

PENGARUH TEKANAN PEMBRIKETAN DAN HOLDING TIME TERHADAP KARAKTERISTIK RELAKSASI BRIKET BIOMASA

Tri Istanto¹, Wibawa Endra J¹

¹ Staf Pengajar - Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik UNS

Keywords :

Sawdust
Biomass Briquette
Briquetting Pressure
Holding Time
Relaxation

Abstract :

This research was conducted to know the effect of briquetting pressure and holding time on relaxation characteristic of biomass briquette. Relaxation characteristic from briquette evaluated was the percentage of elongation in length and the percentage increase in volume. Biomass used was Kalimantan's wood sawdust. Briquette was conducted by using a hydraulic machine press and briquette die is in form of cylinder with the inner diameter of 3 cm. Binder used was 10 % molasses and particle size of biomass sawdust 50 mesh. The variation of briquetting pressure used was 200 kg/cm², 400 kg/cm², 600 kg/cm², 800 kg/cm², and 1000 kg/cm², whereas variation of holding time used was 5 s, 10 s, 20 s, 40 s, and 60 s. The testing of relaxation characteristic used the direct method based on standard of ASAE S269.2 DEC 96. From result of relaxation testing was founded that increased briquetting pressure and extended of holding time could decrease elongation and relaxed volume of briquette biomass.

PENDAHULUAN

Penggunaan biomasa sebagai sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui telah menjadi perhatian dunia saat ini, karena sifatnya yang ramah lingkungan dan tidak mahal. Beberapa keuntungan menggunakan energi biomasa antara lain; sumber energi ini dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang *renewable resources*, sumber energi ini relatif tidak mengandung sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara sebagaimana yang biasa terjadi pada bahan bakar fosil, dan pemanfaatan energi biomasa juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan. Di beberapa negara berkembang energi dari biomasa menjadi sumber energi utama, meskipun kebanyakan masih berbentuk tradisional.

Di Indonesia ada tiga macam industri kayu yang secara dominan mengkonsumsi kayu dalam jumlah relatif besar, yaitu: industri penggergajian, vinir/kayu lapis, dan pulp/kertas. Sebagian limbah biomasa dari industri tersebut telah dimanfaatkan kembali dalam proses pengolahannya sebagai bahan bakar guna melengkapi kebutuhan energi industri kayu lapis dan kertas. Sebagian lagi menimbulkan masalah lingkungan, dimana limbah penggergajian hanya ditumpuk, sebagian dibuang ke aliran sungai (pencemaran air), atau dibakar secara langsung (menambah emisi karbon ke atmosfer). Produksi total kayu gergajian Indonesia mencapai 2,6 juta m³ per tahun [Forestry Statistics of Indonesia 1997/1998]. Dengan asumsi bahwa jumlah limbah yang terbentuk 54,24 % dari produksi total, maka dihasilkan limbah penggergajian sebanyak 1,4 juta m³ per tahun; angka ini cukup besar karena mencapai sekitar separuh dari produksi kayu gergajian. Untuk serbuk gergajian

dapat mencapai 15 % dari produksi total kayu gergajian (Gustan Pari, 2002).

Untuk memanfaatkan energi pada biomasa khususnya serbuk gergajian kayu, teknologi pembakaran dalam bentuk serbuk (*pulverized combustion*) banyak menemukan masalah dalam hal penanganan bahan bakarnya. Karena densitas serbuk gergajian yang rendah, sehingga memerlukan investasi lebih untuk transportasi, tenaga kerja, dan tempat penyimpanannya. Untuk mengatasi masalah diatas, salah satu cara adalah dengan proses densifikasi atau pembriketan. Proses ini untuk memudahkan penyimpanan, mengurangi biaya transportasi, dan menaikkan nilai kalor volumetrik dari serbuk gergajian tersebut.

Parameter - parameter yang menentukan dalam pembuatan briket biomasa antara lain adalah; tekanan pembriketan (*briquetting pressure*), waktu penahanan tekanan pembriketan (*holding time*), ukuran butir serbuk, jenis bahan pengikat (*binder*), temperatur pembriketan, dan kandungan air (*moisture content*) (Chin Chin, O., 2000). Saat ini pembriketan biomasa juga masih menjumpai beberapa kendala antara lain ; mudah rusak, pecah, dan melar (mengalami relaksasi) dalam proses penyimpanan maupun saat proses transportasi.

Dalam penelitian ini mencari karakteristik relaksasi briket biomasa. Pengetahuan tentang karakteristik relaksasi tersebut diharapkan dapat dijadikan dasar untuk melakukan optimasi dalam produksi briket biomasa.

TINJAUAN PUSTAKA

Wakumonya dan Jenkins (1994) melakukan penelitian pada briket biomasa campuran gergajian kayu dan jerami gandum. Pada penelitian ini

divariasikan campuran antara gergajian kayu dan jerami gandum yaitu 1:1 dan 3:1 untuk mengetahui sifat relaksasi dan ketahanan briket. Hasil penelitian menyatakan pertambahan panjang lebih tinggi terjadi pada campuran 1:1.

Chin dan Siddiqui (2000), melakukan penelitian pada berbagai jenis biomasa yaitu kulit kacang, serabut kelapa, sekam padi. Briket biomasa diuji untuk mengetahui sifat relaksasi, kekuatan mekanik, dan karakteristik pembakarannya. Pada pengujian ini digunakan variasi tekanan pembriketan 0,5 - 7 MPa. Hasil penelitian adalah ditemukan relaksasi maksimum terjadi pada 10 menit pertama setelah briket keluar dari cetakan dan relaksasi semakin mengecil pada tekanan tinggi.

Wilaipon, P. (2002) melakukan penelitian tentang pengaruh tekanan medium pada briket tongkol jagung. Cetakan yang digunakan berupa silinder dengan diameter dalam 38 mm dan tinggi 100 mm. Ditekan dengan mesin press hidrolik yang dilengkapi dengan *pressure control*. Bahan yang digunakan sebanyak 100 gram dengan komposisi 73 % tongkol jagung dan 23% molases yang berfungsi sebagai pengikat. Batas atas tekanan pembriketan adalah 15 MPa dan tekanan yang digunakan 7 MPa, 10 MPa, dan 13 MPa. Wilaipon menyatakan bahwa panjang relaksasi maksimum dan peningkatan volume akan ditemukan 15 menit pertama setelah briket keluar dari cetakan dan setelah 96 jam dibiarkan terbuka pada tekanan atmosfer di laboratorium, panjang relaksasi briket kurang dari 18 % dan peningkatan volume briket kurang dari 28 %.

Ndiema (2002) melakukan penelitian untuk mencari pengaruh tekanan pembriketan pada karakteristik briket khususnya sifat relaksasi briket. Dimana sifat relaksasi briket dicari lewat pertambahan panjang dan jumlah rongga udara terjebak dari briket. Pengambilan data dilakukan di laboratorium dengan kelembaban udara relatif sebesar 50 - 60%, panjang briket diukur setelah 10 detik dan 24 jam setelah briket dikeluarkan dari cetakan. Hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa pertambahan panjang minimum (relaksasi terkecil) terjadi pada pembriketan tekanan 80 MPa, hal ini dikarenakan jumlah rongga udara terjebak minimum pada tekanan 80 MPa.

METODOLOGI PENELITIAN

Karakteristik relaksasi briket biomasa diteliti dengan bahan biomasa dari limbah gergajian kayu Kalimantan jenis Meranti, dimana sifat bahan bakar diuji kadar air, kadar abu, kadar *fixed carbon*, kadar *volatile*, nilai kalor (*heating value*) dengan analisis proximate (ASTM D3172). Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Properti bahan uji.

Properti	Kayu Kalimantan
Kadar Air (%)	13,12
<i>Volatile matter</i> (%)	68,316
<i>Fixed carbon</i> (%)	17,264
Kandungan abu (%)	1,3
Nilai kalor (kkal/kg)	4230,572
Kandungan lignin (%)	37,865

Limbah gergajian kayu tersebut diuji ayak standar ASTM sebesar 50 mesh untuk mengontrol ukuran partikel, kemudian bahan dengan massa 35 gram dibuat briket berbentuk silinder berdiameter 3 cm, dengan menggunakan bahan pengikat (*binder*) berupa tetes tebu (*molases*) sebesar 10%. Pembriketan dilakukan dengan variasi tekanan pembriketan sebesar 200, 400, 600, 800, dan 1000 kg/cm² dan variasi *holding time* sebesar 5, 10, 20, 40, dan 60 detik.

Pengujian sifat relaksasi mengadopsi pengujian menurut standar ASAE S269.2 DEC 96 yakni menggunakan metode pengukuran langsung dengan alat jangka sorong (*caliper digital*). Prosedur pengujiannya yaitu; briket yang baru dihasilkan kemudian diukur dimensinya meliputi panjang awal (L_0) dan diameter awal (D_0) untuk menghitung volume awal (V_0) kemudian disimpan. Dilakukan pengukuran kembali pada dimensi briket (L_t dan D_t) dengan variasi waktu penyimpanan sebesar 1 menit, 10 menit, 30 menit, 1 jam, 2 jam, 1 hari, dan 1 minggu untuk setiap variasi tekanan pembriketan dan *holding time*.

Analisa data untuk mendapatkan persentase pertambahan panjang (*% elongation*) dan persentase pertambahan volume (*% relaxed volume*) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\%L = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1)$$

dimana :

$\%L$ = pertambahan panjang.

L_t = panjang briket setelah keluar cetakan pada t menit (mm)

L_0 = panjang briket mula – mula (mm)

$$\%V = \frac{V_t - V_0}{V_0} \times 100\% \quad (2)$$

dimana :

$\%V$ = pertambahan volume

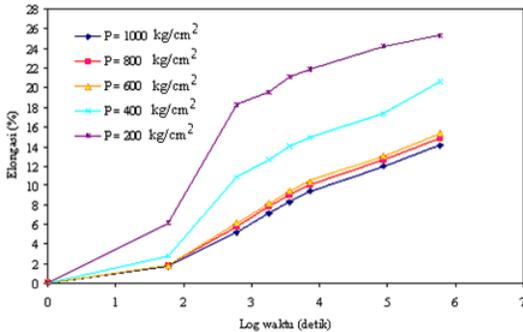
V_t = volume briket setelah keluar cetakan pada t menit (mm³)

V_0 = volume briket mula – mula (mm³)

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengaruh Tekanan Pembriketan terhadap Sifat Relaksasi

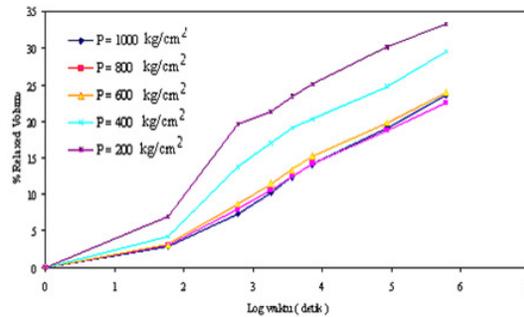
Gambar 1 merupakan hasil dari uji relaksasi berdasarkan variasi tekanan pembriketan pada *holding time* konstan (5 detik). Pada gambar terlihat bentuk kurva yang hampir sama pada tiap variasi, hal ini menunjukkan bahwa pertambahan panjang terjadi pada tiap variasi tekanan pembriketan. Pada gambar 1 dapat dilihat pertambahan panjang terbesar terjadi pada 600 detik setelah briket biomasa keluar dari cetakan dan selanjutnya pertambahan panjang semakin berkurang. Hal ini sesuai dengan penelitian Wilaipon (2002).



Gambar 1. Pertambahan panjang pada tiap variasi tekanan pembriketan pada waktu penahanan konstan.

Pada gambar 1 juga terlihat hubungan antara pertambahan panjang dengan tekanan pembriketan. Pertambahan panjang terbesar terjadi pada tekanan pembriketan 200 kg/cm² dan terkecil pada tekanan pembriketan 1000 kg/cm². Hubungan antara pertambahan panjang berdasarkan variasi tekanan pembriketan adalah bahwa semakin tinggi tekanan pembriketan maka pertambahan panjang dari briket biomasa semakin mengecil. Hal ini terjadi karena semakin tinggi tekanan pembriketan maka dapat menyebabkan ikatan antar partikel biomasa semakin kuat.

Semakin tinggi tekanan pembriketan yang diberikan pada partikel biomasa juga mengakibatkan deformasi plastik yang terjadi selama proses pembriketan semakin besar. Seperti yang umum diketahui, pada suatu material apabila diberi pembebanan maka akan terjadi deformasi elastis dan deformasi plastis. Deformasi elastis adalah perubahan bentuk yang terjadi bila suatu material diberi beban tetapi akan kembali ke bentuk semula bila beban tersebut hilang. Di lain pihak, deformasi plastis adalah perubahan bentuk yang permanen meskipun bebannya dihilangkan. Oleh karena kedua hal tersebut diatas maka menyebabkan briket biomasa tidak mudah mengalami relaksasi (Ndiema, C.K.W., 2002).



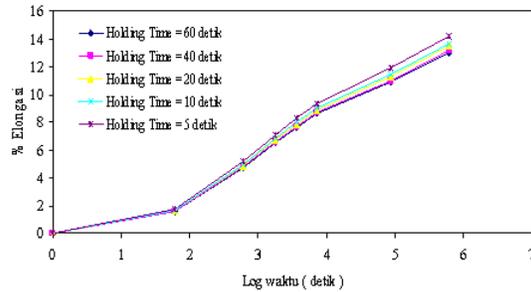
Gambar 2. Pertambahan volume pada tiap variasi tekanan pembriketan pada waktu penahanan konstan.

Gambar 2 menunjukkan pertambahan volume (% *relaxed volume*) pada tiap variasi tekanan pembriketan pada waktu penahanan konstan (5 detik). Bentuk kurva pada tiap - tiap variasi hampir sama dengan bentuk kurva pada Gambar 1 dan besar pertambahan volume bila dibandingkan dengan besar pertambahan panjang juga tidak berbeda jauh (rata - rata perbedaan untuk tiap variasi hanya 9 %). Hal ini menunjukkan bahwa pertambahan panjang (arah aksial) yang terjadi pada briket lebih signifikan menyebabkan pertambahan volume pada briket daripada pertambahan diameter (arah radial) briket biomasa. Sehingga pengaruh tekanan pembriketan terhadap pertambahan volume juga sama dengan pengaruh tekanan pembriketan terhadap pertambahan panjang yaitu pertambahan volume terbesar pada 600 detik setelah briket biomasa keluar cetakan.

b. Pengaruh Waktu Penahanan (*Holding Time*) terhadap Sifat Relaksasi

Hubungan antara waktu penahanan terhadap sifat relaksasi briket biomasa dapat dilihat pada Gambar 3. Data pada Gambar 3 diambil berdasarkan pada tekanan pembriketan konstan (1000 kg/cm²). Disini dapat dilihat bahwa terdapat kecenderungan waktu penahanan yang semakin lama maka pertambahan panjang dari briket biomasa semakin kecil. Hal ini dapat dijelaskan oleh sifat biomasa yang termasuk sebagai material hidrokarbon yang memiliki sifat viskoelastis.

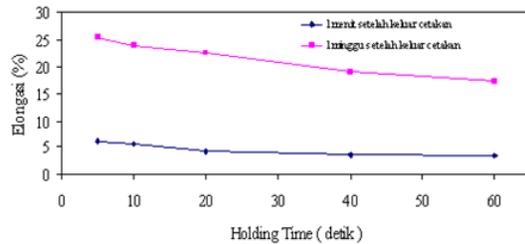
Umumnya kelakuan melar (*creep*) dapat digambarkan oleh model Voigt sedangkan relaksasi tegangan oleh model Maxwell. Model Maxwell menjelaskan proses relaksasi tegangan pada bahan yang dideformasi. Kalau bahan dengan cepat dideformasikan dan ditahan, tegangan tidak berubah dan apabila gaya deformasi dihilangkan maka terjadi relaksasi tegangan secara eksponen. Hal inilah yang terjadi pada briket biomasa sehingga pada variasi waktu penahanan yang lama maka menyebabkan adanya relaksasi tegangan yang semakin lama sehingga menahan pertambahan panjang briket biomasa.



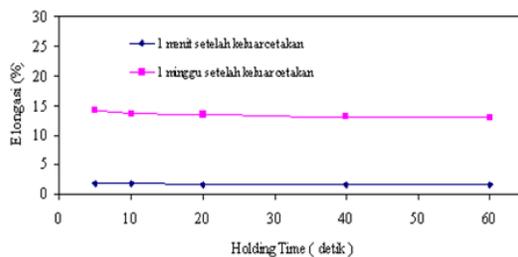
Gambar 3. Pertambahan panjang tiap variasi waktu penahanan pada tekanan pembriketan konstan.

Pada Gambar 3 jarak antar kurva hanya menunjukkan perbedaan yang kecil (1,13 % untuk waktu penahanan 60 detik dan waktu penahanan 5 detik) sehingga pengaruh waktu penahanan terhadap pertambahan panjang tidak terlalu signifikan. Hal ini memang dapat diterima sebab waktu penahanan memiliki pengaruh yang lebih besar pada tekanan pembriketan yang rendah daripada pembriketan dengan tekanan tinggi (Li dan Liu, 2000).

Untuk mengetahui perbedaan pengaruh dari waktu penahanan terhadap sifat relaksasi pada tekanan pembriketan rendah dengan tekanan pembriketan tinggi maka dapat dilihat pada Gambar 4 (a) dan 4 (b) sebagai berikut:



(a)



(b)

Gambar 4. Pertambahan panjang pada tiap variasi waktu penahanan (a) tekanan 200 kg/cm² (b) tekanan 1000 kg/cm².

Dari kedua Gambar 4 (a) dan 4 (b) terjadi perbedaan yang signifikan dalam hal pertambahan panjang dari briket biomasa pada waktu 1 menit setelah keluar cetakan dan 1 minggu kemudian. Pada Gambar 4 (a) yang merupakan pembriketan pada tekanan 200 kg/cm² terlihat adanya perbedaan

pertambahan panjang pada tiap variasi waktu penahanan. Semakin lama waktu penahanan dapat menurunkan pertambahan panjang dari briket biomasa (13,87 % untuk waktu penahanan 60 detik). Hal ini tidak terlihat pada Gambar 4 (b) yang merupakan pembriketan pada tekanan 1000 kg/cm², pada tekanan ini pertambahan panjang briket dari 1 menit setelah keluar cetakan sampai 1 minggu setelah keluar cetakan untuk semua variasi waktu penahanan bernilai hampir sama atau mendekati konstan.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: semakin tinggi tekanan pembriketan maka pertambahan panjang briket biomasa semakin kecil. Perubahan panjang (arah aksial) yang terjadi pada briket lebih signifikan, menyebabkan pertambahan volume pada briket, daripada pertambahan diameter (arah radial). Pengaruh tekanan pembriketan terhadap pertambahan volume juga sama dengan pengaruh tekanan pembriketan terhadap pertambahan panjang. Semakin lama waktu penahanan, maka pertambahan panjang briket biomasa semakin kecil. Waktu penahanan memiliki pengaruh yang lebih signifikan pada tekanan pembriketan yang rendah daripada pembriketan dengan tekanan tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada DP3M DIKTI yang telah mendukung penelitian ini melalui Program Penelitian Dosen Muda 2008 dengan kontrak NO : 017/SP2H/PP/III/2008.

DAFTAR PUSTAKA

- ASAE S269.4 Dec 96, 1998, *Cubes, Pellet, Crumbles-Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content*, ASAE Standards.
- ASTM D3172, *Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke*, ASTM Standards.
- Chin Chin, O., and Siddiqui, Kamal M., 2000, "Characteristic of Some Biomass Briquettes Prepared under Modest Die Pressures", *Biomass and Bioenergy*, Vol.18, pp. 223 - 228.
- Li, Y., Liu, H., 2000, "High - Pressure Densification of Wood Residues to Form An Upgraded Fuel", *Biomass and Bioenergy*, Vol.19, pp. 177 - 186.
- Ndiema, C.K.W, Manga, P.N., Ruttouh, C.R., 2002, "Influence of Die Pressure on Relaxation Characteristics of Briquetted Biomass", *Energy Conversion and Management*, Vol. 43, pp. 2157 - 2161.

Pari, Gustan, 2002, *Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu*, Institut Pertanian Bogor.

Wamukonya, L., Jenkins, B., 1995, "Durability and Relaxation of Sawdust and Wheat - Straw Briquettes as Possible Fuels for Kenya", *Biomass and Bioenergy*, Vol. 8, No 3, pp. 175 - 179.

Wilaipon, P., 2002, *The Effects of Moderate Die Pressure on Maize Cob Briquettes : A Case Study in Phitsanulok, Thailand*, Mechanical Engineering Departement, Engineering Faculty Naresua University, Phitsanulok.