

REKAYASA PEMBUATAN MESIN PELET KAYU DAN PENGUJIAN HASILNYA (*Design and Manufacture of Wood Pellets Machine and Testing of its Product*)

Oleh / By:

Djeni Hendra¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl.Gunung Batu No. 5 Bogor 16610, Tlp./Fax: (0251) 8633378/8633413.
Email: djeni_hendra@yahoo.co.id

Diterima 26 Januari 2012, disetujui 14 Mei 2012

ABSTRACT

Stock of fossil fuel will be decreasing in the coming years accordingly, finding other raw material from renewable sources especially wood waste has to be sought. This material can be used as heat, electricity, transportation and directly used as fuel wood. However, physical properties of biomass, particularly sawdust has low density, difficult to store and transport. This problem can be solved by converting sawdust into wood pellet using a hot hydraulic press machine. The objective of this study was to make wood pellet machine and testing characteristics of the wood pellets.

*The machine has been successfully made with production capacity of 2.67 kg/h. Raw material used in these research were sawdust of *Tectona grandis*, *Paraserianthes falcataria* and *Acacia auriculiformis* with particle size of 60 and 80 mesh. These materials were then machined into wood pellets at three stages of temperatures, i.e. 150, 180 and 250°C respectively. Evaluation of wood pellet quality included moisture content, ash content, volatile matter, calorific value, density and pressure strength.*

The results showed that the highest quality of wood pellet was obtained from teak sawdust of size 80 mesh and press temperature of 250°C. This process produced condition wood pellet with moisture content of 0.98%, ash content 0.93, volatile matter 80.63%, density 0.82 g/cm³, pressure strength 387,64 kg/cm² and calorific value of 4961,51 cal/g. Productivity of wood pellet machine is 2.67 kg with electric energy consumption of 2,55 kWh per hour.

Keywords: Wood pellet, wood waste, sawdust, calorific value, press hydraulic

ABSTRAK

Bahan bakar berbasis fosil untuk masa yang akan datang jumlahnya akan semakin menurun. Untuk mengantisipasi hal tersebut diperlukan bahan baku lain yang sifatnya dapat diperbaharui yaitu biomas yang berasal dari tumbuhan. Biomas merupakan sumber energi terbarukan yang sifatnya serbaguna karena dapat menghasilkan bahan bakar untuk pemanas, listrik dan transportasi. Biomas dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar akan tetapi karena sifat fisiknya yang rendah seperti kerapatan massa yang kecil dan permasalahan dalam penanganan, penyimpanan dan transportasinya sehingga perlu dilakukan upaya pemadatan massa kayu dengan dibuat produk pelet. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat mesin pelet kayu dan pengujian kualitas pelet kayu yang dihasilkannya.

Mesin pelet kayu yang dibuat berkapasitas 2,67 kg/jam dengan spesifikasi jumlah lubang cetakan dibuat dengan ukuran Ø 15 mm dan panjang 110 mm. Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan pelet kayu adalah serbuk gergaji kayu jati (*Tectona grandis*), akasia (*Acacia auriculiformis*) dan sengon (*Paraserianthes falcataria*) dengan kehalusan 60 dan 80 mesh yang kemudian diolah pada suhu

masing-masing 150, 180 dan 250°C. Mutu pelet kayu yang diuji meliputi penetapan kadar air, abu, zat terbang, nilai kalor, kerapatan dan keteguhan tekan. Pelet kayu yang terbaik dihasilkan dari serbuk gergaji kayu jati dengan kehalusan 80 mesh dihasilkan dari suhu kempa 250°C yaitu menghasilkan kerapatan sebesar 0,82 g/cm³, keteguhan tekan 387,64 kg/cm², nilai kalor 4961,51 kal/g, kadar air 0,98% abu 0,93%, zat terbang 80,63%. Dalam satu jam dihasilkan 2,67 kg pelet kayu dengan energi listrik yang terpakai sebanyak 2,55 kWh.

Kata kunci: Pelet kayu, limbah kayu, serbuk gergaji, nilai kalor, pres hidrolik

I. PENDAHULUAN

Bahan bakar berbasis fosil untuk masa yang akan datang jumlahnya akan semakin menurun. Untuk mengantisipasi hal tersebut diperlukan bahan baku lain yang sifatnya dapat diperbaharui yaitu biomas yang berasal dari tumbuhan. Biomas merupakan sumber energi terbarukan yang paling serbaguna yang dapat menghasilkan bahan bakar untuk panas, listrik dan transportasi. Biomas tidak dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar karena sifat fisiknya yang rendah seperti kerapatan energi yang kecil dan permasalahan penanganan, penyimpanan dan transportasi sehingga perlu dilakukan diversifikasi di antaranya dengan dibuat produk pelet (Siemers, 2006). Konversi biomas menjadi bentuk yang lebih baik dapat meningkatkan kualitasnya sebagai bahan bakar seperti peningkatan daya bakar, efisiensi pembakaran, bentuk yang lebih seragam, produk yang lebih kering serta kerapatan massa yang lebih besar (Bergman dan Zerbe, 2004). Densifikasi biomas (limbah kehutanan, pertanian dan perkebunan) menjadi briket atau pelet merupakan suatu metode pengembangan fungsi suatu sumber daya yaitu meningkatkan kandungan energi tiap satuan volume, mengurangi jumlah abu pada sisa pembakaran dan meningkatkan kapasitas panas (Saptoadi, 2006). Pelet merupakan hasil pengempaan biomas yang mempunyai tekanan lebih besar dibandingkan briket. Bahan bakar pelet ini berdiameter antara 3-12 mm dengan panjang antara 6-25 mm. Pelet diproduksi dalam suatu alat dengan mekanisme pemasukan bahan secara kontinu yaitu bahan yang telah dikeringkan didorong dan dimampatkan melewati lingkaran baja pada beberapa lubang yang mempunyai ukuran tertentu, yang kemudian akan patah ketika mencapai panjang yang diinginkan (Ramsay, 1982). Teknologi mesin pelet ini sudah banyak digunakan terutama untuk memproduksi

pakan ternak, namun demikian khusus untuk biopelet dari biomas kayu di Indonesia belum banyak dilakukan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam rekayasa alat pelet kayu ini adalah pipa baja tahan karat (SS 304) dengan tebal 2 mm, baja tahan karat (SS 304) tebal 8 mm, tabung hidrolik, *solenoid pump*, elektromotor, kran oli, pompa oli, tangki oli, *electric heater*, *thermocouple*, *temperature controler* dan kawat katoda untuk las listrik. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk gergaji kayu jati, sengon dan akasia.

B. Prosedur Uji Coba Pembuatan Pelet Kayu

Proses pembuatan pelet kayu dilakukan dengan menggunakan alat pres hidrolik hasil rekayasa dengan spesifikasi 40 lubang yang dilengkapi dengan *electric heater* diameter 15 mm, panjang 220 mm dengan tekanan kempa 1500 psi/40 lubang.

Bahan baku serbuk gergajian kayu disaring dengan ukuran serbuk lolos 60 mesh dan lolos 80 mesh, kemudian dimasukkan ke lobang alat cetakan dan dikempa sambil dipanaskan pada suhu kempa 150°C, 180°C dan 250°C.

C. Pengujian Mutu Pelet Kayu

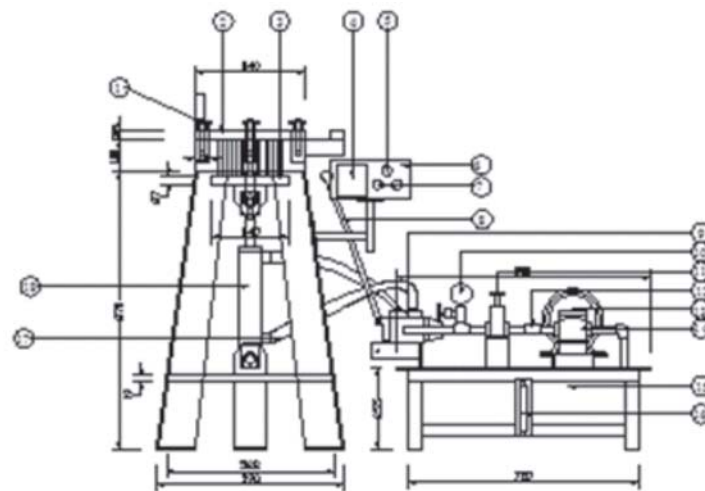
Pelet kayu yang dihasilkan diuji mutunya yang meliputi penetapan kadar air, abu, zat terbang, nilai kalor, kerapatan dan keteguhan tekan. Pengujian dilakukan di laboratorium Kimia dan Energi Hasil Hutan. Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan Bogor.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Mekanisme Kerja dan Tahapan Kegiatan Rekayasa

1. Rancang bangun prototipe alat pres pelet kayu dengan menggunakan tenaga dari elektromotor untuk menggerakkan *selenoid pump* ke tabung hidrolik dengan tekanan kempa maksimum 1500 psi/40 lubang yang dilengkapi dengan pemanas dari elemen listrik untuk memanaskan serbuk kayu menjadi pelet.

2. Pengerjaan pengelasan dan perakitan rangka meja cetakan pelet kayu, tutup cetakan (Gambar 2). Pembubutan lubang cetakan Ø 15 mm dan pendorong cetakan dengan panjang 110 mm dari bahan baja tahan karat, perakitan *bushingrail plate* pendorong dari bahan besi dengan ukuran Ø 43 mm tinggi 40 mm, plat pendorong dari bahan besi dengan ukuran 240 x 197 x 25 mm dan baja tahan karat ukuran 240 x 197 x 2 mm dan dudukan tabung hidrolik dengan ketebalan plat 10 mm (Gambar 3).



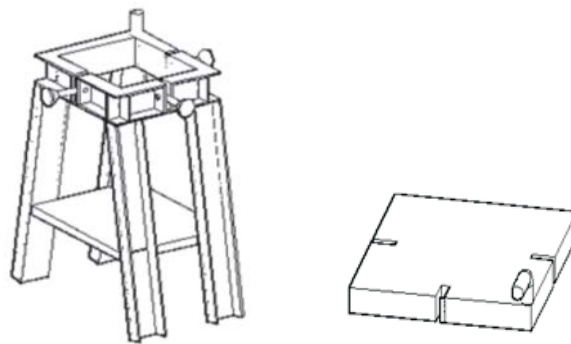
Gambar 1. Sketsa mesin pelet kayu dengan sistem pres hidrolik
 Figure 1. Sketch of wood pellets machine with hydraulic press system

Tabel 1. Keterangan gambar 1.
 Table 1. Remarks of figure 1.

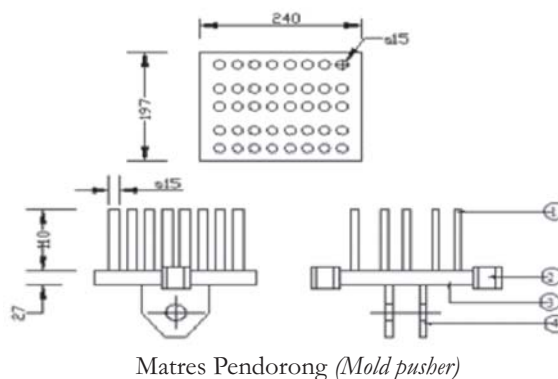
Mesin pres hidrolik (<i>Hydraulic press machine</i>)			
No.	Nama (<i>Name</i>)	Bahan (<i>Materials</i>)	Keterangan (<i>Remarks</i>)
1.	Pengunci tutup (<i>Cover key</i>)	Besi (<i>Iron</i>)	Mur ¾ inchi
2.	Tutup cetakan (<i>Mold cover</i>)	Besi dan baja tahan karat (<i>Iron and stainless steel</i>)	- Besi (<i>Iron</i>) 340 x 310 x 32 mm - Baja tahan karat (<i>Stainless steel</i>) 340 x 310 x 2 mm
3.	Pendorong cetakan (<i>Mold pusher</i>)	Besi dan baja tahan karat (<i>Iron and stainless steel</i>)	- Besi plat (<i>Iron plate</i>) 240 x 197 x 25 mm - Plat baja tahan karat (<i>Stainless steel</i>) 240 x 197 x 2 mm - As (<i>Axis</i>) SS Ø 15 mm tinggi 110 mm
4.	Pengukur suhu (<i>Thermometer</i>)		Maximum 400°C
5.	Lampu indikator (<i>Indicator lamp</i>)	Kaca (<i>Glass</i>)	Merah dan hijau (<i>Red and green</i>)
6.	Kotak panel (<i>Panel box</i>)	Besi (<i>Iron</i>)	245 x 180 x 125 mm
7.	<i>Switch on/off</i>		
8.	Tuas hidrolik (<i>Hydraulic handle</i>)	Besi (<i>Iron</i>)	Ø 14 mm, panjang (<i>length</i>) 470 mm
9.	Kran hidrolik manual (<i>Hydraulic valve manual</i>)	Baja tahan karat (<i>Stainless steel</i>)	

Tabel 1. Lanjutan
Table 1. Continued

Mesin pres hidrolik (<i>Hydraulic press machine</i>)			
No.	Nama (<i>Name</i>)	Bahan (<i>Materials</i>)	Keterangan (<i>Remarks</i>)
10.	Pengukur tekanan (<i>Barometer</i>)		Ø 2,5 inchi
11.	Kran pengaman (<i>Release valve</i>)		
12.	Pengaman balikan oli (<i>Safety valve oil</i>)	Besi (<i>Iron</i>)	Ø ½ inchi
13.	Penggerak (<i>Electromotor</i>)		<i>Electromotor</i> 1 HP 3 Phase
14.	Pompa hidrolik (<i>hydraulic pump</i>)	Besi (<i>Iron</i>)	
15.	Bak oli (<i>Oil tank</i>)	Besi (<i>Iron</i>)	720 x 480 x 255 mm
16.	Kaca pengukur olie (<i>Oil glass indicator</i>)	Kaca (<i>Glass</i>)	
17.	Slang hidrolik (<i>Hydraulic pipe</i>)		Slang (<i>pipe</i>) ½ inchi, panjang (<i>length</i>) 1300 mm
18.	Tabung hidrolik (<i>Hydraulic tube</i>)	Besi (<i>Iron</i>)	Ø tabung (<i>tube</i>) 64 mm panjang (<i>length</i>) 305 mm dan Ø as tabung 30 mm panjang (<i>length</i>) 300 mm



Gambar 2. Sketsa rangka dan tutup cetakan alat pelet kayu
Figure 2. Sketch of frame and mold cover of wood pellet mechine



Gambar 3. Sketsa lubang cetakan dan pendorong cetakan pelet kayu
Figure 3. Sketch of mold hole and mold pusher of wood pellet machine

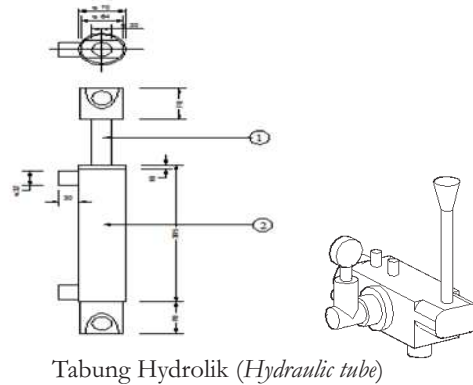
Keterangan gambar 3.

Remarks of figure 3.

1. As pendorong cetakan (*Mold pusher axis*)
2. Plat rel pendorong (*Railplate pusher*)
3. Plat pendorong (*pusher plate*)
4. Dudukan tabung hidrolik (*Plate base of Hydraulic tube*)

3. Pembuatan, pengerjaan pengelasan dan perakitan as tabung hidrolik dari bahan besi dengan \varnothing 30 mm, panjang 300 mm dan tabung

hidrolik dengan \varnothing 64 mm, panjang 305 mm pada rangka meja cetakan pelet kayu yang dipadukan dengan *selenoid pump oil*.



Tabung Hidrolik (*Hydraulic tube*)

Gambar 4. Sketsa tabung hidrolik dan selenoid pump
Figure 4 Sketch of hydraulic tube and fump selenoid

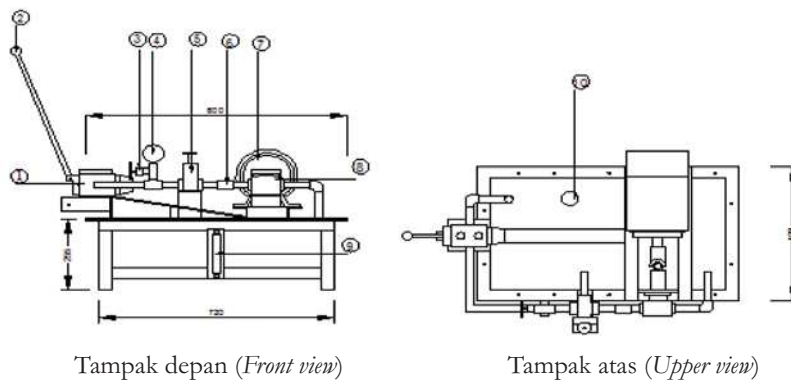
Keterangan gambar 4.

Remarks of figure 4

1. As hidrolik (*Hydraulic axis*)
2. Tabung hidrolik (*Hydraulic tube*)

4. Pengerjaan pengelasan dan perakitan dudukan elektromotor, pembuatan tangki oli hidrolik, penggerak hidrolik untuk penekan bahan menjadi pelet kayu.

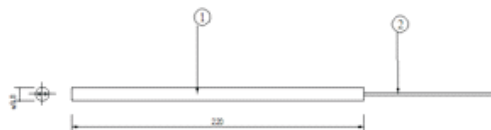
5. Perakitan dan pemasangan pemanas listrik dengan ukuran \varnothing 9,8 mm, dengan panjang 220 mm 600 watt 220 volt dibagian dinding bawah cetakan pelet kayu.



Tampak depan (*Front view*)

Tampak atas (*Upper view*)

Gambar 5. Sketsa bagian pompa oli hidrolik
Figure 5. Sketch of hydraulic oil pump

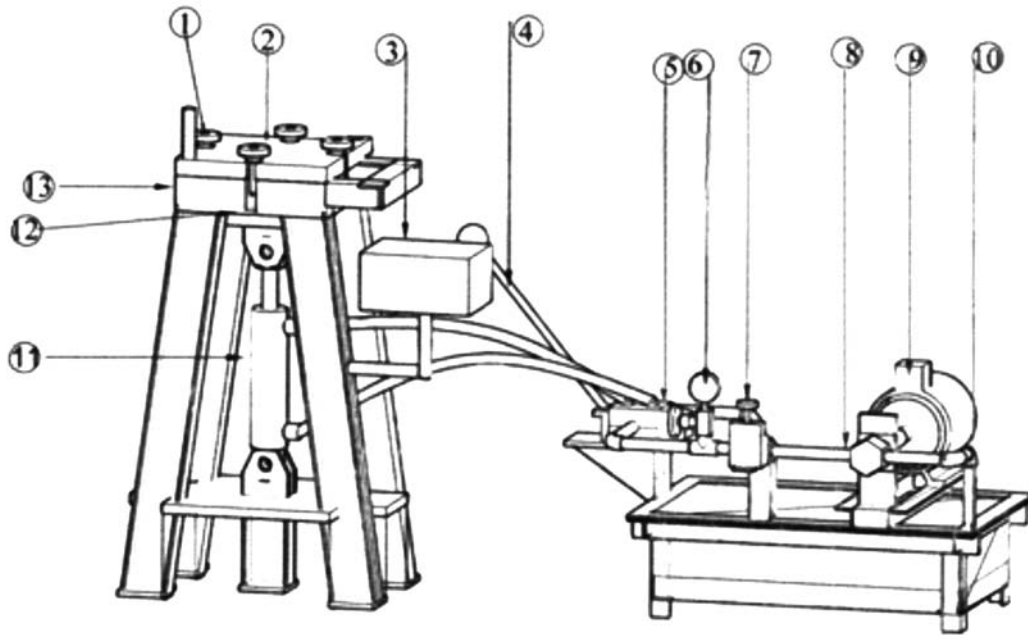


Gambar 6. Sketsa pemanas elektrik
Figure 6. Sketch of electric heater

Keterangan gambar 6.

Remarks of figure 6.

1. Batang pemanas (*Electric stick heater*)
2. Kabel listrik (*Electric cable*)



Gambar 7. Alat pembuatan pelet kayu skala industri kecil
Figure 7. Wood pellet machine for small scale industries

Keterangan gambar 7 / Remarks of figure 7.

1. Pengunci tutup (Cover key)
2. Tutup cetakan (Mold cover)
3. Kotak panel (Box panel)
4. Tuas hidrolik (Hydraulic handle)
5. Kran hidrolik manual (Hydraulic valve manual)
6. Pengukur tekanan (Barometer)
7. Kran pengaman (Release valve)
8. Pengaman balikan oli (Safety valve oil)
9. Pompa hidrolik (Hydraulic pump)
10. Penggerak (Electromotor 1 HP 3 phase, 1390 rpm)
11. Tabung hidrolik (Hydraulic tube)
12. Pemanas (Electric heater)
13. Cetakan/matres (Mold)

B. Uji Coba Pembuatan Pelet Kayu dengan Mesin Hasil Rekayasa

Uji coba dilakukan menggunakan limbah industri pengolahan kayu yaitu dari serbuk gergajian kayu jati (*Tectona grandis*) Tabel 1, Akasia (*Acacia auriculiformis*) Tabel 2 dan sengon (Tabel 3), Hasil uji coba tersebut adalah pada Tabel 2.

Analisis sifat fisiko kimia pelet kayu dilakukan dengan parameter uji kadar air, zat terbang, dan kadar abu terhadap serbuk kayu jati (*Tectona grandis*), akasia (*Acacia auriculiformis*) dan serbuk

kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*), yang bertujuan untuk mengetahui kualitas pelet dari serbuk gergajian kayu. Pelet kayu yang memiliki mutu baik adalah yang memiliki kadar air, zat terbang dan kadar abu yang rendah, dan juga harus memiliki kerapatan, keteguhan tekan dan nilai kalor bakar yang tinggi. Untuk keperluan sebagai bahan bakar di rumah tangga, maka hal penting yang harus diperhatikan untuk pelet kayu adalah kadar zat menguap dan kadar abu yang rendah untuk mencegah polusi udara yang ditimbulkan dari asap pembakaran.

Tabel 2. Sifat fisiko kimia pelet dari kayu jati

Table 2. Physico-chemical properties of *Tectona grandis* pellet

Contoh (Material)	Suhu (Temperature) (°C)	Kadar air (Moisture content) (%)	Kadar abu (Ash content) (%)	Kadar zat terbang (Volatile matter) (%)	Nilai kalor (Calorific value) (kal/g)	Kerapatan (Density) (gr/cm ³)	Keteguhan tekan (Pressure strength) (kg/cm ²)
Jati (<i>Tectona grandis</i>)	150	1,51	1,34	82,69	4888,81	0,72	360,20
60 mesh	180	1,36	1,47	82,25	4890,66	0,75	363,09
	250	0,95	1,37	82,17	4950,22	0,79	370,18
Jati (<i>Tectona grandis</i>)	150	1,43	0,99	82,29	4946,12	0,76	373,65
80 mesh	180	1,38	0,97	81,46	4952,69	0,79	379,97
	250	0,98	0,93	80,63	4961,51	0,82	387,64

Tabel 3. Sifat fisiko kimia pelet dari kayu akasia.

Table 3. Physico-chemical properties of *Acacia auriculiformis* wood pellet

Contoh (Material)	Suhu (Temperature) (°C)	Kadar air (Moisture content) (%)	Kadar abu (Ash content) (%)	Kadar zat terbang (Volatile matter) (%)	Nilai kalor (Calorific value) (kal/g)	Kerapatan (Density) (gr/cm ³)	Keteguhan tekan (Pressure strength) (kg/cm ²)
Akasia (<i>Acacia auriculiformis</i>)	150	2,51	1,94	83,15	3731,41	0,68	269,48
60 mesh	180	2,40	1,00	79,08	3823,44	0,74	275,46
	250	2,29	1,02	76,64	4325,68	0,77	277,59
Akasia (<i>Acacia auriculiformis</i>)	150	1,44	1,12	77,11	3810,40	0,70	370,27
80 mesh	180	1,33	1,14	76,40	4327,24	0,73	372,67
	250	1,29	1,07	76,38	4605,02	0,79	386,24

Tabel 4. Sifat fisik kimia pelet dari kayu sengon
Table 4. Physico-chemical properties of *Paraserianthes falcataria* wood pellet

Contoh (Material)	Suhu (Temperature) (° C)	Kadar air (Moisture content) (%)	Kadar abu (Ash content) (%)	Kadar zat terbang (Volatile matter) (%)	Nilai kalor (Calorific value) (kal/g)	Kerapatan (Density) (gr/cm ³)	Keteguhan tekan (<i>presur estrength</i>) (kg/cm ²)
Sengon (<i>Paraserianthes falcataria</i>)	150	2,91	1,26	86,10	3556,03	0,46	320,13
60 mesh	180	2,48	1,33	85,56	3627,69	0,53	331,77
	250	2,45	1,29	82,00	3766,25	0,56	350,92
Sengon (<i>Paraserianthes falcataria</i>)	150	2,61	1,69	86,82	3726,08	0,58	349,47
80 mesh	180	2,44	1,51	83,40	3999,64	0,59	353,33
	250	1,92	1,32	79,09	4003,84	0,66	357,85

1. Kadar air

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis pelet yang dihasilkan. semakin tinggi pemanasan maka kadar air pelet semakin rendah, hal ini berlaku untuk pelet dari serbuk gergajian kayu jati, akasia dan sengon. Kadar air pelet kayu harus serendah karena akan berpengaruh terhadap nilai kalor bakarnya.

Hasil analisis kadar air dari serbuk gergajian kayu jati dapat dilihat pada Tabel 2, serbuk gergajian kayu akasia pada Tabel 3, dan serbuk gergajian kayu sengon dapat dilihat pada Tabel 4. Kadar air tertinggi terdapat pada serbuk kayu sengon 60 mesh, pada suhu pengempaan 150° C yaitu sebesar 2,91%, sedangkan kadar air terendah terdapat pada serbuk gergajian kayu jati 80 mesh, pada suhu pengempaan 250° C yaitu sebesar 0,98%.

Rendahnya kadar air pada pelet disebabkan oleh adanya proses pemanasan pada saat pengempaan, karena proses pemanasan tersebut secara tidak langsung akan menguapkan air yang terkandung pada serbuk yang dikempa. Kadar air yang tinggi pada bahan bakar pelet akan menyebabkan proses pembakaran yang lambat, menimbulkan asap banyak dan temperatur api yang rendah pada waktu pembakaran.

2. Kadar abu

Abu merupakan bagian yang tersisa dari proses pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon. Unsur utama abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor bakar dan menurunkan kualitas pelet karena unsur silika tidak terbakar pada waktu pembakaran. Hasil analisis kadar abu dari serbuk gergajian kayu jati dapat dilihat pada Tabel 2, serbuk gergajian kayu akasia pada Tabel 3, dan serbuk kayu sengon dapat dilihat pada Tabel 4. Kadar abu tertinggi terdapat pada serbuk gergajian kayu akasia 60 mesh, dengan suhu pengempaan 150° C yaitu sebesar 1,94%, sedangkan kadar zat terbang terendah terdapat pada serbuk gergajian kayu jati 80 mesh, pada suhu pengempaan 250° C yaitu sebesar 0,93%.

Semakin tinggi kadar abu maka semakin rendah kualitas pelet kayu yang dihasilkan, adanya kandungan abu yang tinggi akan menyebabkan panas yang dihasilkan akan menurun karena adanya penumpukkan abu pada waktu pembakaran.

3. Kadar zar terbang

Zat terbang merupakan zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa di dalam suatu bahan selain air. Hasil

analisis zat terbang dari bahan baku serbuk gergajian kayu jati dapat dilihat pada Tabel 2, serbuk kayu akasia pada Tabel 3, dan serbuk gergajian kayu sengon dapat dilihat pada Tabel 4. Kadar zat terbang tertinggi terdapat pada serbuk kayu sengon 80 mesh, pada suhu pengempaan 150°C yaitu sebesar 86,82%, sedangkan kadar zat terbang terendah terdapat pada serbuk kayu kaliandra 80 mesh, pada suhu pengempaan 250°C yaitu sebesar 76,38%.

Perlakuan pemanasan dan besarnya partikel serbuk kayu tidak banyak berpengaruh terhadap nilai kadar zat terbang, karena pembuatan pelet dengan perlakuan pemanasan dan besarnya partikel serbuk kayu memiliki nilai kadar zat terbang relatif sama. Bahan bakar pelet yang memiliki kadar zat terbang tinggi akan menimbulkan asap lebih banyak pada saat dinyalakan dibandingkan dengan bahan bakar pelet yang memiliki kadar zat terbang rendah. Akan tetapi bahan bakar ini jika digunakan untuk bahan bakar boiler untuk menggerakkan turbin sudah cukup baik.

4. Nilai kalor

Parameter utama pengukuran kualitas bahan bakar biomasa dihitung dari nilai kalor bakar yang dimilikinya. Tujuan pengukuran nilai kalor bakar yaitu untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang dihasilkan oleh bahan bakar pelet kayu. Hasil analisis nilai kalor bakar dari bahan baku serbuk gergajian kayu jati dapat dilihat pada Tabel 2, serbuk kayu akasia pada Tabel 3, dan serbuk kayu sengon dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai kalor bakar tertinggi terdapat pada serbuk kayu jati dengan kehalusan 80 mesh, dengan suhu pengempaan 250°C yaitu sebesar 4961,51 kal/g, sedangkan nilai kalor bakar terendah terdapat pada serbuk kayu sengon dengan kehalusan 60 mesh, dengan suhu pengempaan 150°C yaitu sebesar 3556,03 kal/g.

Rendahnya nilai kalor kayu sengon disebabkan oleh kecilnya kandungan lignin dibandingkan dengan kandungan lignin kayu jati dan kayu akasia.

5. Kerapatan

Kerapatan menunjukkan perbandingan antara bobot dan volume pelet kayu. Kerapatan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan bahan bakar pelet sulit terbakar akan tetapi nilai kalor bakar dan keteguhan tekan akan meningkat. Hasil analisis

nilai kerapatan dari bahan baku serbuk gergajian kayu jati dapat dilihat pada Tabel 2, serbuk gergajian kayu akasia pada Tabel 3, dan serbuk gergajian kayu sengon dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai kerapatan tertinggi terdapat pada serbuk kayu jati dengan kehalusan 80 mesh, pada suhu kempa 250°C yaitu sebesar $0,82\text{ g/cm}^3$, sedangkan nilai kerapatan terendah terdapat pada serbuk kayu sengon 60 mesh, dengan suhu pengempaan 150°C yaitu sebesar $0,46\text{ g/cm}^3$.

Rendahnya kerapatan pelet kayu sengon ini, lebih disebabkan oleh berat jenis kayu yang dimilikinya, makin tinggi berat jenis maka kerapatan akan semakin besar.

5. Keteguhan tekan

Keteguhan tekan menunjukkan daya tahan atau kekompakan bahan bakar pelet kayu terhadap tekanan dari luar sehingga mengakibatkan bahan bakar pelet pecah atau hancur. Hasil analisis nilai keteguhan tekan dari bahan baku serbuk gergajian kayu jati dapat dilihat pada Tabel 2, serbuk kayu akasia pada Tabel 3, dan serbuk kayu sengon dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai keteguhan tekan tertinggi terdapat pada serbuk kayu jati 80 mesh, dengan suhu pengempaan 250°C yaitu sebesar $387,64\text{ kg/cm}^2$, sedangkan nilai keteguhan tekan terendah terdapat pada serbuk kayu akasia 60 mesh, dengan suhu pengempaan 150°C yaitu sebesar $269,48\text{ kg/cm}^2$.

Nilai keteguhan yang tinggi disebabkan karena ukuran serbuk kayu yang cenderung lebih seragam. Permukaan yang seragam akan lebih memudahkan serbuk kayu menempel dan saling berikatan. Ditambah dengan suhu dan tekanan akan membantu proses pengikatan dan pengisian ruang-ruang yang kosong. Semakin kecil ukuran serbuk kayu, maka nilai keteguhannya akan semakin besar (Hendra dan Darmawan, 2002).

6. Produktivitas

Berdasarkan hasil uji coba dengan menggunakan limbah industri pengolahan kayu yaitu dari bahan baku serbuk kayu jati (Tabel 2), akasia (Tabel 3) dan sengon (Tabel 4). Mesin pelet hasil rekayasa dapat memproduksi 2,42 kg/jam pada suhu 250°C dengan kualitas baik setara dengan kualitas premium yang beredar dipasaran, sedangkan pada suhu 150°C dan 180°C termasuk dalam kualitas standar sebanyak 2,67 kg/jam

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa berat 1 butir pelet kayu rata-rata 3,34 g, banyaknya lubang 40. Untuk memperoleh pelet kayu diperlukan waktu 3 menit setiap kali cetakan, sehingga diperoleh 2,67 kg/jam ($3,349 \text{ g} \times 40 \text{ lubang} \times (60 \text{ menit}/3 \text{ menit})$).

Hasil analisa menunjukkan bahwa penggunaan energi panas pada suhu 150°C dan 180°C diperoleh pelet kayu dengan kualitas standar (PFI, 2007a). Harga pasaran pelet kualitas standar adalah US \$ 100/ton atau setara dengan Rp. 900,-/kg, sehingga akan diperoleh 2,67 kg/jam x Rp. 900 = Rp. 2.136,- /jam atau Rp. 17.088,- bila dioperasikan selama 8 jam, sedangkan bila menggunakan energi panas pada suhu 250°C diperoleh pelet kayu dengan kualitas premium yang dihargai US \$ 300/ton atau setara dengan Rp. 2.700,-/kg, sehingga akan diperoleh 2,42 kg/jam x Rp. 2.700,- = Rp. 6.534,- atau Rp. 52.272,- bila dioperasikan selama 8 jam.

Kebutuhan tenaga listrik setiap jam dapat dihitung sebagai berikut : 4 batang electric heater @ 450 watt = 1.800 watt setara dengan 1,8 kWh/jam dan 1 buah elektromotor 0,75 kWh/jam. Standar harga per Kwh untuk industri menengah ke bawah adalah Rp. 800,- maka harga per jamnya adalah 2,55 kWh x Rp. 800,- = Rp. 2.040,-/jam atau Rp. 16.320,- bila dioperasikan selama 8 jam.

Produksi pelet kayu kualitas standar hanya menghasilkan pendapatan Rp. 768,- per hari (ideal produksi pelet kayu kualitas standar 5 - 8 kg/jam) akan tetapi bila menggunakan energi panas pada suhu 250°C menghasilkan kualitas premium akan diperoleh Rp. 35.952,- per hari produksi selama 8 jam.

IV. KESIMPULAN

Uji coba pembuatan mesin pelet kayuskala industri kecil dan evaluasi kualitas pelet kayu yang dihasilkannya sebagai berikut :

1. Telah berhasil dibuat mesin pelet kayu kapasitas 2,67 kg/jam dengan spesifikasi diameter lubang 15 mm dan panjang lubang 110 mm
2. Pelet kayu yang terbaik dihasilkan dari serbuk gergajian kayu jati dengan ukuran serbuk 80 mesh pada suhu kempa 250°C yang

menghasilkan kerapatan sebesar $0,82 \text{ g/cm}^3$, keteguhan tekan sebesar $387,64 \text{ kg/cm}^2$, nilai kalor bakar sebesar $4961,51 \text{ kal/g}$, kadar abu 0,93% dan kadar air 0,98%, sedangkan kadar zat terbang terendah terdapat pada serbuk gergajian kayu akasia yaitu sebesar 76,38%.

3. Dalam satu jam dihasilkan 2,67 kg pelet kayu dengan energi listrik yang terpakai sebanyak 2,55 kWh.
4. Mesin pelet kayu sistem pres hidrolik yang dilengkapi pemanas dari electric heater, berdasarkan uji coba hasilnya sudah cukup baik dan dapat digunakan selama 8 jam tanpa henti.

DAFTAR PUSTAKA

- Bergman, R., and J. Zerbe. 2004. Primer on wood biomass for energy. Forest service, state and private forestry technology marketing unit forest products laboratory. Madison, Wisconsin.
- Cook, A. 2007. Efficiency and Economic Advantages of Bulk Delivery of Biomass Pellet Fuel for Space Heating. Pellet Fuels Institute. Arlington, Virginia.
- El Bassam, N., and P. Maegaard, 2004. Integrated Renewable Energy of Rural Communities. Planning Guideline, Technologies and Applications. Elsevier. Amsterdam.
- Hendra, D. dan S. Darmawan. 2002. Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu dengan Penambahan Tempurung Kelapa. Buletin Penelitian Hasil Hutan 18 (1) 1 - 9. Bogor.
- Pellet Fuel Institute. 2007a. Pellets: Industri Specifics. [http://www.pelletheat.org/3/industry/Industry Specifics.html](http://www.pelletheat.org/3/industry/Industry%20Specifics.html). [8 Maret 2010].
- Pellet Fuels Institute. 2007b. The Wider World of Pellet Fuel. www.pelletheat.org. Arlington, Vancouver. [8 Maret 2010].
- Ramsay, W.S. 1982. Energy form Forest Biomass. Ed Academic Press, Inc. New York.
- Saptoadi, H. 2006. The best biobriquette dimension and its particle size. The 2nd joint international conference on

sustainable energy and environment,
Bangkok, Thailand.

Siemers, W. 2006. Prospects for biomass and
biofuels in Asia. The 2nd joint international

conference on sustainable energy and
environment, Bangkok, Thailand.

White L.P. dan L. G. Paskett. 1981. Biomass as
Fuel. Academic Press. London