

**PEMANFAATAN JERAMI PADI SEBAGAI BAHAN
SUBSTITUSI PADA PEMBUATAN PANEL DINDING**
*Utilization of Rice Straw as Substitution Material in
Manufacturing Panel Board*

Abdul Rozak¹, Sri Mudiastuti² dan Aim Abdurachim Idris³

ABSTRACT

The goal of the housing programme is to realize affordable or low cost housing construction for low income society, to improve access to basic services in urban and rural areas and promotion of local building materials. Waste material of rice straw is potential to be used as building materials because it contains fibres, SiO₂ (if it is mixed with cement, it is possible to form calcium silicate hydrate), wax, pentosan, and lignin. This material is relatively cheap and easily available in the immediate vicinity. The addition of organic materials of the rice straw in manufacturing panel board is intended to improve the panel quality such as strength, light weight, an thermal properties.

Key words: rice straw, manufacturing panel board, village development, low cost housing construction

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Indonesia sampai akhir tahun 1995 mencapai 194,75 juta (BPS, 1995), membawa akibat meningkatnya kebutuhan bahan bangunan untuk perumahan. Perumahan merupakan kebutuhan pokok masyarakat, maka perlu penyediaan bahan bangunan dalam jumlah yang cukup, baik dalam kualitas maupun kuantitas, serta harganya terjangkau oleh daya beli rakyat.

Banyaknya rumah tangga yang membutuhkan rumah tipe RS dan RSS

berdasarkan Statistik Perumahan dan Permukiman tahun 1995 sekitar 81,73%.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut berbagai alternatif dapat dilakukan diantaranya adalah dengan aneka usaha peningkatan bahan limbah anorganik maupun limbah pertanian. Potensi limbah pertanian di Indonesia cukup besar. Salah satunya adalah jerami padi. Berdasarkan BPS diketahui bahwa produksi padi pada tahun 1995 sebesar 49,7 juta ton pertahun.

¹ Alumnus Jurusan Teknik Pertanian, FATETA-IPB

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, FATETA-IPB

³ Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Departemen PU, Bandung

Maksud, Tujuan dan Sasaran

- Maksud

Maksud dari penelitian adalah memanfaatkan limbah pertanian dalam hal ini jerami padi sebagai bahan pembuat panel dan mempelajari pengaruh jerami dalam berbagai komposisi campuran semen dan pasir terhadap sifat fisik, mekanik, dan sifat thermal yang dihasilkan.

- Tujuan

Mendapatkan jenis panel yang nyaman dan ringan tetapi masih dalam batas kekuatan yang telah ditentukan dan mengetahui biaya produksi dan harga jualnya dengan pendekatan analisis ekonomi secara sederhana.

- Sasaran

Sasaran dari penelitian ini adalah tersedianya jenis panel yang murah hingga terjangkau harganya oleh masyarakat ekonomi lemah.

TINJAUAN PUSTAKA

Jerami Padi

Jerami merupakan batang padi yang terdiri dari batang, pucuk, kelopak daun dan daun (Muchji, 1982) dan kaya akan serat kasar (roughage).

Tabel 1. Kandungan serat jerami

Kandungan Serat Jerami	
Panjang serat	1.1 - 1.5 mm
Diameter	9 - 13 μ m
Kadar selulosa	33 - 38 %
Kadar lignin	17 - 19 %
Kadar pentosa	27 - 32 %
Kadar Abu *	6 - 8 %
Serat kasar	29.2 %
Silika (SiO ₂) **	12 - 16 %

* Idris dan Nadhiroh, 1976

** Jackson, 1977 dalam Wahyu, 1991

Kandungan lilin, pentosan dan lignin dari jerami pada pencetakan dengan suhu 150-250°C dapat bertindak sebagai perekat. Penggunaan jerami campur untuk tembok mempunyai keuntungan sebagai insulasi dan mudah untuk dipaku. (Stainforth, 1979 dalam Budi, 1991).

Dengan sifat yang dimiliki tersebut, perlu dikembangkan penggunaan jerami karena potensinya cukup besar dan menyebar di seluruh wilayah Indonesia.

Bahan Kimia Tambahan

Penambahan katalisator sangat berpengaruh untuk mendapatkan ikatan yang optimum antara jerami dengan semen atau perekat organik lainnya serta berfungsi untuk mengurangi zat ekstraktif yang ada pada bahan organik (Idris, 1979). Bahan yang termasuk katalisator adalah Na₂SiO₃ (water glass), Al₂SO₄, CaCl₂ dan Ca(OH)₂.

Panel Papan Semen

- Pengertian

Paribroto et al (1977) mengemukakan bahwa papan semen adalah papan tiruan yang dibuat dari campuran potongan kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan semen sebagai perekatnya.

Papan partikel datar menurut Departemen Perindustrian (1983) adalah lembaran papan yang dibuat dengan cara pengempaan mendatar campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan perekat organik dan bahan lainnya, yaitu dengan pengempaan antara dua lapisan datar.

• Proses Pembuatan

Pembuatan adonan dilakukan dengan mencampurkan semua bahan dengan komposisi yang telah ditentukan ke dalam bak pengadukan kemudian ditambah air sampai adukan homogen dan terbentuk adukan yang lengas tanah. Cetakan yang terbuat dari kayu reng dengan ukuran yang telah ditentukan dipersiapkan, kemudian diletakkan di atas triplek setebal 6 mm, dan beralas plastik. Campuran bahan kemudian dimasukkan ke dalam cetakan tahap demi tahap sambil diratakan dengan *rool* dan permukaan atasnya diratakan dengan raskam sampai mengkilap lalu ditutup dengan plastik. Alat cetak dan benda uji didiamkan selama 3 x 24 jam pada suhu ruang kemudian alat cetak dibuka dan panel dibiarkan dalam ruangan hingga berumur 28 hari.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan panel jerami adalah :

- Jerami padi
Bahan organik yang digunakan adalah jerami padi, yang dipotong-potong sepanjang 3-5 cm sebelum digunakan.
- Semen
Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I merek Tiga Roda.
- Pasir yang digunakan adalah pasir Cimangkok, dan dilakukan pengujian terhadap sifat fisik pasir.
- Bahan Katalisator
Bahan katalisator yang digunakan adalah $CaCl_2$ dengan konsentrasi 2%.
- Penentuan Proporsi Campuran

Campuran semen, pasir, dan jerami padi ditentukan berdasarkan berat, sedangkan banyaknya jerami ditentukan dalam persen terhadap pasir.

Dalam penelitian ini digunakan beberapa campuran seperti tabel 2.

Tabel 2. Proporsi campuran panel

No	Semen (kg)	Pasir (kg)	Jerami (%)	Keterangan
1	1	4	10	Banyaknya air disesuaikan sampai adukannya plastis
2	1	4	12	
3	1	5	10	
4	1	5	12	
5	1	6	10	
6	1	6	12	

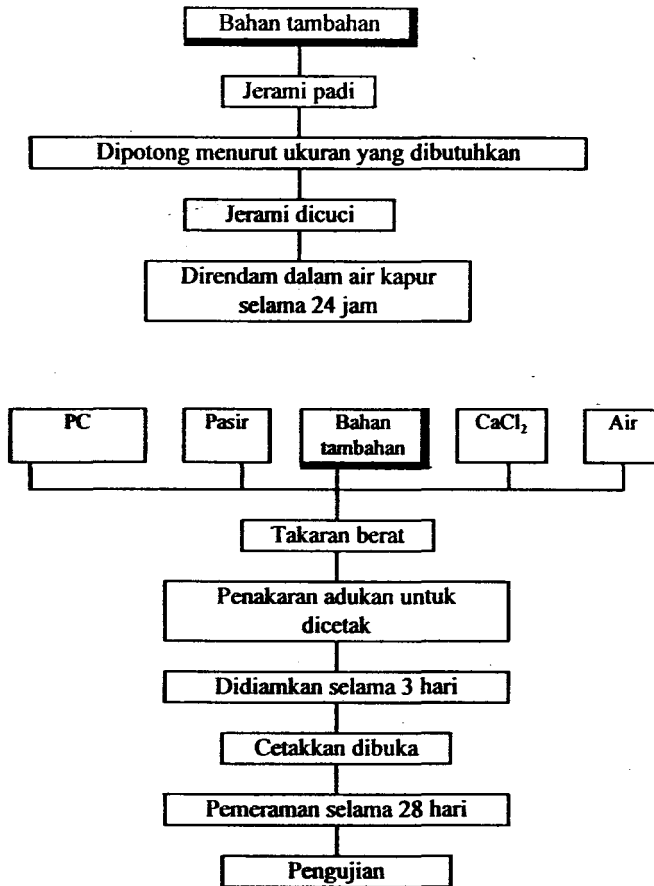
Sedangkan peralatan yang digunakan adalah :timbangan, *universal testing machine*, *strength test of Michaelis double level type*, *combustibility test material*, *oven*, kerangka kayu ukuran (60x60x3)cm, bak pengaduk, satu set ayakan, *kemtherm*, gelas ukur dan alat bantu lainnya.

Proses Pembuatan dan Pengujian

Proses pembuatan panel jerami terdiri dari tahap pencampuran bahan baku, pencetakan, penyimpanan dan pengujian sebagaimana dapat dilihat pada gambar 1.

Untuk mengetahui mutu dari panel jerami yang dihasilkan maka dilakukan pengujian-pengujian terhadap:

- Sifat fisik : kadar air, berat jenis, pengembangan, dan daya serap air.
- Sifat mekanik : kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur.
- Sifat thermal : konduktivitas panas dan tahan bakar permukaan.



Gambar 1. Bagan alir Pembuatan Panel

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama adalah komposisi adukan dan pasir yang terdiri dari tiga taraf yaitu :

$A_1 = 1 : 4$; $A_2 = 1 : 5$; $A_3 = 1 : 6$
 Sedangkan faktor kedua adalah persentase jerami padi terhadap pasir dengan dua taraf yaitu :

$B_1 = 10\%$; $B_2 = 12\%$

Model rancangan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + Ab_{ijk} + \delta_{k(ij)}$$

Dimana :

Y_{ijk} = Peubah terukur karena pengaruh faktor A taraf ke-i dan faktor B taraf ke-j pada ulangan ke-k

μ = Pengaruh rata-rata

A_i = Pengaruh faktor A taraf ke-i

B_j = Pengaruh faktor B taraf ke-j

Ab_{ijk} = Pengaruh interaksi antara faktor A taraf ke-i dengan faktor B taraf ke-j

$\delta_{k(ij)}$ = Galat percobaan

$i = 1, 2 \text{ dan } 3$

$j = 1 \text{ dan } 2$

$k = 3$

Hipotesis H1 menyatakan bahwa tidak terdapat adanya pengaruh faktor A, H2 menyatakan tidak adanya pengaruh faktor B, sedangkan H3 menyatakan tidak adanya pengaruh interaksi antara faktor A dan faktor B. (Vincent, 1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Pasir

Dari hasil pengujian pasir Cimangkok didapatkan data seperti tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Uji Sifat Fisik Pasir Cimangkok

Pengujian	Hasil	varian KN
Kadar air	11.86%	-
Kadar lumpur & lempung	3.20%	maks 5%
Pengembangan volume	30%	-
Penyerapan air	6.50%	-
Berat jenis	2.1gr/cc	1.8 - 2.7
Bobot isi gembur	1.4gr/cm ³	-
Bobot isi padat	1.5gr/cm ³	-
Kadar rongga	99.93 %	-
Kadar butir halus < 75	7.5%	-

Tabel 4. Hasil Uji Ayak Pasir Cimangkok

Ukuran Ayakan	%lolos kumulatif	JIS
a. 9.50 mm	100	100
b. 4.75 mm	93.0	90-100
c. 2.36 mm	80.8	80-100
c. 1.18 mm	71.7	50-90
d. 0.60 mm	52.7	25-65
e. 0.30 mm	30.8	10-35
f. 0.15 mm	11.3	2-15
g. Baki	0	

B. Kekentalan Adukan Panel Jerami

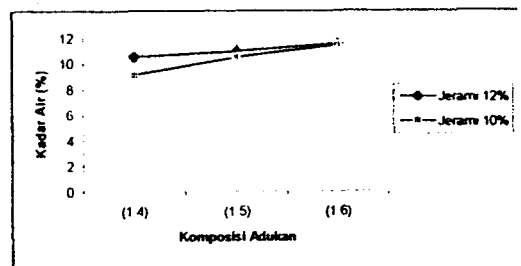
Kekentalan adukan atau konsistensi diperiksa dengan **pengujian slump**. Hasil uji slumpnya rata-rata 6.9 cm, hasil ini sesuai dengan nilai slump yang dipergunakan untuk dinding berdasarkan PBI 71. Sedangkan **faktor air-semennya** adalah 0.579.

C. Sifat Fisik Panel Jerami

Kadar Air

Kadar air panel jerami yang dihasilkan berkisar antara 8.6 - 12.8% atau rata-rata 10.7%. Menurut SII untuk papan partikel datar (1983), kadar air yang diizinkan adalah maksimum 14%.

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa hipotesis H₁ ditolak dan hipotesis H₂ diterima. Pengaruh komposisi adukan dan jerami terhadap kadar air panel dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh adukan dan jerami terhadap kadar air panel.

Hubungan komposisi adukan dengan komposisi jerami terhadap kadar air panel jerami ditunjukkan oleh persamaan regresi

$$Y = 11.98 - 3.03 X_1 + 4.48 X_2$$

$$- 0.33 X_1 X_2 + 0.23 X_1^2$$

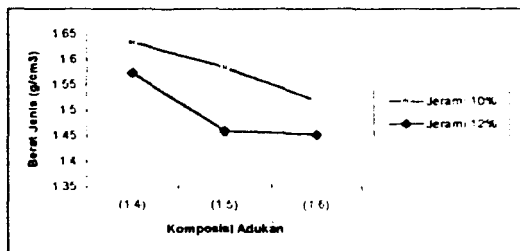
Berat Jenis

Berat jenis panel jerami yang dihasilkan berkisar antara 1.4 - 1.7 gr/cm³ dengan rata-rata 1.5 gr/cm³.

Hasil uji beda nyata Duncan menunjukkan bahwa hipotesis H₁ dan H₂ diterima. Pengaruh komposisi adukan dan jerami terhadap berat jenis panel dapat dilihat pada gambar 3.

Hubungan komposisi adukan dengan komposisi jerami terhadap berat jenis panel jerami ditunjukkan oleh persamaan regresi:

$$Y = 2.30 - 0.04 X_1 - 0.06 X_2$$

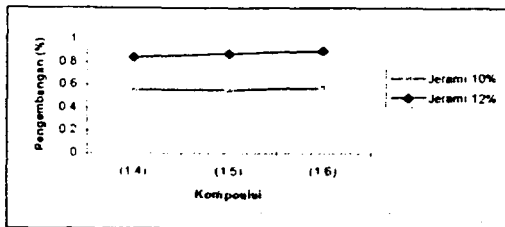


Gambar 3. Pengaruh adukan dan jerami terhadap berat jenis panel

Pengembangan

Pengembangan panel jerami yang dihasilkan adalah berkisar antara 0.311 - 0.984%, dengan rata-rata 0.720%. Menurut SII untuk papan partikel datar (1983), pengembangan yang diizinkan adalah maksimum 20%.

Dari hasil uji beda nyata Duncan, hipotesis H₁ diterima dan hipotesis H₂ ditolak. Pengaruh komposisi adukan dan jerami terhadap pengembangan panel dapat dilihat pada gambar 4.



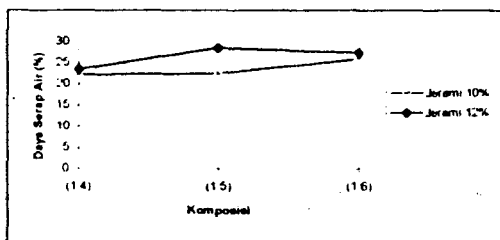
Gambar 4. Pengaruh adukan dan jerami terhadap pengembangan panel

Hubungan komposisi adukan dengan komposisi jerami terhadap pengembangan panel jerami ditunjukkan oleh persamaan regresi:

$$Y = -0.03 + 0.28 X_1 + 0.27 X_2 - 0.03 X_1 X_2$$

Daya Serap Air

Daya serap air panel jerami yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah berkisar antara (19-30)% atau rata-rata 25 %. Menurut SII untuk papan serat, penyerapan air yang diizinkan adalah berkisar antara 10-30%.



Gambar 5. Pengaruh adukan dan jerami terhadap daya serap panel

Hasil uji beda nyata Duncan menunjukkan bahwa hipotesis H₁ diterima dan hipotesis H₂ ditolak. Pengaruh komposisi adukan dan

jerami terhadap daya serap panel dapat dilihat pada gambar 5.

Hubungan komposisi adukan dengan komposisi jerami terhadap daya serap air panel jerami ditunjukkan oleh persamaan regresi:

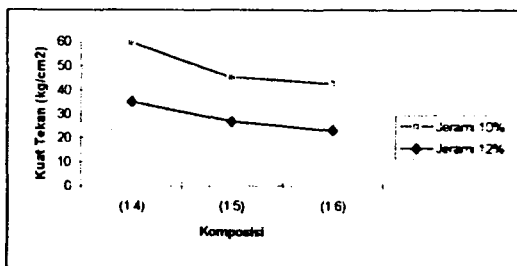
$$Y = 28.06 - 3.59 X_1 + 1.54 X_2 - 0.03 X_1 X_2 + 0.22 X_1^2$$

D. Sifat Mekanik Panel Jerami

Kuat Tekan

Kuat tekan panel jerami yang dihasilkan berkisar antara (21.5 - 73.4) kg/cm² dengan rata-rata 38.8 kg/cm².

Uji beda nyata Duncan menghasilkan hipotesis H₁ dan H₂ ditolak. Pengaruh komposisi adukan dan jerami terhadap kuat tekan panel dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh adukan dan jerami terhadap kuat tekan panel

Hubungan komposisi adukan dengan komposisi jerami terhadap kuat tekan panel jerami ditunjukkan oleh persamaan regresi:

$$Y = 256.50 - 16.51 X_1 - 20.68 X_2 + 1.22 X_1 X_2$$

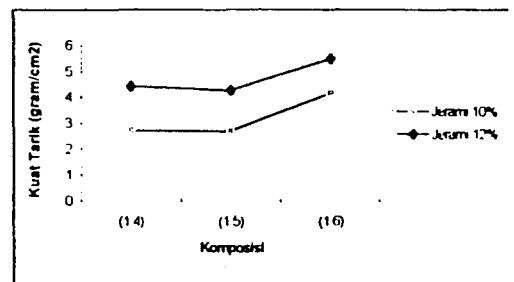
Kuat Tarik

Kuat tarikannya berkisar antara 2.4 - 5.6 kg/cm² dengan rata-rata 4.0 kg/cm². Menurut SII untuk papan partikel (1983), kuat tarik yang diizinkan adalah berkisar antara 4 - 6 kg/cm².

Dari hasil uji beda nyata Duncan diperoleh bahwa hipotesis H₁ dan H₂ ditolak. Pengaruh komposisi adukan dan jerami terhadap kuat tarik panel dapat dilihat pada gambar 7.

Hubungan komposisi adukan dengan komposisi jerami terhadap kuat tarik panel jerami ditunjukkan oleh persamaan regresi:

$$Y = -13.14 + 1.26 X_1 + 1.72 X_2 - 0.10 X_1 X_2$$

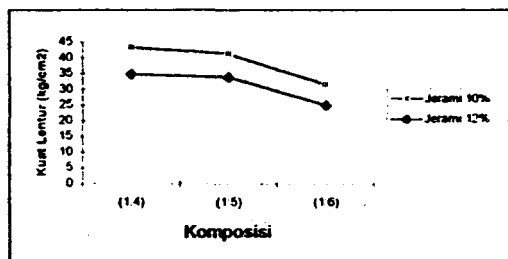


Gambar 7. Pengaruh adukan dan jerami terhadap kuat tarik panel

Kuat Lentur

Kuat lentur panel jerami yang dihasilkan berkisar antara (22.8 - 45.3) kg/cm² dan rata-ratanya 35.0 kg/cm². Menurut Puslitbang Peremukimian Medan kuat lentur yang disyaratkan untuk panel adalah (25 - 40) kg/cm².

Dari hasil uji beda nyata Duncan bahwa hipotesis H₁ dan H₂ ditolak. Pengaruh komposisi adukan dan jerami terhadap kuat lentur panel dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh adukan dan jerami terhadap kuat lentur panel

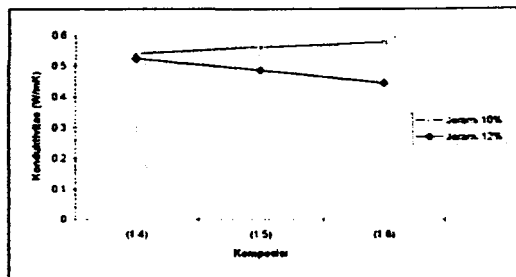
Hubungan komposisi adukan dengan komposisi jerami terhadap kuat lentur panel jerami ditunjukkan oleh persamaan regresi:

$$Y = 124.81 - 5.67 X_1 - 9.83 X_2 + 0.39 X_1 X_2$$

E. Sifat Thermal Panel Jerami

Konduktivitas Panas

Konduktivitas panas panel jerami yang dihasilkan berkisar antara 0.4410 - 0.5820 W/m⁰K dengan rata-rata 0.5213 W/m⁰K. Menurut SNI, pane dengan konduktivitas panas 0.43 W/m⁰K dan berat jenis 1440 kg/m³ dapat digunakan sebagai bahan insulasi.



Gambar 9. Pengaruh adukan dan jerami terhadap konduktivitas panel

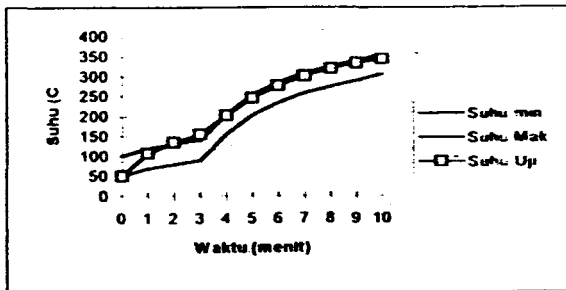
Dari hasil uji beda nyata Duncan diperoleh bahwa hipotesis H₁ dan H₂ ditolak. Pengaruh komposisi adukan dan jerami terhadap konduktivitas panas panel dapat dilihat pada Gambar 9.

Hubungan komposisi adukan dengan komposisi jerami terhadap konduktivitas panas panel jerami ditunjukkan oleh persamaan regresi:

$$Y = -0.64 + 0.11 X_1 + 0.31 X_2 - 0.03 X_1 X_2$$

Sifat Tahan Bakar

Hasil pengujian sifat bakar permukaan dari panel jerami dibandingkan terhadap bahan standar dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik uji bakar panel jerami

Pengurangan nilai kehilangan beratnya rata-rata 2.35%. Sedangkan dari penurunan nilai pelepasan kalor diketahui bahwa tidak terjadi pelepasan kalor atau td(0) = 0. Penurunan nilai kepadatan asap (CA) = 3. Berdasarkan SKBI 3.2.53.1987 pada kriteria hasil uji jalar api pada permukaan maka panel jerami termasuk klasifikasi M1 atau tidak terbakar.

STUDI KELAYAKAN

Kapasitas produksi panel jerami diasumsikan dalam satu hari dapat dicetak 50 lembar panel dengan sistem semi mekanis dimana kapasitas kerja 8 jam/hari. Sehingga dalam satu tahun dapat dihasilkan 1,500 lembar panel dengan ukuran 60 x 90 x 2 cm. Produksi selama 1 (satu) tahun bahan baku yang dibutuhkan untuk semen sebanyak 33,626.57 kg, pasir 122.19 m³, jerami padi 16.66 m³, CaCl₂ 4,035.19 kg dan Ca(OH)₂ 4,860.00 kg.

Besarnya modal investasi yang perlu ditanam Rp. 55,000,000.00 dan modal kerja selama 1 (satu) bulan operasi sebesar Rp. 4,600,000.00. Sedangkan biaya produksi selama 1 (satu) tahun Rp. 63,000,000.00 sehingga harga jual panel jerami setiap lembarnya ditentukan sebesar Rp. 5,500.00. Titik impas dicapai pada saat jumlah produk yang terjual sebanyak 9920 lembar pertahun dimana keuntungan perusahaan sama dengan 0 (nol). Jangka waktu pulang modal berdasarkan arus kas bersih adalah 3 tahun 7 bulan. Dengan tingkat bunga 22% didapatkan NVP sebesar Rp. 5,000,000.00, nilai IRR sebesar 22.42% dan nilai Gross B/C 1.005, artinya pabrik panel jerami layak didirikan dan dilaksanakan.

KESIMPULAN

Panel jerami yang diuji mempunyai nilai rata-rata kadar air 10.7 %, berat jenis 1.54 gr/cm³, pengembangan 0.7 %, penyerapan air 25% (sifat fisik), kuat lentur 35.03 kg/cm², kuat tekan 38.80 kg/cm², kuat tarik 3.96 kg/cm² (sifat maknik), konduktivitas panas 0.5218 W/m⁰K

dan termasuk ke dalam klasifikasi bahan yang tidak terbakar (sifat thermal).

Setelah dilakukan perhitungan didapat Net Present Value (NVP) lebih besar dari 0 (nol) yaitu Rp. 5,000,000.00, nilai Internal Rate of Return (IRR) lebih besar dari bunga modal yang ditentukan sebesar 22% sebagai tingkat pembanding yaitu 25.01%, dan Gross Benefit/Cost nilainya lebih dari 1 (satu) yaitu 1.017. Sehingga dari hasil studi kelayakan tersebut maka pabrik panel jerami layak didirikan dan dilaksanakan.

Usaha pengembangan papan panel dengan penambahan jerami padi perlu dikembangkan, mengingat bahan tersebut cukup tersedia di berbagai lokasi di Indonesia.

Dari hasil penelitian, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengujian skala penuh, sifat kimia, serta sifat kedap suara bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 1984. Bahan-bahan Bangunan Memakai Semen Untuk Pemukiman. Pusat Penelitian dan Pengemb. Pemukiman, Bandung.
- Anonimous. 1987. Spesifikasi Bahan Bangunan Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung. SKBI 4.4.53.
- 1987. Yayasan Badan Penerbit PU. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonimous. 1990. Bahan Tambahan Untuk Beton. SK SNI S-18-1990-03.
- Anonimous. 1997. Laporan Pengembangan Teknologi Komponen Bangunan Untuk Rumah Sangat Sederhana. Proyek Penelitian dan Pengkajian Bahan Lokal dan

- Buatan Bidang Perumahan dan Permukiman, Bandung.
- Anonimous. 1996. Perintisan Bahan Lokal Yang Memanfaatkan Abu Terbang di Serang. Laporan Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Bandung.
- Biro Pusat Statistik. 1995. Statistik Indonesia. Jakarta.
- Biro Pusat Statistik. 1995. Statistik Perumahan dan Permukiman. Jakarta.
- Budi Tangendjaya. 1991. Pemanfaatan Limbah Padi Untuk Industri. Buletin Padi No.4. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Departemen Perindustrian. 1974. Persyaratan Pasir. SII 0052-74. Jakarta.
- Departemen Perindustrian 1984. Papan Partikel Datar . SII 0797-83. Jakarta.
- De Garmo, E.P.,J.R. Canada, dan W.G. Sullivan. 1979. Engineering Economy. McMillan Publ. Co. Inc., New York.
- Idris, A. 1976. Kemungkinan Pembuatan dan Penggunaan Campuran Semen dan Kayu Limbah Sebagai Bahan Bangunan. Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- Idris, A. dan Nadhiroh. 1976. Pulp Cement Board. Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- Halimah. 1992. Keuangan Pertanian dan Pembiayaan Perusahaan Agribisnis. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kadariah, L. Karlina dan C. Gray. 1978. Pengantar Evaluasi Proyek. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi, Universitas Ekonomi, Jakarta.
- Kamil, R.H.N. 1970. Prospek Pendirian Industri Papan Wol Kayu di Indonesia. Pengumuman No. 95. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Lasino. 1993. Pengenalan Agregat Untuk Aduk dan Beton dan Cara Pengujiannya. Pusat Penelitian dan Pengemb. Permukiman, Bandung.
- Muchji. 1982. Pengembangan Industri Papan Semen Pulp atau Pulp Cement Board. Lokakarya Nasional Pengembangan Industri Bahan Bangunan. Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Paribroto, S. Kliwon dan S. Karnosudirdjo. 1977. Sifat Papan Semen Lima Jenis Kayu. Laporan No. 96. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Simatupang. 1974. Pemanfaatan dan Penggunaan Campuran Semen dan Kayu Sebagai Bahan Bangunan. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Sutoyo, S. 1986. Studi Kelayakan Proyek : Konsep dan Teknik. LPPM. Jakarta.
- Taylor, H.F.W. 1964. The Chemistry of Cement. Academic Press, London and New York.
- Vincent Gospersz. 1989. Metode Perancangan Percobaan. Armico, Bandung.
- Wahyu, T.N. 1991. Peningkatan Kualitas Jerami Padi Sebagai Pakan Ternak Ruminansiae Dengan H₂So₄ dan Urea. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.