

PENGARUH VARIASI TEKANAN DAN LAMA WAKTU PENDINGINAN HASIL PEMBRIKETAN TERHADAP KEKUATAN JATUH (DROP STRENGTH) BRIKET BIOMASSA BATUBARA

(The Influence of Pressure Variation and Time for Drying Briquette Product to Biocoal Briquette Drop Strength)

Margono

Staf Pengajar Jurusan D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro Semarang

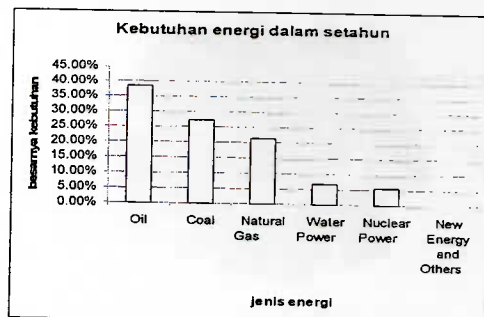
ABSTRACT

The effort of diversifying energy in the form of classifying clean energy and its cheap, it represented by government expedient to find out of oil and firewood for being used by small industry and home industry. Coal is being represented to be an alternative energy. To reduce the environment effect delete coal burning, it is need to be mixed with biomass to make it be a bio briquette. One of the briquetting technique is by mixing coal and sawdust then its briquette mixture. The advantage of biocoal briquette is having combustibility much better than coal or its biomass. Mixture composition that we used are : 80% of coal; 15% of sawdust and 5% lime. The briquette form is hexagon and have a hole in its middle. The mean of this research is to exploiting biocoal to be a cheap fuel and efficient energy and used for small and home industry.

Keywords : *Biocoal briquette, extruder*

PENDAHULUAN

Berdasarkan data akhir 1990-an, kebutuhan energi dalam setahun dapat dilihat pada gambar 1. Bahan bakar fosil yang terkandung didalam bumi sangat mudah dieksplorasi dan dapat diperoleh dalam jumlah besar dengan biaya yang tidak terlalu tinggi sehingga menjadi sumber energi utama dunia selama puluhan tahun.



Gambar 1 Grafik Kebutuhan Energi Selama Satu Tahun

Pemakaian bahan bakar fosil secara besar-besaran juga membawa dampak yang sangat serius terhadap lingkungan terutama isu pemanasan global, akibat dari penggunaan bahan bakar fosil yang terus meningkat menjadikan harga bahan bakar minyak dunia meningkat pesat. Dampaknya pada harga jual bahan bakar minyak dunia yang semakin tinggi termasuk minyak tanah sebagai bahan bakar yang paling banyak digunakan.

Untuk mengantisipasi kenaikan harga BBM pemerintah berusaha memperkenalkan bahan bakar alternatif yang murah dan bahan bakunya mudah diperoleh. Bahan bakar alternatif

tersebut adalah briket biobatu bara yang merupakan bahan bakar padat yang terbuat dari batubara, biomassa, bahan pengurang kadar sulfur, dan tambahan bahan perekat. Penggunaan briket biobatu bara ini dapat dapat lebih menghemat karena selain harganya yang murah juga menghasilkan panas yang tinggi, serta tidak beresiko meledak.

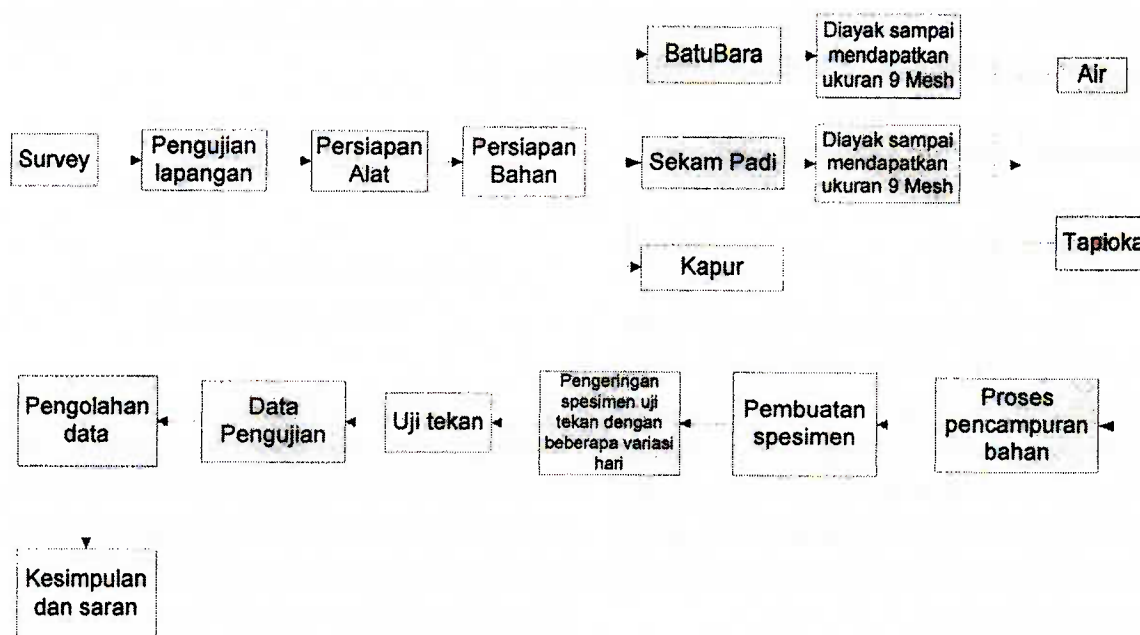
Suatu produk briket biomassa batubara yang dipersiapkan sebagai salah satu bahan bakar alternatif, tentu saja diperlukan adanya beberapa pengujian untuk memperoleh hasil yang benar-benar berkualitas. Pengujian-pengujian yang mungkin dapat dilakukan seperti kekuatan jatuh (drop strength). Pengujian tersebut dimaksudkan untuk packaging agar setelah proses produksi sebelum sampai pada

konsumen, tetap dalam kondisi yang baik. Karena produk tersebut pada saat masih berada digudang mungkin akan terjadi beberapa kejadian yang tidak diinginkan, seperti penumpukan produk atau jatuh sehingga menyebabkan kerusakan pada produk. Oleh karena itu, perlu diketahui sampai sejauh mana kekuatan suatu produk briket biomassa batubara, ditinjau dari kekuatan mekanisnya agar kekurangan-kekurangan yang mungkin ada dapat dikurangi dan diperbaiki.

BAHAN DAN METODA

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan mulai dari persiapan sampai dengan selesai yang ditunjukkan pada gambar 2 berikut :



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Persiapan Bahan Baku

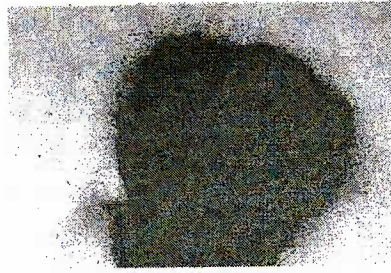
Dalam pembuatan spesimen terdapat berbagai macam persiapan. Berikut ini bahan baku yang digunakan dalam pembuatan spesimen briket bio batubara antara lain :

1. Batubara
batubara merupakan bahan baku utama dalam pembuatan bio-briket bio-batubara. Bahan baku utama ini diperoleh dari P.T. Bukit Asam
2. Sekam
sekam digunakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan briket bio batubara yang mempunyai tujuan agar dapat mempercepat proses pembakaran.
3. Kapur
kapur ini digunakan sebagai bahan pengikat sulfur yang terkandung dalam batubara. Kandungan sulfur yang ada sangat berbahaya bagi kesehatan tubuh apabila sampai terhisap melalui sistem pernafasan.
4. Tapioka dan air.
penambahan tapioka dan air berguna sebagai bahan pengikat dari ketiga campuran diatas. Agar hasil dari pembuatan briket tidak mudah hancur.

Setelah bahan baku disiapkan yang selanjutnya adalah mengolah bahan baku yang sudah tersedia sehingga dapat digunakan dalam pembuatan spesimen Berikut adalah gambar bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 3 Batubara sebelum ditumbuk



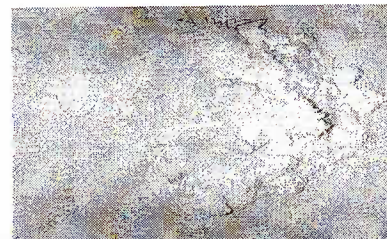
Gambar 4 Batubara setelah dihaluskan



Gambar 5 Sekam padi sebelum ditumbuk



Gambar 6 Sekam Padi yg sudah ditumbuk



Gambar 7 Tepung Tapioka

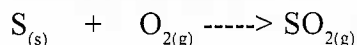


Gambar 8 kapur

Dari bahan-bahan di atas diambil komposisi pembuatan briket bio batubara 80% untuk batubara, 15% untuk sekam padi, 5% untuk kapur, dan untuk tapioka diambil 3% dari total massa campuran. Komposisi tersebut diperoleh dari perhitungan untuk pembuatan 1 kg briket bio batubara tetapi belum termasuk perekat, seperti ditunjukkan di bawah ini.

- ❖ Untuk 1 kg batubara terkandung sulfur sebesar 2 gr (kandungan S 0,2%), maka untuk batubara sebanyak 80% terdapat sulfur sebanyak $80\% \times 2 \text{ gr} = 1,6 \text{ gr}$.

- ❖ Reaksi pembakaran sulfur :

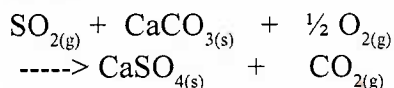


$$\text{Mol S} = \frac{\text{massa}}{\text{Ar}} = \frac{1,6}{32} = 0,05$$

Perbandingan mol = perbandingan koefisien, sedangkan koefisien S = koefisien SO_2 maka

$$\begin{aligned} \text{mol S} &= \text{mol SO}_2, \text{ sehingga} \\ \text{massa SO}_2 &= \text{mol} \times \text{Mr SO}_2 = 0,05 \times 64 \\ &= 3,2 \text{ gr.} \end{aligned}$$

- ❖ Untuk mengurangi kadar sulfur maka perlu adanya proses desulfurisasi sebagai berikut :



$$\text{Mol SO}_2 = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} = \frac{3,2}{64} = 0,05$$

Perbandingan mol = perbandingan koefisien, sedangkan koefisien SO_2 = koefisien CaCO_3 maka

$$\begin{aligned} \text{mol SO}_2 &= \text{mol CaCO}_3, \text{ sehingga} \\ \text{massa CaCO}_3 &= \text{mol} \times \text{Mr CaCO}_3 = \\ &0,05 \times 100 = 5 \text{ gr.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{massa CaSO}_4 &= \text{mol} \times \text{Mr CaSO}_4 = \\ &0,05 \times 136 = 6,8 \text{ gr.} \end{aligned}$$

Reaksi tersebut berlangsung membutuhkan sebagian oksigen dari udara yang berlebihan.

- ❖ Karena CaCO_3 merupakan senyawa penyusun kapur dan diasumsikan kandungan CaCO_3 dalam kapur sebesar 10%, maka jumlah kapur yang digunakan adalah sebanyak 5%. Menurut perbandingan, dengan batubara 80% dan kapur 5% sehingga sisanya sebanyak 15% adalah sekam padi. Sedangkan penambahan tapioka sebagai perekat sebanyak 3% dari total massa campuran diambil dengan pertimbangan dari segi ekonomis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian drop Test

Pengujian drop test ini dilakukan dengan cara menjatuhkan briket bio batubara secara bebas dengan beberapa variasi ketinggian yang dimulai dari ketinggian 0 cm sampai 200 cm dan menggunakan lantai keramik. Hasil dari pengujian drop test dapat dilihat tabel 1, 2, 3 sedangkan grafik dari hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 9, 10, 11, 12, 13, 14. Adapun data hasil dari pengujian drop test adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Data Hasil Pengujian Drop Test Lama Pengeringan 1 Hari

No	Tekanan Cetak	pengujian ke	50 cm	75 cm	100 cm	125 cm	150 cm	175 cm	200 cm
1	3 Ton	1	TP	P	~	~	~	~	~
		2	TP	P	~	~	~	~	~
		3	TP	P	~	~	~	~	~
2	8 ton	1	TP	TP	P	~	~	~	~
		2	TP	TP	P	~	~	~	~
		3	TP	TP	P	~	~	~	~
3	13 Ton	1	TP	TP	TP	P	~	~	~
		2	TP	TP	TP	P	~	~	~
		3	TP	TP	TP	P	~	~	~

ket TP = Tidak Pecah
P = Pecah
~ = tidak dilanjutkan

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan hasil pengujian dengan lama pengeringan 1 hari adalah sebagai berikut:

- ❖ Untuk tekanan cetak 3 ton dengan ketinggian 50 cm, briket tidak pecah. Pada ketinggian 75 cm briket pecah, sehingga pada ketinggian 100 cm – 200 cm tidak dilakukan pengujian.

- ❖ Untuk tekanan cetak 8 ton pada ketinggian 50 cm – 75 cm briket tidak pecah. Pada ketinggian 100 cm briket pecah sehingga pada ketinggian 125 cm – 200 cm tidak dilakukan pengujian.

- ❖ Untuk tekanan cetak 13 ton pada ketinggian 50 cm – 100 cm briket tidak pecah. Pada ketinggian 125 cm briket pecah sehingga pada ketinggian 150 cm – 200 cm tidak dilakukan pengujian.

Tabel 2 Data Hasil Pengujian Drop Test Lama Pengeringan 2 Hari

No	Tekanan Cetak	pengujian ke	50 cm	75 cm	100 cm	125 cm	150 cm	175 cm	200 cm
1	3 Ton	1	TP	P	~	~	~	~	~
		2	TP	P	~	~	~	~	~
		3	TP	P	~	~	~	~	~
2	8 ton	1	TP	TP	TP	P	~	~	~
		2	TP	TP	TP	P	~	~	~
		3	TP	TP	TP	P	~	~	~
3	13 Ton	1	TP	TP	TP	P	~	~	~
		2	TP	TP	TP	P	~	~	~
		3	TP	TP	TP	P	~	~	~

ket TP = Tidak Pecah
P = Pecah
~ = tidak dilanjutkan

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan hasil pengujian dengan lama pengeringan 2 hari adalah sebagai berikut:

- ❖ Untuk tekanan cetak 3 ton dengan

ketinggian 50 cm, briket tidak pecah. Pada ketinggian 75 cm briket pecah, sehingga pada ketinggian 100 cm – 200 cm tidak dilakukan pengujian.

- ❖ Untuk tekanan cetak 8 ton pada ketinggian 50 cm – 100 cm briket tidak pecah. Pada ketinggian 125 cm briket pecah sehingga pada ketinggian 150 cm – 200 cm tidak dilakukan pengujian.
- ❖ Untuk tekanan cetak 13 ton pada ketinggian 50 cm – 100 cm briket tidak pecah. Pada ketinggian 125 cm briket pecah sehingga pada ketinggian 150 cm – 200 cm tidak dilakukan pengujian.

Tabel 3 Data Hasil Pengujian Drop Test Lama Pengeringan 3 Hari

No	Tekanan Cetak	pengujian ke	50cm	75cm	100cm	125cm	150cm	175cm	200cm
1	3 Ton	1	TP	TP	TP	TP	TP	P	~
		2	TP	TP	TP	TP	TP	P	~
		3	TP	TP	TP	TP	TP	P	~
2	8 ton	1	TP	TP	TP	TP	TP	TP	P
		2	TP	TP	TP	TP	TP	TP	P
		3	TP	TP	TP	TP	TP	TP	P
3	13 Ton	1	TP	TP	TP	TP	TP	TP	P
		2	TP	TP	TP	TP	TP	TP	P
		3	TP	TP	TP	TP	TP	TP	P

ket TP = Tidak Pecah
P = Pecah
~ = tidak dilanjutkan

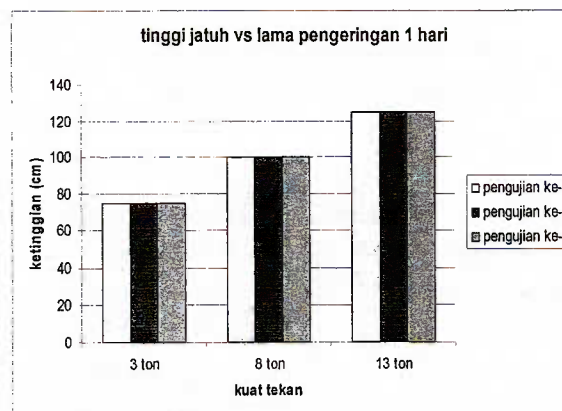
Dari tabel diatas, dapat disimpulkan hasil pengujian dengan lama pengeringan 3 hari adalah sebagai berikut:

Untuk tekanan cetak 3 ton dengan ketinggian 50 cm – 150 cm, briket tidak pecah. Pada ketinggian 175 cm briket pecah, sehingga pada ketinggian 200 cm tidak dilakukan pengujian.

Untuk tekanan cetak 8 ton pada ketinggian 50 cm – 175 cm briket tidak pecah sedangkan pada ketinggian 200 cm briket pecah.

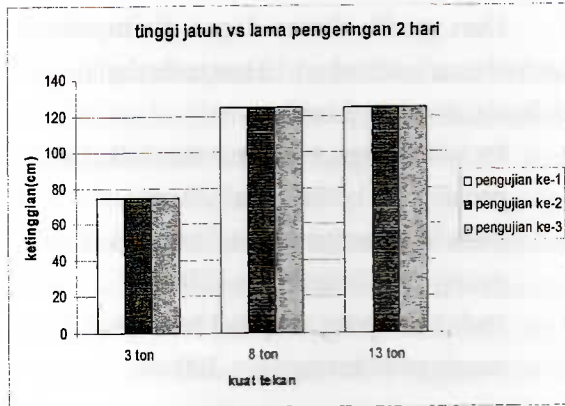
Untuk tekanan cetak 13 ton pada ketinggian 50 cm – 175 cm briket tidak pecah. Pada ketinggian 200 cm briket pecah.

Berikut adalah diagram yang menunjukkan pengaruh dari variasi tekanan dan variasi ketinggian yang berbeda.



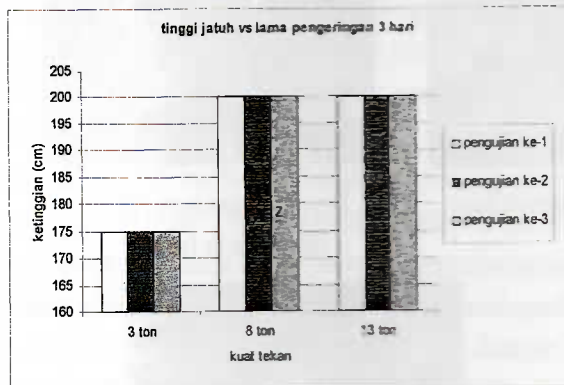
Gambar 9 Grafik lamanya pengeringan 1 hari terhadap tinggi jatuh

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa briket dengan lama pengeringan 1 hari makin tinggi kuat tekannya maka briket semakin kuat. Pada kuat tekan 3 ton, briket akan pecah pada ketinggian lebih dari 80 cm, pada kuat tekan 8 ton, briket akan pecah pada ketinggian lebih dari 100 cm, sedangkan pada kuat tekan 13 ton briket pecah pada ketinggian diatas 120 cm.



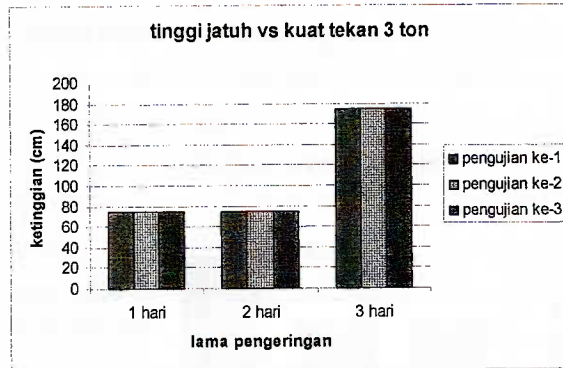
Gambar 10 Grafik lamanya pengeringan 2 hari terhadap tinggi jatuh

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa briket dengan lama pengeringan 2 hari makin tinggi kuat tekannya maka briket semakin kuat. Pada kuat tekan 3 ton, briket akan pecah pada ketinggian lebih dari 60 cm, sedangkan pada kuat tekan 8 ton dan 13 ton briket pecah pada ketinggian diatas 120 cm.



Gambar 11 Grafik lamanya pengeringan 3 hari terhadap tinggi jatuh

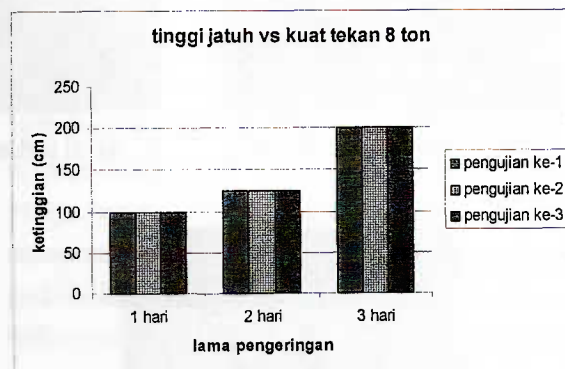
Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa briket dengan lama pengeringan 3 hari makin tinggi kuat tekannya maka briket semakin kuat. Pada kuat tekan 3 ton, briket akan pecah pada ketinggian lebih dari 175 cm, sedangkan pada kuat tekan 8 ton dan 13 ton briket akan pecah pada ketinggian lebih dari 200 cm.



Gambar 12 Grafik besarnya kuat tekan 3 ton terhadap tinggi jatuh

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa besar kuat tekan 3 ton terhadap tinggi jatuh adalah sebagai berikut:

- Pada lama pengeringan 1 hari briket akan pecah pada ketinggian lebih dari 60 cm.
- Pada lama pengeringan 2 hari briket akan pecah pada ketinggian lebih dari 60 cm.
- Pada lama pengeringan 3 hari briket akan pecah pada ketinggian lebih dari 160 cm.

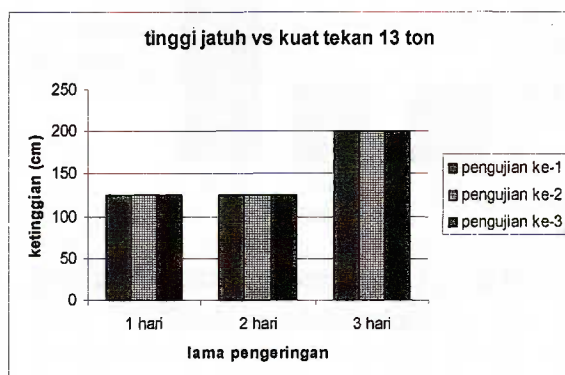


Gambar 13 Grafik besarnya kuat tekan 8 ton terhadap tinggi jatuh

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa besar kuat tekan 8 ton terhadap tinggi jatuh adalah sebagai berikut:

- Pada lama pengeringan 1 hari briket akan pecah pada ketinggian 100 cm.
- Pada lama pengeringan 2 hari briket akan pecah pada ketinggian 120 cm.

- Pada lama pengeringan 3 hari briket akan pecah pada ketinggian 200 cm.



Gambar 14 Grafik besarnya kuat tekan 13 ton terhadap tinggi jatuh

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa besar kuat tekan 13 ton terhadap tinggi jatuh adalah sebagai berikut:

- Pada lama pengeringan 1 hari briket akan pecah pada ketinggian 120 cm.
- Pada lama pengeringan 2 hari briket akan pecah pada ketinggian 120 cm.
- Pada lama pengeringan 3 hari briket akan pecah pada ketinggian 200 cm.

Pembahasan



a. Briket batubara dibakar



b. Awal terbentuknya bara



c. Pembuktian terbentuknya Bara pada briket



d. Bara briket batubara



e. abu briket batubara

Gambar 15 Proses pengujian briket batubara dengan cara dibakar

Analisa:

Pada drop test diperoleh hasil bahwa dengan variasi lama waktu pengeringan dapat menunjukkan bahwa ketinggian drop test akan semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu pengeringan dan kuat tekan. Peningkatan ketinggian hasil drop test ini dapat terjadi karena pada saat proses pencetakan spesimen terdapat air yang merembes keluar dari bagian bawah cetakan. Air tersebut berasal dari pencampuran tepung tapioka dengan air dengan tujuan agar dapat mengental. Pada awal proses pencampuran untuk lama pengeringan 3 hari proses pencampuran dilakukan dengan cara mencampur semua bahan kemudian diaduk, setelah tercampur semua baru dimasukkan air yang mendidih kedalam semua bahan baru diaduk lagi. Untuk pengeringan 2 hari proses pencampurannya berbeda dengan 3 hari untuk 2 hari ini pencampuran dilakukan dengan jalan mencampur semua bahan kecuali tapioka setelah itu diaduk agar homogen setelah itu tapioka dan air diaduk dalam satu tempat yang berbeda sampai tapioka dan air mengental seperti lem kertas. Setelah itu baru dilakukan pencampuran semua bahan yang sudah ada. Untuk pengeringan selama 1 hari pada dasarnya hampir sama dengan yang 1 hari tetapi terdapat perbedaan pada pencampuran tapioka dan air. Pada lama pengeringan 1 hari ini tapioka dan air direbus jadi satu sampai mengental setelah itu baru dimasukkan pada campuran batubara, kapur dan sekam padi. Sehingga pada grafik tinggi jatuh vs lama pengeringan perbedaan ketinggiannya tidak begitu banyak, berbeda dengan lama pengeringan 2 dan hari. Untuk lama pengeringan 3 hari air yang merembes melalui cetakan banyak, untuk 2 hari air yang keluar mulai sedikit, sedangkan untuk 1 hari air yang keluar berkurang banyak. Sedikit atau banyaknya air yang merembes dari cetakan ini

disebabkan karena campuran semua bahan homogenitasnya berbeda. Keluarnya sebagian air dari campuran tersebut, menyebabkan campuran tepung dan air menjadi lem yang kuat dan membuat spesimen menjadi tidak mudah rapuh. Campuran air dengan tepung tapioka digunakan sebagai pengikat dengan bahan-bahan lain.

Untuk proses pengujian dengan dijatuhkan bebas ini hasil yang didapat sudah baik karena dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan spesimen yang dibuat didapatkan ketinggian maksimal sebesar 200 cm untuk penekanan 8 dan 13 ton sedangkan briket yang diproduksi oleh pabrik dengan penekanan sebesar 8 ton hasil pengujian didapatkan 190 cm. Dari hasil pengujian yang dilakukan terdapat selisih 10 cm, dari selisih ini dapat diambil kesimpulan bahwa briket biobatu bara yang telah dibuat memiliki kemampuan yang lebih baik karena selisih ketinggian ini sangat berguna pada saat packaging.

Proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan suhu ruangan. Untuk mengetahui kemampuan dari briket bio batubara yang sudah dibuat dilakukan beberapa variasi waktu pengeringan. Tujuan dari variasi ini untuk mengetahui seberapa banyak air yang hilang pada briket biobatu bara sehingga menghasilkan briket yang baik. Hilangnya uap air disebabkan karena air yang masih terkandung didalamnya akan menguap. Sehingga spesimen akan menjadi lebih kering dan pengikat yang digunakan akan semakin rekat karena kandungan airnya sudah mulai berkurang sehingga yang tertinggal hanya perekatnya saja.

Bentuk spesimen briket ini memiliki keunggulan. Keunggulan tersebut antara lain adalah adanya siku-siku pada briket tersebut yang pada saat pengujian merupakan tempat awal terbentuknya bara sebelum merata ke

seluruh bagian. Proses terbentuknya ditunjukkan pada gambar 15(b). Selain itu bentuk tersebut juga memiliki keuntungan yaitu mengurangi celah antar briket pada saat pengemasan. Selain beberapa keunggulan seperti yang dijelaskan diatas, bentuk briket ini juga memiliki kekurangan. Kekurangan tersebut antara lain perbandingan antara luas permukaan terhadap volume relatif kecil. Pada saat penggunaan, briket ini harus disusun sedemikian rupa dalam kompor agar aliran udara dari bawah kompor mampu mengalir melewati celah-celah antar briket.

Proses pengujian bakar ini dilakukan untuk mengetahui apakah briket bio batubara yang dibuat dapat terbakar atau tidak dan kemudian berubah menjadi bara. Pada gambar 15(a), menunjukkan bahwa briket biobatubara dan briket batubara yang berbentuk telur dibakar secara bersamaan. Sebelum kedua macam briket tersebut dinyalakan terlebih dahulu kedua briket direndam kedalam minyak tanah selama 5 detik, setelah direndam briket tersebut baru dinyalakan dengan menggunakan korek api. Pada gambar 15(b) menunjukkan bahwa setelah 5 menit membara briket yang berbentuk telur sudah padam dan briket bio batubara masih menyala. Pada saat kedua briket sudah padam semua tampak bahwa sebagian briket bio batubara telah menjadi bara, sedangkan briket batubara yang berbentuk telur belum menjadi bara. Pada gambar 15(c) menunjukkan bahwa untuk membuktikan bahwa briket bio batubara dan briket yang berbentuk telur sudah menjadi bara atau belum dibuktikan dengan cara mendekatkan sebatang korek api pada kedua briket dan ternyata briket bio batubara yang didekatkan dengan batang korek api tersebut dapat tersulut dan menyala. Gambar 15(d) dan (e) memperlihatkan bahwa briket bio batubara yang sudah menjadi bara tersebut digunakan sebagai penyulut untuk pembakaran briket bio

batubara yang lain di dalam tungku. Proses pembakaran briket bio batubara yang sudah ditumpukan ini digunakan untuk mengetahui kemampuan dari briket bio batubara. ternyata setelah 5 jam semua briket masih menjadi bara dan kemudian habis terbakar hingga menyisakan abu.

SIMPULAN

Proses pencampuran sangat berpengaruh pada hasil akhir dari spesimen yang dibuat. Dalam menggunakan tekanan yang cukup, pembuatan briket biobatubara sudah dapat dilakukan. Untuk proses pengujian drop test ini spesimen dijatuhkan secara bebas dengan ketinggian yang dimulai dari 50cm sampai 200cm. Proses pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengujian untuk masing-masing spesimen.

Adanya hubungan yang jelas antara lama waktu pengeringan dengan ketinggian drop test, bahwa semakin lama waktu pengeringan maka ketinggian drop test akan semakin bertambah pula. Hal ini ditunjukkan sebagai berikut :

- Lama pengeringan 1 hari ketinggian minimum : 75cm untuk kuat tekan 3 ton, sedangkan ketinggian maksimum: 125cm untuk kuat tekan 13 ton
- Lama pengeringan 2 hari ketinggian minimum : 75 cm untuk kuat tekan 3 ton, sedangkan ketinggian maksimum: 125 cm untuk kuat tekan 8 ton dan 13 ton
- Lama pengeringan 3 hari ketinggian minimum : 175cm untuk kuat tekan 3 ton, sedangkan ketinggian maksimum: 200cm untuk kuat tekan 8 ton dan 13 ton

Semakin besar kuat tekan pada briket biobatubara maka semakin besar pula ketinggian yang dihasilkan untuk drop test. Semakin lama pengeringan yang dilakukan pada briket biobatubara maka semakin keras briket bio

batubara yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena kandungan air yang terdapat didalamnya semakin lama semakin berkurang. Komposisi 80 % Batubara, 15 % Sekam Padi, 5 % Kapur. Penambahan pengikat (Tapioka dan air sebesar 3 % dari total massa campuran tersebut) sudah cukup baik dan dapat menghasilkan drop test yang cukup.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D440-86(2002). Standard Test Method of Drop Shatter Test for Coal
- Adiwinata, Nursaleh. "*Pembuatan Briket Biocoal dengan Mesin Extruder*". Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral
- Balia, Lobo." *Briket bio-batubara: Makin Dikenal, Makin Disayang*". Kepala Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Harnadi, Tahmid. 2006. "*Briket Bio Batubara sebagai Alternatif Pengganti Minyak Tanah*". Asosiasi Pertambangan Batubara Indonesia APBI-ICMA
- Pemerintah Kabupaten Bantul. "*Briket Batubara Sebagai Energi Alternatif Pembakaran bata*". Warintek Bantul
- Pemerintah Kabupaten Bantul. "*Memasak Dengan Briket Batubara*". Warintek Bantul
- "*Perbandingan Batubara di Beberapa Tempat di Indonesia*" www.ptbukitasam.com
- "*Proses Pembuatan Briket Bio Batubara*". <http://infobbm.net>
- Sourse. 1995. "*Clean Coal Science Handbook*". America: Mc. Grow Hill
- "*Urutan proses pembuatan briket biobatubara*". <http://tekmira.com>