan foto dari unit penghasil limbah dan lokasi penampungan limbah padat pada pabrik kertas PT. Pura Barutama Kudus.

### 3.7.2. Penelitian Di Lapangan

1. Pengambilan sampel

   Pengambilan sampel limbah padat di pabrik kertas PT. Pura Barutama dilakukan di penampungan limbah padat sebelum limbah dibuang ke lingkungan sekitar.

   Untuk slurry, diambil dari lumpur sungai yang tercemari air limbah pabrik PT. Pura Barutama.

2. Kriteria pembuatan briket

   a. Ukuran cetakan

   Briket yang dibuat berbentuk segi enam dengan ukuran cetakan dalam pembuatan briket daur ulang adalah sebagai berikut:

   Panjang rusuk : 3.5 cm

   Tinggi : 1.5 cm

   Dasar pembuatan ukuran cetakan adalah:

   i. Untuk memudahkan pembuatan briket
   ii. Sesuai cetakan di laboratorium
   iii. Untuk memudahkan penyimpanan briket

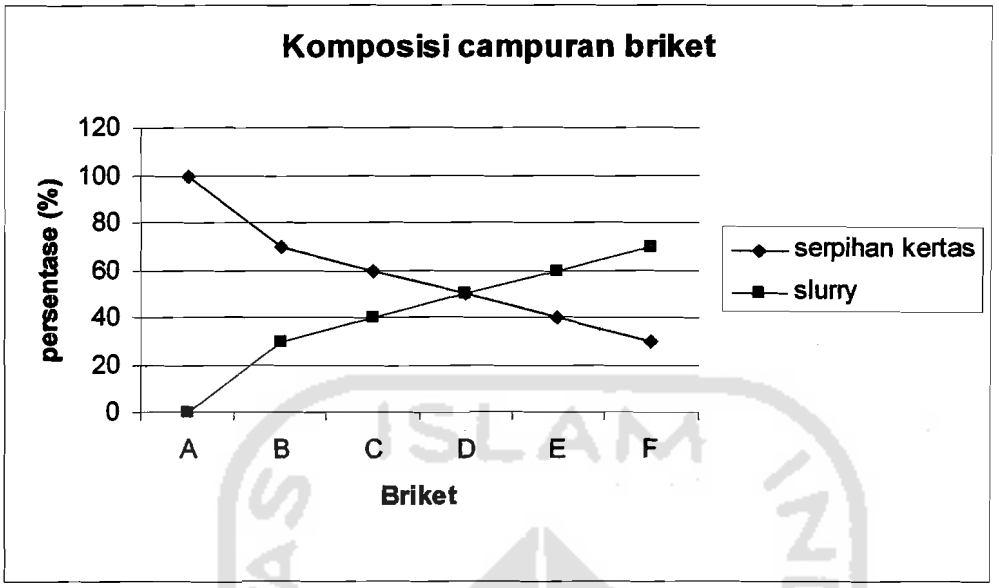
   b. Prosedur pembuatan briket

   Limbah padat sisa proses produksi kertas berupa serpihan kertas yang diambil dari tempat penampungan limbah, dikeringkan dahulu sampai membentuk padatan. Setelah kering mulai dilakukan proses pirolisis

(pengarangan). Dalam proses ini diusahakan terbentuk arang bukan terbentuk abu. Selanjutnya arang hasil pirolisis ditumbuk sehingga arang hancur. Kemudian arang disaring guna mendapatkan arang yang halus. Untuk slurry sama juga begitu yang harus dilakukan untuk mendapatkan arang yang halus. Arang halus slurry, serpihan kertas dan perekat dicampur merata dalam wadah sesuai variasi komposisi.
Kemudian dicetak untuk mendapatkan briket sesuai cetakan dan selanjutnya dikeringkan.

c. Variasi komposisi bahan campuran

Komposisi bahan baku untuk pembuatan briket daur ulang limbah padat pabrik kertas berupa serpihan kertas yang ditambahkan lumpur dan perekat akan mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan dari pembakaran briket. Sehingga perlu ditentukan variasi komposisi campuran yang paling tepat untuk menghasilkan nilai kalor yang paling tinggi.
Briket mempunyai berat 25 gr dengan komposisi bahan untuk campuran briket adalah:




*Gambar 3.1. Persentase Bahan Baku Sampel Briket.*

Briket Model A:

Serpihan kertas : 100 %

Slurry : 0 %

Perekat : ~

Briket Model B:

Serpihan kertas : 70 %

Slurry : 30 %

Perekat : ~

Briekt Model C:

Serpihan kertas : 60 %

Slurry : 40 %

Perekat : ~

Briket Model D:

| | |
|---|---|
| Serpihan kertas | : 50 % |
| Slurry | : 50 % |
| Perekat | : ~ |

Briket Model E:

| | |
|---|---|
| Serpihan kertas | : 40 % |
| Slurry | : 60 % |
| Perekat | : ~ |

Briket Model F:

| | |
|---|---|
| Serpihan kertas | : 30 % |
| Slurry | : 70 % |
| Perekat | : ~ |

d. Gambar tahapan pembuatan briket

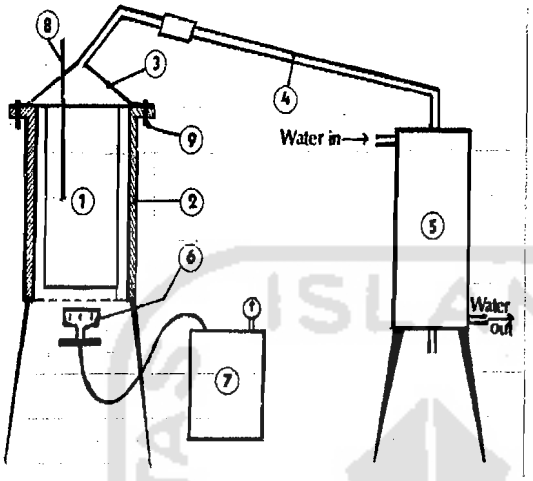
1. Persiapan bahan



Serpihan kertas lSlurry

*Gambar 3.2. Tempat Penampungan Sampel*

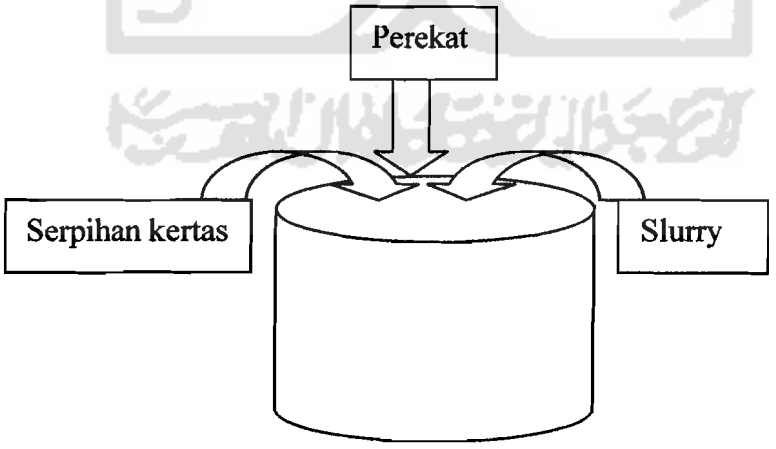
2. Proses pirolisis




1. Ruang bakar
2. Dinding tahan api
3. Cerobong asap
4. Pipa asap pembakaran
5. Bak pendingin asap
6. Tungku bakar
7. Tanki tahan bakar
8. Termokopel
9. Skrup penguat

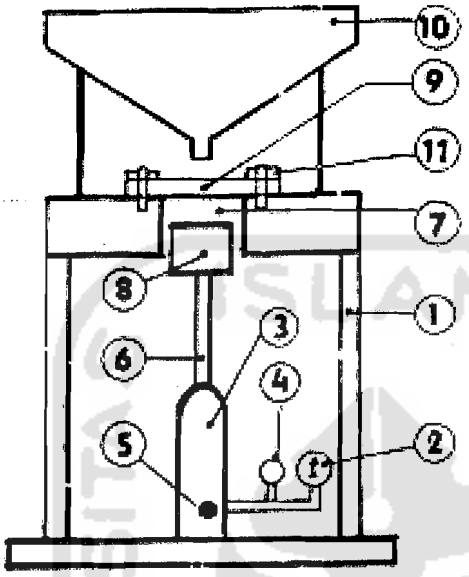
*Gambar 3.3. Peralatan Pirolisis*

3. Proses pembuatan adonan




*Gambar 3.4. Tempat Pencampuran Adonan*

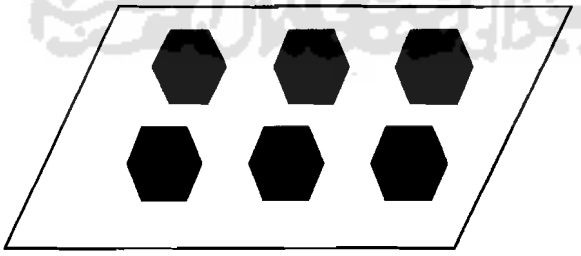
4. Pencetakan dan pengepressan




1. Kerangka dari besi
2. Manometer
3. Dongkrak
4. Tempat pengungkit
5. Pengatur kerja dongkrak
6. Lengan kompresi
7. Ruang pengepressan
8. Piston pengepressan
9. Bantalan press
10. Penampungan adonan
11. Baut penguat

*Gambar 3.5. Alat Pengepressan Dan Pencetakan*

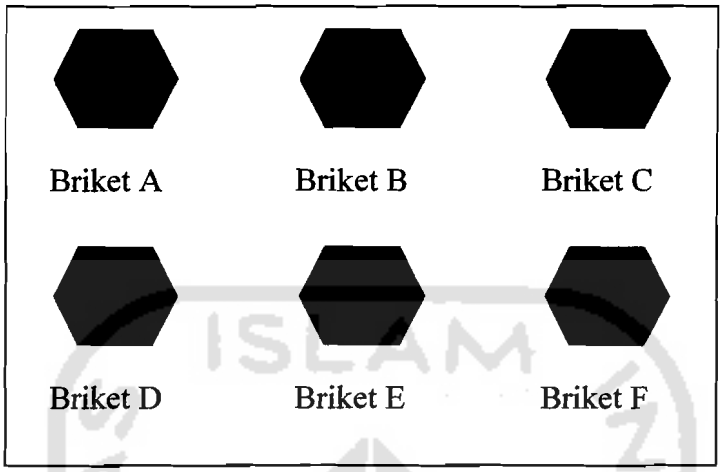
5. Proses pengeringan



*Gambar 3.6. Pengeringan Briket*

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

6. Arang briket hasil rekayasa




*Gambar 3.7. Sampel Briket*



*Gambar 3.8. Sampel Briket Hasil Rekayasa Sesuai Cetakan.*

### 3.8. Pemeriksaan Nilai Kalor

Dalam pengujian nilai yang dihasilkan dari pembakaran sampel briket daur ulang limbah padat pabrik kertas adalah berikut:

1. Alat

Alat yang digunakan dalam pengujian nilai kalor adalah:

i. Vessel bomb kalorimeter
ii. Reaktor vessel bomb kalorimeter
iii. Cawan sampel
iv. Timbangan
v. Power suplai
vi. Bor briket

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian nilai kalor adalah:

i. Aquadest
ii. Gas oksigen
iii. Kawat pembakar
iv. Sampel briket

3. Cara kerjanya:

1. Menimbang sampel potongan briket sekitar 0,8 – 1,0 gram.
2. Meletakkan sampel potongan briket pada cawan sampel.
3. Kemudian menempatkan cawan sampel pada Vessel Bomb Kalorimeter dan menghubungkan sampel dengan kawat pembakaran.
4. Menutup Vessel Bomb Kalorimeter rapat-rapat.

5. Mengisikan oksigen dengan tekanan 30-35 atmosfer ke dalam Vessel Bomb Kalorimeter melalui lubang udara.
6. Memasukkan aquadest ke dalam Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter sebanyak 2000 ml.
7. Memasukkan Vessel Bomb Kalorimeter ke dalam Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
8. Kemudian menutup Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
9. Memasang motor dengan strength pengaduk.
10. Menempatkan thermometer kedalam Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
11. Menghubungkan dengan arus listrik AC 23 volt.
12. Menekan tombol power supplay ke posisi on.
13. Mengamati perubahan temperatur yang terjadi setiap menit sampai suhu menjadi homogen dan tetap.
14. Mematikan skalar dengan menekan tombaol off setelah tercapai temperatur yang konstan.
15. Menghubungkan Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter dengan arus listrik 23 volt dengan tombol on.
16. Mengamati dan mencatat perubahan temperatur yang terjadi setiap menit.
17. Mematikan skalar dengan menekan tombol off setelah tercapai temperatur tertinggi yang konstan.
18. Membuka tutup Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.

19. Mengeluarkan Vessel Bomb Kalorimeter dari Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
20. Membuang air sisa pembakaran yang ada didalam Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.
21. Membersihkan peralatan.



*Gambar 3.9. Bomb Vessel Kalorimeter.*

## 3.9. Analisis Data

### 3.9.1. Tahapan Penelitian

Bahan baku limbah padat yang diambil dari penampungan limbah masih memiliki kadar air yang cukup tinggi. Kadar air yang masih relatif tinggi akan sangat mengganggu pada proses pirolisis. Untuk mengurangi kadar air dilakukan pengeringan dengan menggunakan sinar matahari atau menggunakan oven (suhu panas sinar matahari). Kadar air turun hingga mencapai lebih kurang dari 20%, yang merupakan kadar air yang paling ideal dan bahan siap dipirolisis.

Pirolisis limbah padat dilakukan dengan peralatan pirolisis. Limbah dimasukkan kedalam ruang bakar hingga penuh dan relatif padat, setelah di yakini tidak terdapat kebocoran udara yang masuk kedalam reaktor, maka pirolisis dapat dilaksanakan yaitu dengan menghidupkan tungku pambakar. Beberapa saat kemudian akan keluar asap melalui cerobong asap, artinya telah terjadi proses pirolisa. Setelah asap pembakar tidak keluar, artinya proses pirolisa telah selesai dan arang hasil pirolisa dapat dikeluarkan dari reaktor jika telah benar-benar dingin.

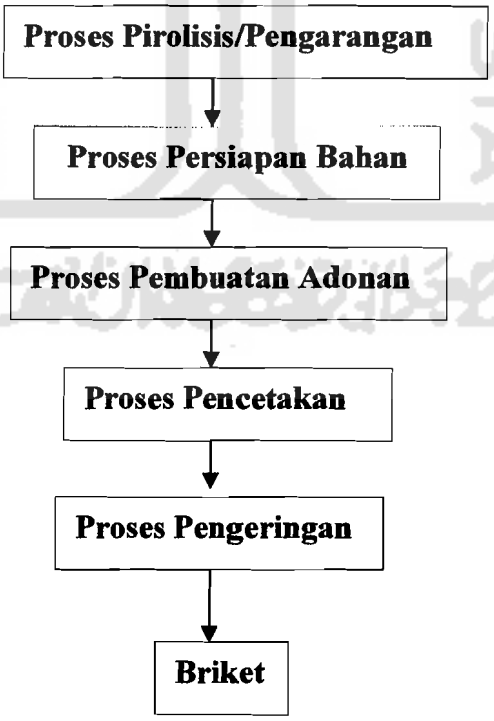
Arang hasil pirolisis ditumbuk hingga halus dan disaring untuk mendapatkan ukuran butiran yang seragam. Arang halus dicampur dengan lem perekat yang telah dipersiapkan dan ditambah sedikit air hangat dan diaduk hingga terbentuk adonan yang paling ideal.

Pembriketan, yaitu pencetakkan adonan untuk menghasilkan briket dilakukan dengan peralatan pencetakan. Adonan dimasukkan ke ruang pengepresan dan siap

untuk di cetak. Tekanan pencetakan dapat di variasi untuk mendapatkan kekerasan briket sesuai yang dikehendaki.

Briket hasil pencetakan tidak dapat langsung digunakan karena kadar airnya masih tinggi mencapai 30%, sehingga perlu dikeringkan. Pengeringan briket dapat dilakukan dengan sinar matahari atau oven. Dengan pengeringan rata-rata $50^0$C (Derajat Celcius) didalam oven. Untuk mengetahui briket benar-benar kering ditandai jika berat briket tetap konstan setelah melalui penimbangan dan tidak terjadi penurunan selama pengeringan.

Ada berbagai alur proses yang dapat digunakan untuk mendaur ulang limbah padat kertas pabrik kertas menjadi briket. Di bawah ini disajikan alur poses yang sederhana pembuatan briket:




*Gambar 3.10. Alur Proses Pembuatan Briket*

### 3.9.2. Rumus Perhitungan Nilai Kalor Sampel

$$t = tc\text{-}ta\text{-}r_1(b\text{-}a)\text{-}r_2(c\text{-}b)$$

$$= dt\text{-}r_1(b\text{-}a)\text{-}r_2(c\text{-}b).....(1)$$

$$W = \frac{(6318 + e_1 + e_2)}{t\ ^0C} \quad .....(2)$$

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 (menit)

ta = titik temperatur pada saat pembakaran ($^0$C)

tb = titik temperatur pada saat 60% pembakaran total

tc = titik temperaur pada saat tidak ada perubahan temperatur ($^0$C)

$r_1$ = temperatur rata-rata setiap menit sebelum terjadi pembakaran ($^0$C/menit)

$r_2$ = temperatur rata-rata setiap menit setelah pembakaran ($^0$C/menit)

W = equivalent energi kalorimeter dari pembakaran cuplikan asam benzoat (kal/$^0$C)

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

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

$$H = \frac{t\ W\text{-}\ (e_1\text{-}e_2)}{m} \quad .....(3)$$

dengan:

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

m = berat sampel yang terbakar (gr)

$= m_1\text{-}m_2$

### 3.9.3. Perhitungan Nilai Ekonomi Komersial Briket

Perhitungan biaya briket hasil rekayasa dari limbah padat serpihan kertas pabrik kertas PT. Pura Barutama:

a. Analisis Biaya Peralatan
b. Analisis Biaya Bahan Baku Briket
c. Biaya Operasional
d. Perkiraan Hasil Penjualan Dan Keuntungan
e. Analisis Break Event Point (BEP) Atau Titik Impas

# BAB IV

# HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

## 4.1. Hasil Penelitian

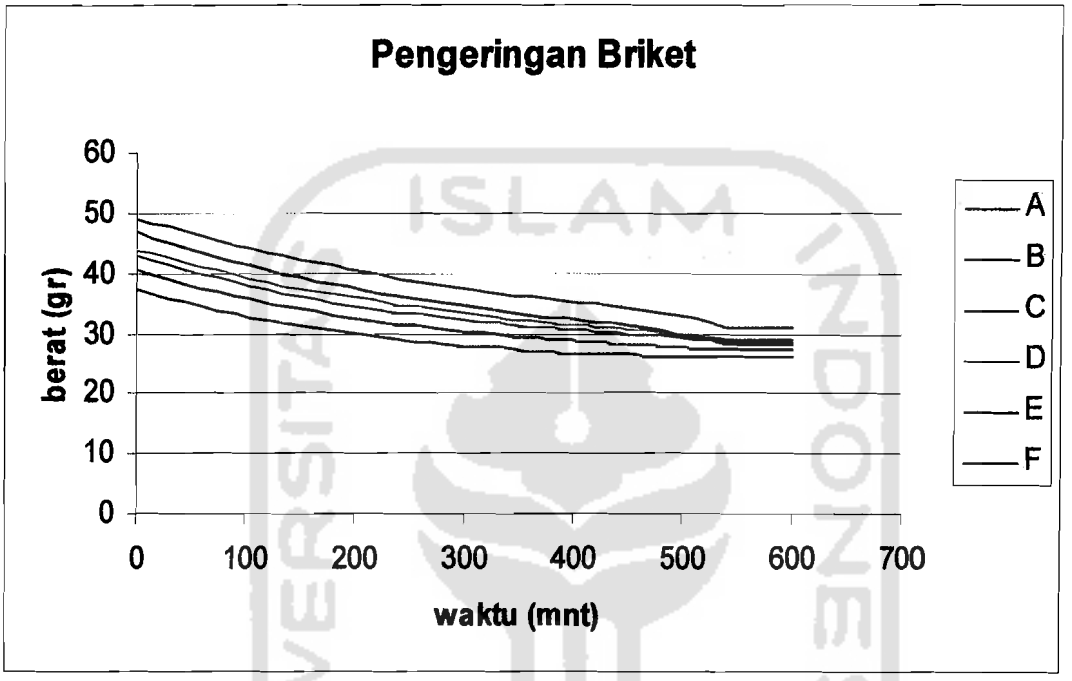
### 4.1.1. Lama Pengeringan Briket

Pengeringan dilakukan untuk mengetahui kadar air di dalam briket. Briket dari daur ulang limbah padat PT. Pura Barutama berupa serpihan kertas dicetak sesuai komposisi dengan bentuk segi enam. Briket hasil cetakan masih mengandung kadar air yang ditimbulkan perekat. Untuk mengurangi kadar air tersebut dilakukan pengeringan.

Briket hasil daur ulang limbah padat kertas pabrik kertas PT.Pura Barutama, dengan berat mula-mula 25 gr dan ditambah perekat sesuai adonan. Setiap briket memerlukan perekat yang berbeda, jika adonan diaduk merata memakai mesin akan lebih sempurna hasilnya dibandingkan dengan manual. Sehingga mengakibatkan briket menjadi berbeda berat awalnya. Perbedaan berat yang diakibatkan perekat ini tidak mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan. Tujuan pemberian perekat hanya untuk melekatkan campuran antara arang serpihan kertas dan slurry agar menjadi satu bentuk cetakan yang kita inginkan. Briket keseluruhan memakai persen berat sama, yang mengakibatkan perbedaan beratnya karena kandungan perekat.

Untuk mengetahui hasil lama pengeringan briket dapat dilihat dengan membuat kurva hubungan antara penurunan berat briket dan waktu.

Berikut grafik lama pengeringan briket:




*Gambar 4.1. Lama Pengeringan Briket*

Berikut tabel hasil lama pengeringan briket sesuai komposisinya dapat dilihat pada halaman selanjutnya:

*Tabel 4.1. Lama Pengeringan Briket Sesuai Komposisi*

| Komposisi briket | Waktu pengeringan (jam) |
|---|---|
| Briket A (100% sepihan kertas, 0% slurry) | ( 8 s/d 10 ) |
| Briket B (70% serpihan kertas, 30% slurry) | ( 8 s/d 10 ) |
| Briket C (60% serpihan kertas, 40% slurry) | ( 8 s/d 10 ) |
| Briket D (50% serpihan kertas, 50% slurry) | ( 8 s/d 10 ) |
| Briket E (40% serpihan kertas, 60% slurry) | ( 8 s/d 10 ) |
| Briket F (30% serpihan kertas, 70% slurry) | ( 8 s/d 10 ) |

Briket daur ulang limbah padat pabrik kertas mula-mula berat 25 gram dan ditambah perekat sehingga berat awalnya berbeda, briket akan benar-benar kering (kadar airnya minimal) setelah dikeringkan selama 8 jam pada suhu $60^0$C dalam oven. Hal ini ditunjukkan bahwa setelah 8 jam pengeringan berat briket tidak lagi mengalami penurunan (lihat lampiran 1). Berat akhir bisa untuk menentukan kadar perekat yang telah digunakan (perekat=berat akhir-berat awal). Dan briket yang baik bila mempunyai kadar air kurang dari 10%.

### 4.1.2. Hasil Pengujian Nilai Kalor Briket

Setiap model briket dilakukan variasi dengan campuran yang teratur, hal ini bertujuan mengetahui pengaruh dari pertambahan serpihan kertas maupun slurry terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Dari hasil analisis laboratorium didapat hasil dari pembakaran sampel briket dalam satu model ada yang mengalami kenaikan dan ada pula yang menurun. Perbedaan hasil ini disebabkan karena homogenitas dari arang sampel dalam briket dan juga peneliti didalam menjalankan peralatan percobaan dilaboratorium khususnya Vessel Bomb Kalorimeter.

Berikut hasil nilai kalor dari pembakaran sampel briket:

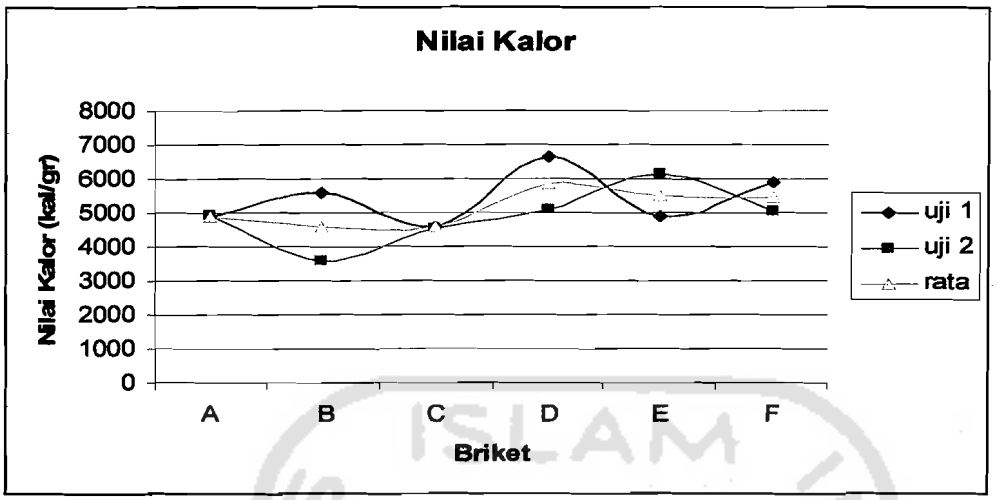
*Tabel 4.2. Nilai Kalor Hasil Dari Pembakaran Briket*

| Ulangan | Variasi komposisi campuran (kal/gr) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Briket | Model A | Model B | Model C | Model D | Model E | Model F |
| I | 4893.131 | 5611.54 | 4604.361 | 6670.64 | 4886.558 | 5900.558 |
| II | 4948.006 | 3577.536 | 4549.456 | 5075.398 | 6149.667 | 5040.68 |
| Jumlah | 9841.137 | 9189.076 | 9154.038 | 11746.03 | 11036.225 | 10941.23 |
| Rata-rata | 4920.685 | 4594.538 | 4577.019 | 5873.019 | 5518.113 | 5470.619 |

*Data primer, 2003*

Dari penelitian enam sampel dengan dua kali pengulangan didapatkan data yang di jadikan dasar untuk mengetahui pengaruh dari berbagai variasi komposisi bahan campuran terhadap nilai kalor yang dihasilkan.

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




*Gambar 4.2. Nilai Kalor Briket*

Dari uji pembakaran briket untuk pengujian pertama nilai kalor yang tertinggi adalah briket D (6670,64 kal/gr) dan nilai kalor terendah briket C (4604,361 kal/gr). Untuk uji kedua, nilai kalor tertinggi adalah briket E (6149,667 kal/gr) dan nilai kalor terendah briket B (3577,54 kal/gr). Kedua uji pembakaran briket yang menghasilkan kalor tinggi adalah briket D dan briket E. Dari hasil rata-rata nilai kalor uji pembakaran briket, nilai kalor briket D (5873,019 kal/gr) yang menunjukkan nilai kalor paling tinggi dibandingkan dengan briket E (5518,113 kal/gr). Sehingga briket yang baik adalah briket D.

Bahan baku sangat berpengaruh terhadap nilai kalor. Faktor yang mengakibatkan perbedaan nilai kalor dari hasil pembakaran adalah karena homogenitas campuran komposisi bahan briket. Briket dengan berat 25 gram mempunyai campuran sesuai komposisinya, diambil 1 gram untuk diuji berapa besar nilai kalor. Pengambilan 1 gram tersebut dianalisis adanya bahan yang masih menggumpal atau berkumpul bahan baku briket. Penggumpalan bahan baku

tersebut mengakibatkan pembakaran tidak serasi sehingga nilai kalor yang dihasilkan berbeda.

Gambar 4.2 diatas terlihat dari nilai rata-rata kalor bahwa titik maksimal variasi campuran yang baik adalah 50% serpihan kertas, 50% slurry. Selanjutnya semakin tinggi campuran slurry (briket E) dari titik maksimal akan terjadi penurunan nilai kalor, begitu juga semakin turun campuran slurry (briket C) dari titik maksimal akan terjadi penurunan nilai kalor. Pada briket C dimana campuran serpihan kertas lebih banyak daripada titik maksimal, nilai kalornya mengalami penurunan. Namun dari briket C ke briket A dimana serpihan kertas semakin naik, nilai kalornya kembali naik.

Dari hasil pengujian nilai kalor pada pembakaran briket, nilai kalor yang dihasilkan adalah 6670,64 kal/gr, jika dibandingkan dengan nilai kalor briket daur ulang limbah padat gula (blotong tebu) adalah 3523,40 kal/gr memang cukup jauh beda nilai kalornya. Berikut perbandingan nilai kalor dari berbagai macam briket:

*Tabel 4.3.Perbandingan Nilai Kalor Berbagai Macam Briket:*

| No. | Bahan briket | Kandungan energi (kal/gr) |
|---|---|---|
| 1. | Blotong tebu | 3523 * |
| 2. | Pinus | 7327 * |
| 3. | Jati | 6975 * |
| 4. | Glugu | 5428 * |
| 5. | Sukun | 6234 * |
| 6. | Feses sapi | 4500 * |
| 7. | Serpihan kertas | 6670 |

** Sumber : Majalah Energi edisi November 2000.*

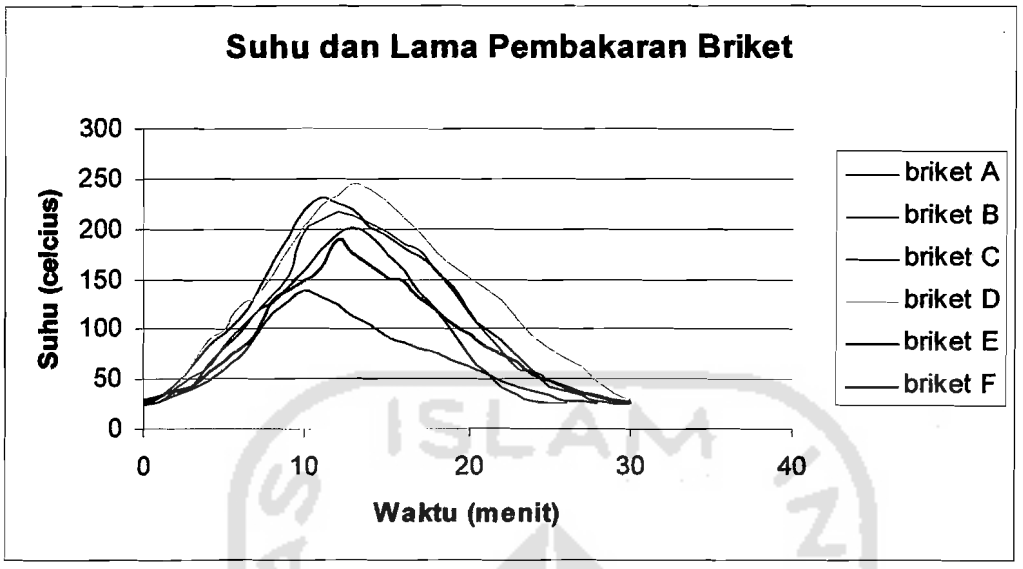
Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa, kandungan energi briket serpihan kertas relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan energi briket dari blotong tebu [1], glugu, sukun, feses sapi [2].

### 4.1.3. Suhu Dan Lama Pembakaran Briket

Suhu dan lama membara dapat diketahui dengan cara membakar satu per satu sampel briket. Pengukuran suhu bara pada setiap saat yang telah ditentukan dengan thermometer. Pembakaran awal sampel briket memakai bantuan awal dengan arang kayu bakar. Pembakaran awal dilakukan dengan bantuan, pembakaran dengan bantuan ini tergantung komposisi bahan briket. Selanjutnya dibuat kurva hubungan antara suhu dengan waktu. Hasilnya disajikan pada grafik berikut:

1. Blotong tebu adalah sisa tebu setelah diambil kandungan airnya. Biasanya berupa serat-serat kasar putih.

2. Feses sapi adalah kotoran hewan sapi atau teletong.

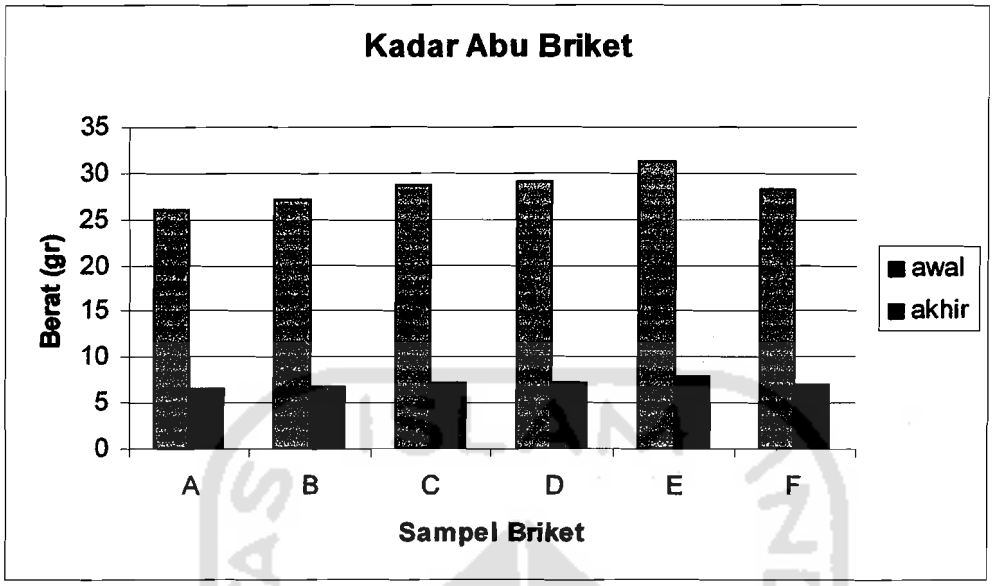



*Gambar 4.3. Kurva Hubungan Antara Suhu Bara Dan Waktu*

Dari gambar 4.3. suhu yang dihasilkan dari pembakaran briket, suhu yang tertinggi adalah ±250$^0$C pada briket D dan suhu terendah ±125$^0$C pada briket F. Dari uji pembakaran briket dihasilkan suhu rata-rata ±150$^0$C dan lama membara selama 30 menit.

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

Berikut grafik kadar abu dari pembakaran briket.




*Gambar 4.4. Sisa Kadar Abu Pembakaran Briket*

Dari hasil data diatas, diperoleh suhu bara tertinggi ±250$^0$C (derajad celcius), dengan lama pembakaran efektif 30 menit. Suhu rata-rata 150$^0$C (derajat celcius). Mendapatkan sisa kadar abu sebesar 20% dari berat briket awal.

Untuk mengetahui hasil lain dari aplikasi briket hasil daur ulang limbah padat pabrik kertas PT. Pura Brutama, berikut adalah tentang karakteristik dari briket hasil rekayasa.

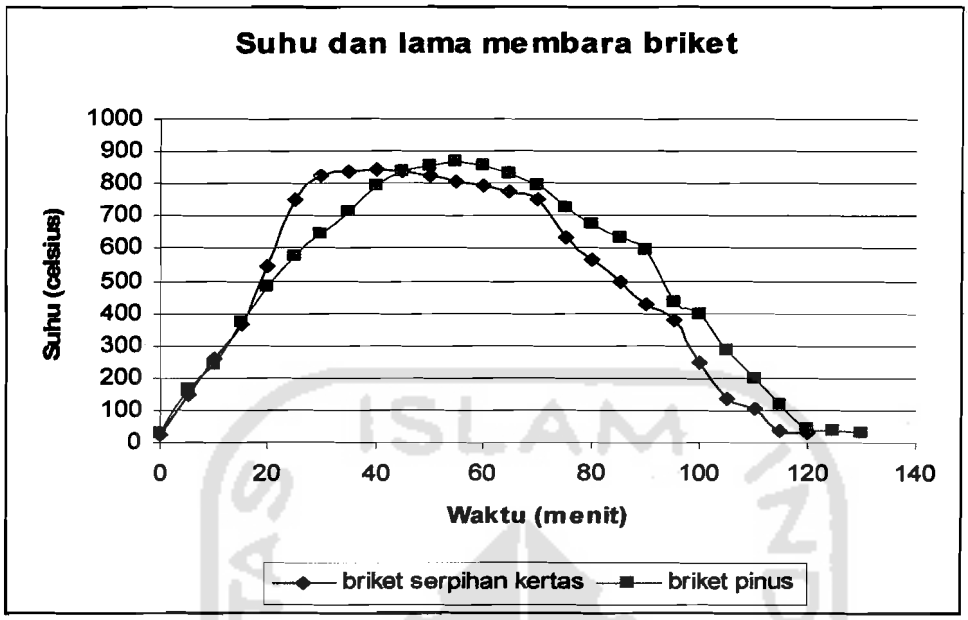
*Tabel 4.4. Karakteristik Briket Hasil Rekayasa*

| No. | Besaran yang diuji | Hasil pengujian |
|---|---|---|
| 1. | Kandungan energi (kal/gr) | 6670 |
| 2. | Suhu bara ($^0$C) | 150 |
| 3. | Lama pembakaran (menit) | 30 |
| 4. | Kadar abu (%) | 20 |
| 5. | Asap | tidak |
| 6. | Jelaga | tidak |
| 7. | Bentuk | menarik |
| 8. | Penyalaan awal | bantuan |
| 9. | Harga | murah |
| 10. | Bau | ada |

*Sumber : Data primer 2003*

Dari aplikasi di laboratorium dengan cara pembakar briket hasil rekayasa, didapatkan lama pembakaran briket selama 30 menit. Untuk briket lain, tidak didapatkan data hasil aplikasi pembakaran briket.

Suhu dan lama membara dapat diketahui dengan cara mengaplikasikan briket bioarang untuk memasak air sebanyak 1 liter, dengan menggunakan 1000 gram briket bioarang. Dengan mengukur suhu bara pada setiap saat yang telah ditentukan, dan kemudian dibuat kurva hubungan antara suhu bara dan waktu.




*Gambar 4.5. Perbandingan Suhu Dan Lama Membara Briket*

Dari kurva tersebut diperoleh suhu bara rata-rata 800 derajat celsius, dengan lama membara efektif 75 menit. Kualitas rasa air yang dihasilkan sangat berbeda, air hasil briket serpihan kertas berbau sedangkan air dari briket pinus tidak berbau.

Sebagai aplikasi di pabrik, briket ini digunakan sebagai bahan pembantu atau tambahan pengapian dalam unit proses produksi di pabrik kertas PT. Pura Barutama untuk menggantikan pengapian dari bahan baku batubara. Kesehariannya pabrik kertas PT. Pura Barutama dalam proses pengapian masih memakai bahan baku batubara, jika stok pasaran mulai berkurang atau turunnya permintaan produk yang diproduksi, briket hasil rekayasa ini dipergunakan sebagai alternatif dalam pengapian.

Briket yang dihasilkan mempunyai kualitas baik tetapi melihat kandungan bahan serpihan kertas terdapat kandungan bahan yang berbahaya.

*Berikut Tabel 4.5. Kandungan Bahan Serpihan Kertas*

| Kode | Parameter | Satuan | Hasil uji | Deteksi limit | Baku mutu | Methods Part Number |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Anorganic | mg/l | | | | |
| D 4002 | Arsenic | mg/l | 0.003 | 0.001 | 5 | US EPA SW-846-7061 |
| D 4003 | Barium | mg/l | 0.6 | 0.1 | 100 | US EPA SW-846-7080 |
| D 4005 | Boron | mg/l | <0.008 | 0.008 | 500 | US EPA 212.3 |
| D 4006 | Cadmium | mg/l | <0.005 | 0.005 | 1 | US EPA SW-846-7130 |
| D 4011 | Chromium | mg/l | <0.05 | 0.05 | 5 | US EPA SW-846-7190 |
| D 4012 | Copper | mg/l | <0.03 | 0.03 | 10 | US EPA SW-846-7210 |
| D 4029 | Lead | mg/l | <0.01 | 0.01 | 5 | US EPA SW-846-7420 |
| D 4031 | Mercury | mg/l | <0.001 | 0.001 | 0.2 | US EPA SW-846-7470 |
| D 4043 | Selenium | mg/l | <0.007 | 0.007 | 1 | US EPA SW-846-7740 |
| D 4044 | Silver | mg/l | <0.03 | 0.03 | 5 | US EPA SW-846-7760 |
| D 4053 | Zinc | mg/l | <0.008 | 0.008 | 50 | US EPA SW-846-7950 |

Dari tabel diatas, kita dapat mengetahui kandungan bahan serpihan kertas. Briket hasil rekayasa mempunyai kualitas nilai kalor tinggi tetapi mempunyai kandungan bahan yang berbahaya. Kandungan bahan berbahaya pada saat penelitian belum mencapai ambang batas dan belum berbahaya. Briket hasil rekayasa layak dipakai tetapi perlu juga dipertimbangkan dari segi kesehatan. Melihat kandungan bahan serpihan kertas, apabila briket tersebut dikonsumsi oleh masyarakat dikhawatirkan bahan berbahaya tersebut akan terakumulasi didalam saluran pernafasan sehingga mengakibatkan penyakit pernafasan.

## 4.2. Analisis Ekonomi

### 1. Analisis Biaya peralatan

Biaya peralatan meliputi biaya alat untuk pirolisis, pembuatan adonan, pencetakan, dan pengeringan. Peralatan bekerja selama 8 jam per hari dan 180 hari kerja selama satu tahun dengan jumlah bahan baku 1000 kg serpihan kertas. Maka kapasitas kerja peralatan adalah 180.000 kg.

Adapun kebutuhan biaya untuk peralatan adalah sebagai berikut:

*Tabel 4.6. Biaya Peralatan Pembuatan Briket*

| No. | Alat | Kuantum | Harga satuan | Jumlah |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Pirolisis | | | |
| | a. Kompor | 2 buah | Rp. 30.000; | Rp. 60.000; |
| | b. Tempat sampel | 2 buah | Rp. 20.000; | Rp. 40.000; |
| 2. | Pencampuran adonan | | | |
| | a. Wadah sampel | 2 buah | Rp. 10.000; | Rp. 20.000; |
| | b. Alu dan tumbuk | 2 buah | Rp. 25.000; | Rp. 50.000; |
| 3. | Pencetakan dan pengepressan | 2 buah | Rp. 75.000; | Rp.150.000; |
| 4. | Pengeringan | 2 buah ($5\ m^2$) | Rp. 15.000; | Rp. 30.000; |
| | Total | | | Rp. 350.000; |
| Biaya lain-lain (pemeliharaan peralatan) | | | | Rp. 70.000; |
| Total biaya peralatan | | | | Rp. 420.000; |

**2. Analisis Biaya Bahan Baku Briket**

Biaya bahan baku merupakan salah satu dari biaya produksi suatu produk yang dapat dilakukan tindakan penekanan biaya terhadapnya. Dari penelitian ini, diketahui briket dari limbah industri pabrik kertas memiliki nilai kalor yang relatif tinggi sesuai komposisinya. Mengingat limbah padat pabrik kertas PT. Pura Barutama Kudus berupa serpihan kertas dapat dibuat briket, hanya dikenakan biaya angkut untuk pengambilan sampel. Adapun untuk slurry, pengambilan sampelnya tergantung pada faktor musim. Oleh karena itu, slurry dapat diambil pada waktu musim kemarau.

Berikut harga bahan baku briket pada saat penelitian. Harga tersebut serpihan kertas dalam kondisi basah atau masih murni adanya kandungan air.

a. Serpihan kertas : Rp. 40.000; per 2000 kg, truk = Rp. 20; per kg
b. Slurry : Rp. 0; per kg
c. Perekat (kanji) : Rp. 3.000; per kg : 1000 gr = Rp. 3; per gr

Setelah mengalami proses pengeringan serpihan kertas, kandungan air akan berkurang schingga mengakibatkan berat serpihan kertas akan berkurang. Berat serpihan kertas setelah pengeringan lebih kurang 1000 kg. Berikut harga serpihan kertas setelah proses pengeringan:

a. Serpihan kertas : Rp. 40.000; per 1000 kg = Rp. 40; per kg
b. Slurry : -
c. Perekat : Rp. 3000; per kg

Berikut ini contoh rincian perhitungan biaya bahan baku briket per sampel sesuai dengan komposisinya dengan berat 25 gr.

Briket A :

Serpihan kertas 100% = Rp.1; Slurry 0% = Rp. 0; Perekat ~ = Rp. 3;

Biaya yang dikeluarkan untuk membuat briket diatas, Rp. 4; atau Rp. 5;

Perhitungan lebih lengkap selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini

*Tabel 4.7. Analisis Biaya Bahan Baku Per Sampel Briket*

| Kode variasi | Bahan baku | Analisis bahan | Satuan | Harga satuan bahan | Jumlah biaya bahan |
|---|---|---|---|---|---|
| Briket A | Serpihan kertas 100%<br>Slurry 0%<br>Perekat | 25<br>0<br>1 | gr<br>gr<br>gr | Rp. 1;<br><br>Rp. 3; | Rp. 4 ;<br>Pembulatan<br>Rp. 5; |
| Briket B | Serpihan kertas 70%<br>Slurry 30%<br>Perekat | 17.5<br>7.5<br>3 | gr<br>gr<br>gr | Rp.1;<br><br>Rp. 9; | Rp. 10; |
| Briket C | Serpihan kertas 60%<br>Slurry 40%<br>Perekat | 15<br>10<br>4 | gr<br>gr<br>gr | RP. 1;<br><br>Rp. 12; | Rp. 13;<br>Pembulatan<br>Rp. 15; |
| Briket D | Serpihan kertas 50%<br>Slurry 50%<br>Perekat | 12.5<br>12.5<br>4 | gr<br>gr<br>gr | Rp. 1;<br><br>Rp. 12; | Rp. 13;<br>Pembulatan<br>Rp. 15; |
| Briket E | Serpihan kertas 40%<br>Slurry 60%<br>Perekat | 10<br>15<br>6 | gr<br>gr<br>gr | Rp. 1;<br><br>Rp. 18; | Rp. 18;<br>Pembulatan<br>Rp. 20: |
| Briket F | Serpihan kertas 30%<br>Slurry 70%<br>Perekat | 7.5<br>17.5<br>4 | gr<br>gr<br>gr | Rp. 1;<br><br>Rp. 12; | Rp. 13;<br>Pembulatan<br>Rp. 15; |

*Sumber: Data primer, 2003*

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

**3. Biaya Operasional**

Dasar perhitungan biaya operasional pembuatan briket sebagai berikut:

a. Alat bekerja selama 8 jam per hari.

b. Perhitungan hari kerja 180 hari (musim kemarau).

c. Kebutuhan serpihan kertas per hari kerja: 1000 kg.

d. Kebutuhan perekat per hari: 0.5 kg.

Maka analisisi biaya produksi selengkapnya adalah sebagai berikut:

*Tabel 4.8. Analisa Biaya Produksi*

| No. | Uraian | Kuantum | Harga satuan | Jumlah |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Serpihan kertas basah | 360.000 kg | Rp. 40.000 | Rp. 7.200.000; |
| 2. | Perekat | 90 kg | Rp. 2.000; | Rp. 180.000; |
| 3. | Minyak tanah (75 kg/bahan per 1 liter) | 4.800 liter | Rp. 1000; | Rp. 4.800.000; |
| 4. | Slurry | 1000 kg | - | - |
| 5. | Upah pekerja | 2 orang | Rp. 20.000; | Rp. 7.200.000; |
| Total biaya operasional per tahun | | | | Rp. 19.380.000; |

**4. Perkiraan Hasil Penjualan Dan Keuntungan**

Berdasarkan jumlah bahan baku serpihan kertas basah 2000 kg, setelah mengalami pengeringan menjadi 1000 kg. Bahan baku 1000 kg serpihan kertas ditambah slurry 1000 kg. Maka total bahan baku 2000 kg.

a. Total bahan baku 2000 kg dengan waktu operasi selama 180 hari, akan menghasilkan kapasitas 360.000 kg arang. Adapun selama waktu operasional dianalisis rendemen 15 %. Pada proses ini akan terjadi kehilangan arang sebanyak 0,15 x 360.000 kg = 54.000 kg. Maka akan dihasilkan arang selama masa operasional adalah 360.000 kg – 54.000 kg = 306.000 kg.
b. Bila dianalisis bahwa harga jual briket serpihan kertas sebesar Rp. 150; per kg (analisa ini berdasarkan harga briket dari blotong tebu Rp. 300; per kg). Maka akan diperoleh hasil penjualan sebesar: 306.000 x Rp. 150; = Rp. 45.900.000;.
c. Berdasarkan hasil penjualan sebesar Rp. 45.900.000; dengan biaya operasional per tahun = Rp. 19.800.000 + biaya penyusutan peralatan per tahun Rp. 1.200.000;. Maka akan diperoleh keuntungan per tahun sebesar Rp. 45.900.000; - total biaya operasional Rp. 21.000.000; = Rp. 24.900.000;

Berikut rincian perkiraan total besar biaya yang dihasilkan dari pembuatan briket.

*Tabel 4.9. Analisis Total Besar Biaya Dari Pembuatan Briket*

| No. | Uraian | Kuantum | Harga satuan | Jumlah |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Total analisis biaya peralatan | 1 tahun | | Rp. 420.000; |
| 2. | Bahan baku | | | |
| | a. Serpihan kertas | 360.000 kg | Rp. 40.000; | Rp. 7.200.000; |
| | b. Perekat | 90 kg | Rp. 2000; | Rp. 180.000; |
| | c. Slurry | 180.000 kg | - | - |
| | d. Minyak tanah | 4.800 liter | Rp. 1000; | Rp. 4.800.000; |
| 3. | Upah pekerja | 2 orang | Rp. 20.000; per hari | Rp. 7.200.000; |
| 4. | Biaya penyusutan peralatan | 1 tahun | | Rp. 1.200.000; |
| | Total | | | Rp. 21.000.000; |
| 5. | Hasil penjualan briket | | | Rp. 45.900.000; |
| 6. | Keuntungan | | | Rp. 24.900.000; |

**5. Analisis Break Even Point (BEP) Atau Titik Impas**

Analisis 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. 420.000;

b. Keuntungan per tahun (180 hari kerja) : Rp. 24.900.000;

c. Keuntungan per hari (8 jam) : Rp. 166.000;

$$= \frac{\text{Rp. } 24.900.000}{150} = \text{Rp. } 166.000;$$

Waktu yang diperlukan untuk terjadinya BEP:

$$\frac{\text{Rp. } 21.000.000;}{\text{Rp. } 166.000;} = 126{,}5 \text{ hari atau } 127 \text{ hari.}$$

Banyak briket yang dihasilkan untuk tercapainya BEP selama 180 hari adalah:

$$\frac{127 \text{ hari}}{180 \text{ hari}} \times 306.000 \text{ kg} = 215.900 \text{ kg}$$

Besarnya hasil penjualan pada saat tercapainya BEP adalah

215.900 kg x Rp. 150; = Rp. 32.385.000;

**6. Perbandingan Harga Briket Dipasaran**

Perbandingan harga antara briket hasil rekayasa pemanfaatan limbah padat pabrik kertas PT. Pura Barutama dengan briket lain memang jauh beda.

Berikut harga briket batubara yang dipasaran:

*Tabel 4.10. Perbandingan Harga Briket Di Pasaran*

| No. | Briket | Berat (kg) | Harga (Rp) |
|---|---|---|---|
| 1 | Batubara | 1 | 1050 |
| 2 | Pohon pinus | 1 | 500 |
| 3 | Fases sapi | 1 | 300 |
| 4 | Blotong tebu | 1 | 300 |
| 5 | Serpihan kertas | 1 | 150 |

*Sumber: Tinjau lapangan di tahun 2004*

Dari tabel di atas bahwa briket yang memanfaatkan limbah padat dari pabrik kertas PT. Pura Barutama Kudus, dapat menekan biaya (biaya murah).

Briket yang dihasilkan dari daur ulang limbah padat serpihan kertas memiliki nilai kalor tinggi, karakteristik yang baik, harga murah, tetapi memiliki komposisi bahan baku yang membahayakan dan beracun. Briket yang dihasilkan tidak layak untuk dijual pada masyarakat umum karena mengandung bahan berbahaya. Selain bahan yang dikandung dalam komposisi campuran, briket ini cepat menjadi abu, kita dapat mengetahuinya sesuai sifat dari kertas. Jika dibandingkan, briket yang dihasilkan dari serpihan kertas dengan arang briket pinus dimana briket pinus memiliki bara yang lama membara, nilai kalor tinggi, harga relaitf, tidak berbau.

# BAB V

# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kalor yang paling baik adalah briket D yang memiliki komposisi 50%serpihan kertas, 50% slurry. Nilai kalor yang dihasilkan untuk uji pertama sebesar 6670,64 kal/gr, uji kedua sebesar 5075,398 kal/gr. Dari hasil rata-rata nilai kalor uji pembakaran briket, nilai kalor briket D (5873,019 kal/gr) yang menunjukkan nilai kalor paling tinggi.
2. Titik maksimal variasi campuran yang baik adalah 50% serpihan kertas, 50% slurry. Selanjutnya semakin tinggi campuran slurry (briket E) dari titik maksimal akan terjadi penurunan nilai kalor, begitu juga semakin turun campuran slurry (briket C) dari titik maksimal akan terjadi penurunan nilai kalor. Pada briket C dimana campuran serpihan kertas lebih banyak daripada titik maksimal, nilai kalornya mengalami penurunan. Namun dari briket C ke briket A dimana serpihan kertas semakin naik, nilai kalornya kembali naik.
3. Briket yang memanfaatkan limbah padat dari pabrik kertas PT. Pura Barutama Kudus, lebih murah dibandingkan briket yang lain.

4. Briket yang dihasilkan tidak cocok untuk dikonsumsi karena adanya bahan berbahaya didalam kandungan briket. Bahan tersebut dapat terakumulasi di saluran pernafasan sehingga menyebabkan penyakit.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diajukan saran sebagai berikut:

1. Bagi peneliti selanjutnya, perlu penelitian lebih lanjut tentang metode penanganan limbah padat pabrik kertas terutama dalam proses pembuatan briket yang menghasilkan sumber energi panas alternatif.
2. Perlu memperhatikan tentang homogenitas campuran arang briket guna menghasilkan kesempurnaan uji pembakaran briket.
3. Diperlukan ketelitian dan ketepatan dalam membaca suhu temperatur pada Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter untuk mendapatkan data perhitungan nilai kalor.

# BAB VI

# RINGKASAN

Tindakan penanganan terhadap limbah padat pabrik kertas melalui proses daur ulang menjadi briket. Limbah padat pabrik kertas PT. Pura Barutama berupa serpihan kertas dan slurry dapat didaur ulang menjadi briket. Briket dapat digunakan sebagai sumber energi panas alternatif, hal ini dapat untuk memenuhi kebutuhan energi panas yang semakin meningkat. Briket juga dapat menggantikan sumber energi dari bahan tambang yang semakin lama semakin menipis akibat adanya eksploitasi secara besar-besaran.

Tujuan dalam penelitian mengenai penanganan limbah padat pabrik kertas adalah untuk mengetahui variasi komposisi bahan campuran yang paling baik guna menghasilkan nilai kalor yang paling besar. Disamping itu, tujuan lain adalah untuk mengkaji nilai ekonomi dari pembuatan briket.

Hasil dari penelitian di Laboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta sebanyak 12 sampel. Dapat dilihat pada (tabel 4.2 tentang nilai kalor pembakaran sampel briket). Dianalisa berapa besar nilai kalor yang dihasilkan dari pembakaran briket tersebut.

Dari hasil nilai kalor briket dalam berbagai variasi model. Nilai kalor yang paling baik dihasilkan adalah briket D dengan komposisi serpihan kertas 50%, slurry 50% dan perekat~, dengan nilai kalor hasil analisa I sebesar 6670,64 kal/gr,

analisa II sebesar 5075,398 kal/gr. Alat yang digunakan untuk menganalisa adalah Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter.

Dari hasil pengujian pembakaran briket diperoleh suhu bara tertinggi $\pm 250^0$C dengan lama membara efektif 30 menit. Suhu rata-rata $150^0$C. Mendapatkan sisa kadar abu sebesar 20% dari berat briket awal.

Briket hasil daur ulang selain memenuhi segi teknis, briket dari limbah industri kertas PT. Pura Barutama juga menguntungkan secara ekonomis karena memerlukan modal yang kecil mendapatkan hasil kualitas nilai kalor tinggi. Briket yang dihasilkan memenuhi segi teknis, ekonomis. Tetapi dari hasil penelitian briket ini mengandung bahan berbahaya. Kandungan bahan berbahaya ini dikhawatirkan lama kelamaan akan mengakibatkan terakumulasi di saluran pernafasan manusia sehingga mengakibatkan penyakit.

Briket hasil daur ulang limbah padat dari pabrik kertas PT. Pura Barutama Kudus, lebih murah dibandingkan briket yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA


Anonim, 1985. "*Sumber Karakteristik Limbah Industri PT. Pura Barutama*". Surabaya.

Anonim, 1983. "*Cara Penanggulangan Limbah Cair PT. Pura Barutama*". Surabaya.

Ginting. P, 1995. "*Mencegah Dan Mengendalikan Pencemaran Industri*" Pustaka Sinar Harapan. Jakarta .

Fredrick J. Bueche, 1992."Fisika". Erlangga . Jakarta.

Soemarwoto,1994. "*Ekologi Lingkungan Hidup Dan Pembangunan* ". Djabatan, Jakarta

Sumartono. A, 1992."*Pemanfaatan Limbah Padat Pabrik Gula Sebagai Briket*".Yogyakarta.

Haryanto. D, 1992."*Teknik Pemanfaatan Blotong Limbah Pabrik Gula Untuk Energi Panas*". Yogyakarta.

Aris. Y, 1996. "*Pemanfaatan Limbah Padat Industri Kecil Pembuatan Serat Sabut Kelapa Sebagai Briket*". Yogyakarta.

Anonim, 1994. *"Limbah Cair Berbagai Industri Di Indonesia"*, EMDI-BAPEDAL.

Gerry Klinken, 1991. *"Energi Dalam Masyarakat Modern"*, Satya Wacana, Semarang.

Herman. J, 1983. *"Petunjuk Pembuatan Briket"*, UGM, Yogyakarta.

Ircham, 1992. *"Kesehatan Lingkungan"*, Dian Nusantara, Yogyakarta.

Wagini R, Karyono Dan Rosalina R. Mirino, 2000. "*Pembuatan Dan Karakterisasi Briket Bioarang Dari Limbah Industri Peternak Sapi Sebagai Sumber Energi Alternatif*, Majalah Energi Edisi Nopember 2000.

Tebbutt. T.H.Y, 1990. "Principles Of Water Quality Control" Karisruhe, Germany.

Johannes, H. 1991. "Menghemat Kayu Bakar Dan Arang Kayu Untuk Memasak Dipedesaan Dengan Briket Bioarang." Dalam: Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Curtis, S.E. 1983. *The Environmental Management In Animal Agriculture.* Iowa State University Press, Ames, Lowa, USA.

Coto, Z. 1988. *Perkiraan Konsumsi Kayu Atau Limbah Pertanian Untuk Ruamah Tangga Sampai Tahun 2000.* Fakultas Kehutanan, Institute Pertanian Bogor, Bogor.

North, md. 1984. *Commercial Chicken Production Manual.* Third Edition, Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connectiut, California.

Seran, J.B. 1990. *Bioarang Untuk Memasak.* Edisi 1, Liberty, Yogyakarta.

## LAMPIRAN 1

Perbandingan waktu dan massa pengeringan briket

| Waktu (menit) | Briket A (gr) | Briket B (gr) | Briket C (gr) | Briket D (gr) | Briket E (gr) | briket F (gr) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 37.5 | 40.7 | 43 | 44 | 49.3 | 47 |
| 15 | 36.7 | 39.8 | 42.2 | 43.3 | 48.5 | 46 |
| 30 | 35.9 | 39 | 41.5 | 42.6 | 47.8 | 45.1 |
| 45 | 35.25 | 38.3 | 40.75 | 41.9 | 47.05 | 44.3 |
| 60 | 34.6 | 37.6 | 40 | 41.2 | 46.3 | 43.5 |
| 75 | 33.95 | 36.95 | 39.3 | 40.55 | 45.55 | 42.75 |
| 90 | 33.3 | 36.3 | 38.6 | 39.9 | 44.8 | 42 |
| 105 | 32.75 | 35.65 | 37.95 | 39.2 | 44.15 | 41.3 |
| 120 | 32.2 | 35 | 37.3 | 38.5 | 43.5 | 40.6 |
| 135 | 31.8 | 34.55 | 36.8 | 38.05 | 42.95 | 40 |
| 150 | 31.4 | 34.1 | 36.3 | 37.6 | 42.4 | 39.4 |
| 165 | 30.95 | 33.65 | 35.75 | 37.05 | 41.85 | 38.8 |
| 180 | 30.5 | 33.2 | 35.2 | 36.5 | 41.3 | 38.2 |
| 195 | 30.2 | 32.8 | 34.8 | 36.1 | 40.8 | 37.7 |
| 210 | 29.9 | 32.4 | 34.4 | 35.7 | 40.3 | 37.2 |
| 225 | 29.45 | 32 | 34 | 35.25 | 39.75 | 36.75 |
| 240 | 29 | 31.6 | 33.6 | 34.8 | 39.2 | 36.3 |
| 255 | 28.75 | 31.3 | 33.3 | 34.45 | 38.8 | 35.85 |
| 270 | 28.5 | 31 | 33 | 34.1 | 38.4 | 35.4 |
| 285 | 28.2 | 30.7 | 32.65 | 33.7 | 37.9 | 34.95 |
| 300 | 27.9 | 30.4 | 32.3 | 33.3 | 37.4 | 34.5 |
| 315 | 27.75 | 30.1 | 32 | 32.95 | 37.05 | 34.15 |
| 330 | 27.6 | 29.8 | 31.7 | 32.6 | 36.7 | 33.8 |
| 345 | 27.35 | 29.55 | 31.45 | 32.35 | 36.4 | 33.4 |
| 360 | 27.1 | 29.3 | 31.2 | 32.1 | 36.1 | 33 |
| 375 | 26.9 | 29.05 | 30.95 | 31.8 | 35.7 | 32.75 |
| 390 | 26.7 | 28.8 | 30.7 | 31.5 | 35.3 | 32.5 |
| 405 | 26.6 | 28.65 | 30.55 | 31.3 | 35.1 | 32.25 |
| 420 | 26.5 | 28.5 | 30.4 | 31.1 | 34.9 | 32 |
| 435 | 26.45 | 28.35 | 30.2 | 30.9 | 34.6 | 31.7 |
| 450 | 26.4 | 28.2 | 30 | 30.7 | 34.3 | 31.4 |
| 465 | 26.35 | 28 | 29.8 | 30.45 | 33.85 | 30.95 |
| 480 | 26.3 | 27.8 | 29.6 | 30.2 | 33.4 | 30.5 |
| 495 | 26.2 | 27.6 | 29.3 | 29.9 | 33 | 30 |
| 510 | 26.2 | 27.5 | 29.1 | 29.6 | 32.6 | 29.5 |
| 525 | 26.1 | 27.3 | 28.9 | 29.3 | 31.9 | 28.8 |
| 540 | 26 | 27.2 | 28.7 | 29 | 31.2 | 28.2 |
| 555 | 26 | 27.2 | 28.7 | 29 | 31.2 | 28.2 |
| 570 | 26 | 27.2 | 28.7 | 29 | 31.2 | 28.2 |
| 585 | 26 | 27.2 | 28.7 | 29 | 31.2 | 28.2 |
| 600 | 26 | 27.2 | 28.7 | 29 | 31.2 | 28.2 |

## LAMPIRAN 2

Pengujian nilai kalor sampel di Laboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan Universitas Gajah Mada

| KODE | A (1) | A (2) | B (1) | B (2) | C (1) | C (2) | D (1) | D (2) | E (1) | E (2) | F (1) | F (2) | benzoat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Berat sampel | 1 gr | 0.8 gr | 1 gr | 1.1 gr | 1.1 gr | 1.1 gr | 1 gr | 1 gr | 1.1 gr | 0.9 gr | 0.9 gr | 0.8 gr | 1.0 gr |
| Berat Cawan | 12 gr | 11.7 gr | 10.4 gr | 12 gr | 12 gr | 12 gr | 11.8 gr | 11.8 gr | 12 gr | 11.8 gr | 11.6 gr | 12 gr | 11.8 gr |
| B. Cawan+Abu | 12.5 gr | 12.1 gr | 10.9 gr | 12.2 gr | 12.5 gr | 12.5 gr | 12.4 gr | 12.4 gr | 12.5 gr | 12.3 gr | 12.1 gr | 12.4 gr | 11.9 gr |
| Panjang Kawat | 10 cm | 10 cm | 10 cm | 10 cm | 10 cm | 10 cm | 10 cm | 10 cm | 10 cm | 10 cm | 10 cm | 10 cm | 10 cm |
| Sisa Kawat | 3.2 cm | 7 cm | 6 cm | 3 cm | 4.5 cm | 7.5 cm | 5.2 cm | 4.8 cm | 3 cm | 5 cm | 6 cm | 5.4 cm | 4.3 cm |
| Titrasi | 3 ml | 5 ml | 9 ml | 10 ml | 5 ml | 3.5 cm | 2 ml | 1.8 ml | 3.4 ml | 2 ml | 2 ml | 3.2 ml | 1.7 ml |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Awal | 27.56 °C | 27.90 °C | 28.18 °C | 27.54 °C | 27.80 °C | 27.86 °C | 28.60 °C | 28.58 °C | 28.58 °C | 28.58 °C | 28.52 °C | 28.78 °C | 27.96 °C |
| 1 | 27.58 °C | 27.90 °C | 28.18 °C | 27.56 °C | 27.80 °C | 27.88 °C | 28.64 °C | 28.59 °C | 28.58 °C | 28.59 °C | 28.52 °C | 28.78 °C | 27.98 °C |
| 2 | 27.58 °C | 27.90 °C | 28.18 °C | 27.56 °C | 27.80 °C | 27.88 °C | 28.66 °C | 28.60 °C | 28.58 °C | 28.60 °C | 28.52 °C | 28.78 °C | 28.00 °C |
| 3 | 27.58 °C | 27.90 °C | 28.20 °C | 27.56 °C | 27.80 °C | 27.90 °C | 28.66 °C | 28.60 °C | 28.58 °C | 28.60 °C | 28.52 °C | 28.78 °C | 28.00 °C |
| 4 | 27.58 °C | 27.90 °C | 28.20 °C | 27.56 °C | 27.80 °C | 27.90 °C | 28.66 °C | 28.60°C | 28.58 °C | 28.60 °C | 28.52 °C | 28.78 °C | 28.00 °C |
| 5 | 27.58 °C | 27.90 °C | 28.20 °C | 27.56 °C | 27.80 °C | 27.90 °C | 28.66 °C | 28.60°C | 28.58 °C | 28.60 °C | 28.52 °C | 28.78 °C | 28.00 °C |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 27.68 °C | 28.02 °C | 28.32 °C | 27.68 °C | 27.92 °C | 28.00 °C | 28.74 °C | 28.68 °C | 28.64 °C | 28.70°C | 28.58 °C | 28.84 °C | 28.20 °C |
| 45 | 27.80 °C | 28.10 °C | 28.46 °C | 27.80 °C | 28.08 °C | 28.14 °C | 28.86 °C | 28.78 °C | 28.76 °C | 28.80 °C | 28.66 °C | 28.90 °C | 28.44 °C |
| 60 | 27.94 °C | 28.20 °C | 28.64 °C | 27.90 °C | 28.24°C | 28.28 °C | 29.00°C | 28.90 °C | 28.88 °C | 28.92 °C | 28.78 °C | 28.98°C | 28.86 °C |
| 75 | 28.08 °C | 28.30 °C | 28.80°C | 28.00 °C | 28.38 °C | 28.42 °C | 29.12 °C | 29.02°C | 29.10 °C | 29.02 °C | 28.88 °C | 29.06 °C | 29.22 °C |
| 90 | 28.14 °C | 28.36 °C | 28.88 °C | 28.08 °C | 28.48 °C | 28.52 °C | 29.22 °C | 29.12 °C | 29.22 °C | 29.12°C | 28.98 °C | 29.14 °C | 29.44 °C |
| 105 | 28.20 °C | 28.42 °C | 28.90 °C | 28.15 °C | 28.56 °C | 28.62 °C | 29.32 °C | 29.20 °C | 29.32 °C | 29.20°C | 29.06 °C | 29.22 °C | 29.66 °C |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 28.36°C | 28.52 °C | 29.12 °C | 28.27 °C | 28.70 °C | 28.80 °C | 29.52 °C | 29.40 °C | 29.53 °C | 29.38 °C | 29.28 °C | 29.42 °C | 30.06°C |
| 2 | 28.42 °C | 28.56 °C | 29.18 °C | 28.33°C | 28.80 °C | 28.88 °C | 29.58 °C | 29.48°C | 29.62 °C | 29.44 °C | 29.38 °C | 29.50 °C | 30.22 °C |
| 3 | 28.44 °C | 28.56 °C | 29.20 °C | 28.36 °C | 28.84 °C | 28.92 °C | 29.62 °C | 29.52 °C | 29.68 °C | 29.48 °C | 29.42 °C | 29.54 °C | 30.29 °C |
| 4 | 28.46 °C | 28.56 °C | 29.20 °C | 28.36 °C | 28.84 °C | 28.92 °C | 29.64 °C | 29.54 °C | 29.69 °C | 29.50 °C | 29.44 °C | 29.56°C | 30.32 °C |
| 5 | 28.46 °C | 28.56 °C | 29.22 °C | 28.36 °C | 28.86 °C | 28.94 °C | 29.64 °C | 29.54 °C | 29.70 °C | 29.50 °C | 29.46 °C | 29.58 °C | 30.34 °C |
| 6 | 28.46 °C | 28.56 °C | 29.22 °C | 28.36 °C | 28.86 °C | 28.94 °C | 29.64 °C | 29.54 °C | 29.70 °C | 29.50 °C | 29.46 °C | 29.58 °C | 30.34 °C |
| 7 | 28.46 °C | 28.56 °C | 29.22 °C | 28.36 °C | 28.86 °C | 28.94 °C | 29.64 °C | 29.54 °C | 29.70 °C | 29.50 °C | 29.46 °C | 29.58 °C | 30.34 °C |
| 8 | 28.46 °C | 28.56 °C | 29.22 °C | 28.36 °C | 28.86 °C | 28.94 °C | 29.64 °C | 29.54 °C | 29.70 °C | 29.50 °C | 29.46 °C | 29.58 °C | 30.34 °C |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| nilai kalor sampel | 4893.131 | 4948.006 | 5611.54 | 3577.536 | 4604.361 | 4549.456 | 6670.64 | 5075.398 | 4886.558 | 6149.667 | 5900.558 | 5040.68 | 3106.885 |

Data primer, 2003

## LAMPIRAN 3

1. Perulangan pembakaran nilai kalor di Laboratorium Energi Kayu, Jurusan Teknologi Hasil Hutan Universitas Gajah Mada.

| Ulangan | Nilai kalor variasi campuran komposisi campuran (kal/gr) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Briket | Model A | Model B | Model C | Model D | Model E | Model F |
| 1 | 4893.13 | 5611.54 | 4604.36 | 6670.64 | 4886.56 | 5900.56 |
| 2 | 4948.01 | 3577.54 | 4549.46 | 5075.4 | 6149.67 | 5040.68 |
| Jumlah | 9841.14 | 9189.08 | 9154.04 | 11746.03 | 11036.23 | 10941.23 |
| Rata-rata | 4920.69 | 4594.54 | 4577.02 | 5873.2 | 5518.11 | 5470.62 |

2. Suhu dan lama membara sampel briket

| Waktu (menit) | Suhu bara sampel briket ($^0$C) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F |
| 0 | 26 | 30 | 26 | 28 | 28 | 25 |
| 1 | 29 | 35 | 33 | 34 | 32 | 29 |
| 2 | 38 | 40 | 44 | 43 | 39 | 35 |
| 3 | 43 | 52 | 63 | 64 | 43 | 41 |
| 4 | 65 | 63 | 82 | 89 | 56 | 49 |
| 5 | 82 | 84 | 97 | 101 | 68 | 60 |
| 6 | 96 | 100 | 111 | 123 | 81 | 72 |
| 7 | 117 | 116 | 135 | 132 | 97 | 95 |
| 8 | 126 | 134 | 167 | 156 | 129 | 117 |
| 9 | 142 | 156 | 193 | 182 | 138 | 129 |
| 10 | 159 | 198 | 219 | 203 | 149 | 138 |
| 11 | 180 | 209 | 231 | 224 | 162 | 132 |
| 12 | 196 | 217 | 226 | 233 | 189 | 125 |
| 13 | 202 | 214 | 220 | 246 | 176 | 113 |
| 14 | 194 | 206 | 201 | 239 | 164 | 104 |
| 15 | 176 | 197 | 194 | 228 | 152 | 93 |
| 16 | 159 | 186 | 181 | 212 | 147 | 87 |
| 17 | 136 | 179 | 173 | 198 | 131 | 81 |
| 18 | 118 | 158 | 159 | 177 | 119 | 77 |
| 19 | 97 | 143 | 138 | 164 | 105 | 69 |
| 20 | 73 | 116 | 114 | 151 | 94 | 62 |
| 21 | 59 | 96 | 100 | 140 | 83 | 57 |
| 22 | 42 | 78 | 89 | 129 | 75 | 48 |
| 23 | 34 | 61 | 72 | 108 | 67 | 42 |
| 24 | 29 | 58 | 59 | 92 | 54 | 38 |
| 25 | 27 | 49 | 43 | 80 | 49 | 34 |
| 26 | 26 | 41 | 38 | 71 | 43 | 29 |
| 27 | | 37 | 34 | 63 | 37 | 28 |
| 28 | | 34 | 29 | 49 | 33 | 26 |
| 29 | | 30 | 27 | 36 | 29 | |
| 30 | | 28 | 26 | 31 | 27 | |
| | | 26 | 26 | 29 | 27 | |
| | | | | 27 | | |

**LAMPIRAN 4**

Perbandingan suhu dan lama membara antara briket serpihan kertas dan briket pohon pinus.

| Waktu (menit) | Suhu ($^0$C) | |
|---|---|---|
| | Serpihan kertas | Pinus |
| 0 | 27 | 28 |
| 5 | 146 | 167 |
| 10 | 263 | 244 |
| 15 | 369 | 375 |
| 20 | 544 | 487 |
| 25 | 752 | 579 |
| 30 | 829 | 643 |
| 35 | 836 | 712 |
| 40 | 842 | 794 |
| 45 | 837 | 840 |
| 50 | 824 | 857 |
| 55 | 809 | 869 |
| 60 | 793 | 857 |
| 65 | 778 | 834 |
| 70 | 751 | 796 |
| 75 | 636 | 724 |
| 80 | 564 | 679 |
| 85 | 499 | 635 |
| 90 | 427 | 597 |
| 95 | 376 | 436 |
| 100 | 248 | 397 |
| 105 | 136 | 285 |
| 110 | 104 | 198 |
| 115 | 40 | 117 |
| 120 | 30 | 42 |
| 125 | | 38 |
| 130 | | 29 |

UCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO

SUCOFINDO
WORLDWIDE SERVICES
CORRESPONDENTS OF :
SGS Société Générale de Surveillance S.A., GENEVA.

Laboratorium Sucofindo Cabang Semarang
Jl. Raya Kaligawe Km. 8, Semarang
Phone : (024) 6590547 (4 Lines) Fax : (024) 6590550

PT. SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

HEAD OFFICE : GRAHA SUCOFINDO JL. RAYA PASAR MINGGU KAV. 34
JAKARTA 12780 PO BOX 2377 JKT 10001 PHONE : (021) 7983666
FAX : (021) 7983888 TELEX : 66056, 66057, 66058 SUCOF IA CABLE SUCOFINDO

No. : 2889535

# REPORT OF ANALYSIS

**Nomer Order** : 070/43.12/979/SMG/LAB/11/2001
Order Number

**Contoh disampaikan oleh pelanggan dengan keterangan sbb :**
The sample was submitted by client with the following identification :

| | | |
|---|---|---|
| **PELANGGAN**<br>Client | : | PT. PURA BARUTAMA<br>Jl. AKBP Agil Kusumadya 203 P.O. BOX 87<br>Kudus – Jawa Tengah |
| **JENIS CONTOH**<br>Type of sample | : | LUMPUR (SLUDGE) |
| **TANGGAL PENERIMAAN**<br>Date Received | : | 07 November 2001 |
| **TANGGAL ANALISA/UJI**<br>Date of testing | : | 07 November 2001 s/d 12 Januari 2002 |
| **ANALISA / UJI YANG DIMINTA**<br>Test Required | : | TCLP (US EPA SW-846 Method 1311) :<br>Anorganic analysis<br>(PPRI No. 18/1999 jo PPRI No. 85/1999 |
| **KETERANGAN CONTOH**<br>Description of Sample | : | 1 (satu) contoh<br>Kemasan : Jerigen plastik |
| **IDENTIFIKASI CONTOH**<br>Sample Identification | : | - |
| **TANGGAL PENERBITAN LAPORAN**<br>Date of Report Issued | : | 12 Januari 2002 |
| **JML. HAL. TERMASUK HAL. MUKA**<br>No. of Page Including Cover | : | 2 Halaman. |



SY / nn

This inspection order has been accepted and this certificate/report is issued subject to the Standard General Conditions of the INTERNATIONAL FEDERATION OF INSPECTION AGENCIES (IFIA). The company's liability is limited under the terms of Article 10 thereof. Issuance of this certificate/report does not exonerate the buyers and sellers from exercising all their rights and discharging their liabilities under the Contract of Sale.

SCI - 1

FINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO

SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO This is not the first page SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO

PT. SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

No. : 2889535



# H A S I L
## TEST RESULT

| Kode | Parameter | Satuan | Hasil Uji | Deteksi Limit | Baku Mutu | Methods Part Number |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Anorganic | | | | | |
| D 4002 | Arsenic | mg/L | 0.003 | 0.001 | 5.0 | US EPA SW-846-7061 |
| D 4003 | Barium | mg/L | 0.6 | 0.10 | 100.0 | US EPA SW-846-7080 |
| D 4005 | Boron | mg/L | <0.008 | 0.008 | 500.0 | US EPA 212.3 |
| D 4006 | Cadmium | mg/L | <0.005 | 0.005 | 1.0 | US EPA SW-846-7130 |
| D 4011 | Chromium | mg/L | <0.05 | 0.05 | 5.0 | US EPA SW-846-7190 |
| D 4012 | Copper | mg/L | <0.03 | 0.03 | 10.0 | US EPA SW-846-7210 |
| D 4029 | Lead | mg/L | <0.01 | 0.01 | 5.0 | US EPA SW-846-7420 |
| D 4031 | Mercury | mg/L | <0.001 | 0.001 | 0.2 | US EPA SW-846-7470 |
| D 4043 | Selenium | mg/L | <0.007 | 0.007 | 1.0 | US EPA SW-846-7740 |
| D 4044 | Silver | mg/L | <0.03 | 0.03 | 5.0 | US EPA SW-846-7760 |
| D 4053 | Zinc | mg/L | <0.008 | 0.008 | 50.0 | US EPA SW-846-7950 |

*) Standard Methods, 20th Edition 1998, APHA – AWWA – WEF

Keterangan :

<= Kurang dari

Kesimpulan :

Dari hasil uji tersebut diatas semua parameter yang diuji masih memenuhi baku mutu yang disyaratkan.

Sucofindo Laboratorium,

SDU/mn

Ir. Suryo Yulianto
Kepala Laboratorium

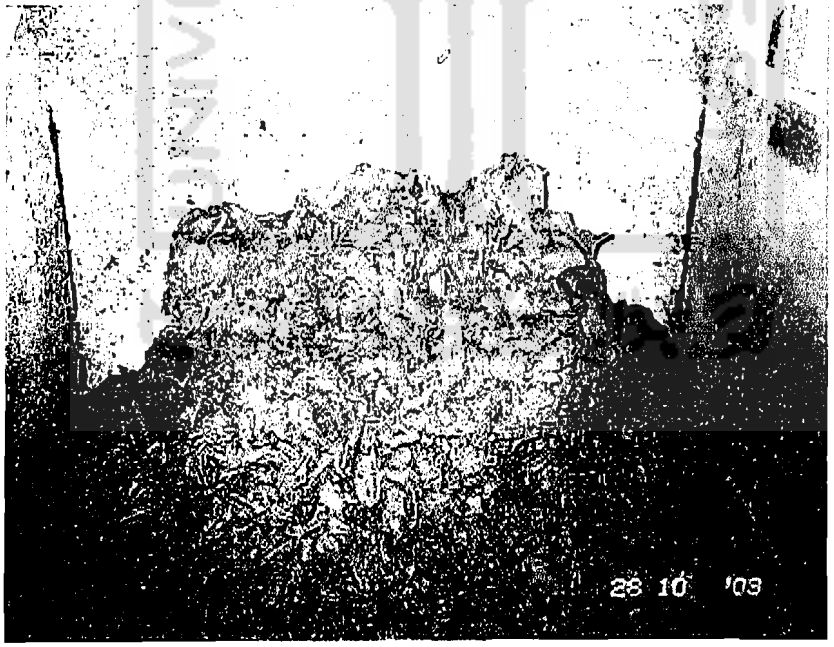
This inspection order has been accepted and this certificate/report is issued subject to the Standard General Conditions of the INTERNATIONAL FEDERATION OF INSPECTION AGENCIES (IFIA). The company's liability is limited under the terms of Article 10 thereof. Issuance of this certificate/report does not exonerate the buyers and sellers from exercising all their rights and discharging their liabilities under the Contract of Sale.



FINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO This is not the first page SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO SUCOFINDO



Bak aerasi pada pengolahan air limbah PT. Pura Barutama




Tempat pengambilan sampel serpihan kertas



Tempat pengambilan sampel slurry



Tumbuk, alu, dan saringan



Tempat pembakaran briket pada Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter



Tabung oksigen dan Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter