

# PENGARUH KEPADATAN PAPAN PARTIKEL DARI TIGA JENIS SERBUK KAYU TERHADAP NILAI KONDUKTIVITAS PANASNYA

I Gusti Gde Badrawada, Agung Susilo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak No. 28 Balapan Yogyakarta 55222

[gdebadrawada@yahoo.co.id](mailto:gdebadrawada@yahoo.co.id)

## ABSTRACT

*The aim of this research was to find the effect of density on particle board made of 3 different kinds of sawdust (mahoni, teak, glugu) to its conductivity thermal coefficient. From those data, then, we could make a comparison which one was the best isolator.*

*For the first step, the 3 different kinds of particle board were made with density ratio 1 : 5, 1 : 4 and 1 : 3. Nine nodes, as the temperature measurement locations, were marked on one side of the board. Other side of board was gumed on aluminum plate that has been known its conductivity thermal coefficient. Other side of plate was marked nine nodes across nodes of the board. Then each board was put into testing box one by one. A bulb was attached in the testing box as heat source. Hence, conductivity thermal coefficient could be counted.*

*From the calculation result, particle board made of mahoni sawdust with density ratio 1 : 3 had the smallest conductivity thermal coefficient (the best isolator), followed by particle board made of teak sawdust with density 1 : 2.67. But particle board that had the biggest conductivity thermal coefficient was board made of mahoni sawdust with density ratio 1 : 2.67, followed by board made of glugu sawdust with density ratio 1 : 2.5.*

*Keywords: density, particle board, conductivity thermal coefficient, sawdust*

## INTISARI

Penelitian ini dilakukan untuk mencari pengaruh kepadatan terhadap nilai konduktivitas thermal masing-masing jenis papan partikel serbuk kayu. Kemudian dibandingkan nilai konduktivitas thermalnya diantara ketiga jenis papan partikel serbuk kayu serta dibandingkan nilai konduktivitas thermalnya untuk masing-masing jenis papan partikel dengan kepadatan yang berbeda tersebut, sehingga kita dapat mengetahui papan partikel jenis mana dengan kepadatan berapa merupakan isolator yang paling baik.

Untuk langkah awal penelitian maka disiapkan papan partikel yang terbuat dari masing-masing serbuk kayu dengan kepadatan yang berbeda-beda yaitu 1 : 5, 1 : 4, 1 : 3. Kemudian masing-masing jenis papan partikel dengan kepadatan yang berbeda tersebut dimasukkan ke dalam kotak pengujian. Pada kotak pengujian ada sumber panas yaitu berupa lampu pijar dengan tenaga 100 watt. Lampu pijar inilah yang akan memberi panas kepada papan partikel. Pada salah satu permukaan papan partikel ditempatkan 9 titik pengukuran temperature. Sedang permukaan yang lainnya ditempelkan ke plat aluminium dengan konduktivitas termal yang telah diketahui. Sedang permukaan aluminium yang lain ditempatkan pula 9 titik pengukuran temperature. Sehingga dengan demikian akan dapat dicari berapa nilai konduktivitas termal papan partikel serbuk kayu tersebut.

Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka nilai konduktivitas panas terkecil dimiliki oleh papan partikel serbuk kayu mahoni dengan kepadatan 1 : 3 (merupakan isolator yang terbaik) disusul oleh papan partikel serbuk kayu jati dengan kepadatan 1 : 2,67. Sedang papan partikel yang mempunyai nilai konduktivitas thermal yang paling besar adalah papan partikel serbuk kayu mahoni dengan kepadatan 1 : 2,67 disusul oleh papan partikel serbuk glugu dengan kepadatan 1 : 2,5.

Kata kunci: kepadatan, papan partikel, koefisien konduktivitas panas, serbuk gergaji

## PENDAHULUAN

Negara Indonesia mempunyai kekayaan alam yang sangat melimpah, salah satunya adalah kekayaan hutan yang

menghasilkan kayu yang sangat melimpah jumlahnya maupun jenisnya. Kita kenal pulau-pulau yang hutanya sangat luas yaitu Kalimantan Sumatra, Irian Jaya dan lainnya.

150 Badrawada. Pengaruh Kepadatan Papan Partikel dari Tiga Jenis Serbuk Kayu terhadap Nilai Konduktivitas Panasnya

Kebutuhan akan kayu untuk industri semakin meningkat, sehingga penebangan hutan untuk dimanfaatkan kayunya otomatis semakin meningkat pula. Apalagi sekarang banyak hutan Indonesia ditebangi secara liar dan tidak terkontrol. Kalau hal ini terus dibiarkan maka hutan kita akan habis. Untuk itu dibutuhkan usaha untuk memanfaatkan kayu semaksimal mungkin, sehingga tidak banyak terbuang secara percuma.

Dari industri penggergajian, banyak dihasilkan limbah kayu yang berupa serbuk kayu (grajen) dan potongan kayu (tatal). Dari hasil pengamatan dilapangan limbah penggergajian yang dihasilkan menjadi serbuk kayu per gelondong dengan diameter 30 cm dan panjang 1 m dengan 5 kali penggergajian, tebal gergaji 0,8 cm dihasilkan  $0,0088 \text{ m}^3 / \text{gelondong}$  hanya dibuang atau dibakar. Dari kenyataan yang ada ini timbul pemikiran kami untuk memanfaatkan limbah kayu tersebut menjadi bahan dasar untuk pembuatan papan partikel (*particle board*). Dengan diprosesnya limbah kayu menjadi partikel diharapkan limbah kayu yang selama ini dihasilkan oleh industri penggergajian dapat dimanfaatkan.

Papan partikel yang dihasilkan dari pengolahan kembali limbah serbuk kayu, selain dapat digunakan untuk meubel dapat juga digunakan sebagai bahan isolasi. Karena setiap benda mempunyai daya hantar panas yang dinyatakan dengan nilai konduktivitas panas benda. Untuk mengetahui berapa besar nilai konduktivitas panas yang dimiliki papan partikel, sehingga bisa dijadikan bahan isolator.

Dari penelitian ini akan dicari bagaimana pengaruh kepadatan papan partikel terhadap konduktivitas thermalnya. Juga akan dicari nilai konduktivitas panas dari masing-masing papan partikel yang bahan serbuk kayunya berbeda. Agar tidak terjadi penyimpangan atau keluar dari masalah pokok yang dibahas dalam penelitian konduktivitas papan partikel serbuk kayu perlu diberikan batasan-batasan yaitu:

1. Kepadatan maksimum papan partikel serbuk kayu yang akan diuji yaitu berdasarkan penekanan maksimum pada ukuran standar dari serbuk kayu tersebut, dengan kepadatan 5 : 1, 4 : 1, 3 : 1
2. Ukuran papan partikel yang diuji 20cm x 20cm

3. Jenis serbuk kayu papan partikel yang diuji : serbuk kayu jati, serbuk kayu mahoni, serbuk kayu kelapa (glugu)

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui nilai konduktivitas thermal pada papan partikel serbuk kayu
2. Untuk mengetahui pengaruh kepadatan terhadap angka konduktivitas thermal papan partikel serbuk kayu

Dengan diketahuinya angka konduktivitas thermal dari papan partikel serbuk kayu tersebut serta pengaruh kepadatan terhadap nilai konduktivitas thermalnya, maka manfaat dari penelitian ini adalah dapat membantu kita untuk membuat papan partikel serbuk kayu untuk bahan isolator dengan nilai konduktivitas thermal tertentu sesuai dengan kebutuhan design yang telah ditentukan.

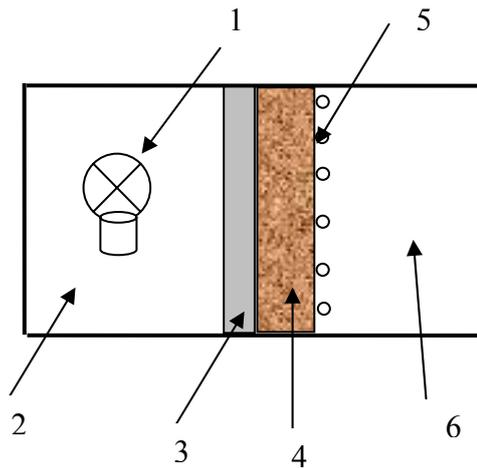
Metode pemecahan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah memakai metode Eksperimental

Dalam penelitian yang mana dititikberatkan untuk mengetahui konduktivitas panas papan partikel, diperlukan alat-alat :

- 1) Cetakan ukuran 20 cm x 20 cm
- 2) Thermometer
- 3) Pengaduk
- 4) Alat pengepres
- 5) Kotak pengujian konduktivitas thermal
- 6) Plat
- 7) Thermokopel
- 8) Bolam lampu

Bahan uji penelitian : resin, katalis, kobalt, 3 jenis serbuk kayu

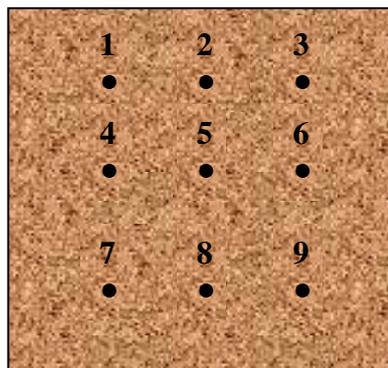
Penelitian diawali dengan pembuatan papan partikel untuk masing-masing bahan serbuk kayu dengan ukuran dan ketebalan yang sudah ditentukan, semua papan partikel mempunyai ketebalan 1 cm dengan masing-masing perbandingan kompresi adalah 1 : 5, 1 : 4, dan 1 : 3 untuk tiap jenis papan partikel. Setelah jadi tiap-tiap spesimen diuji untuk mendapatkan nilai konduktivitas panasnya dengan cara dimasukkan ke dalam kotak pengujian konduktivitas panas. Caranya yaitu spesimen dengan tebal 1 cm dan luas penampangnya 20cm x 20cm ditempatkan seperti gambar 1.1 di bawah. Pada permukaan papan partikel dengan ukuran 20cm x 20cm diberi 9 titik untuk pembacaan temperaturnya (Gb. 1.2).



Gambar 1.1. Skema instalasi peralatan pengujian konduktivitas termal

Keterangan :

1. Sumber panas.
2. Ruang isolasi sumber panas.
3. Lempeng panas ( titik pengukuran temperatur sumber panas )
4. Papan partikel yang diuji
5. Titik pengukuran temperatur pada benda uji ( untuk menentukan gradient temperatur )
6. Ruang isolasi



Gambar 1.2. Sembilan titik pada permukaan papan partikel

Nilai konduktivitas termal papan partikel sekam padi dari campuran sekam padi dan resin serta perbedaan pengepresan atau ketebalan mengalami peningkatan yang dipengaruhi oleh kenaikan temperatur atau pemberian sumber kalor yang lebih besar. Selain itu semakin tinggi kepadatan dari papan partikel sekam padi, maka semakin rendah angka konduktivitas termal dari papan partikel sekam padi. Dengan semakin rendah angka konduktivitas termal papan partikel sekam padi maka semakin baik untuk dijadikan isolator. Dari perbedaan angka konduktivitas termal yang dihasilkan dari masing – masing kepadatan, maka dapat

diketahui bahwa angka konduktivitas termal yang paling tinggi adalah papan partikel sekam padi dengan kepadatan 3-1 dengan angka konduktivitas termal  $0,133 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  pada sumber kalor 70 Watt dan  $0,103 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  pada sumber kalor 80 Watt dan angka konduktivitas termal yang paling rendah diperoleh dengan kepadatan 6-1, dengan angka konduktivitas termal sebesar  $0,096 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  pada sumber 70 Watt dan  $0,082 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  pada sumber kalor 80 Watt (Azhar, 2007).

Perpindahan panas adalah bentuk energi dalam transisi. Dimana hal ini disebabkan oleh terjadinya perbedaan

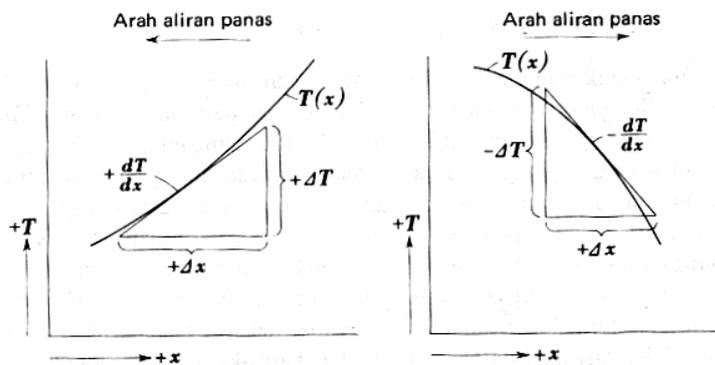
temperature. Semakin besar perbedaan temperature yang terjadi maka semakin besar pula laju perpindahan panas yang terjadi. Selain itu besar laju perpindahan panas yang terjadi juga disebabkan oleh nilai konduktivitas panas suatu benda. Perpindahan panas dapat terjadi secara konduksi, konveksi dan radiasi.

1. Konduksi

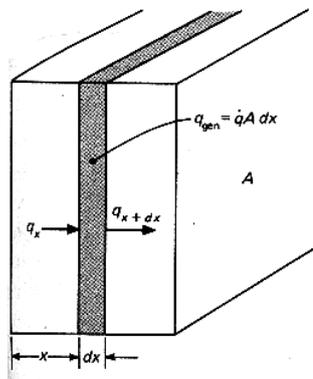
Hubungan dasar untuk perpindahan panas dengan cara konduksi di usulkan oleh ilmuwan Prancis, J.B.J, Fourier, dalam tahun 1822. Hubungan ini menyatakan bahwa  $q_k$ , laju aliran panas dengan

cara konduksi dalam suatu bahan sama dengan hasil kali dari tiga buah besaran berikut :

- a)  $k$  , konduktivitas panas bahan
- b)  $A$ , luas penampang melalui mana panas mengalir dengan cara konduksi, yang harus diukur tegak lurus terhadap arah aliran panas
- c)  $dT/dx$ , gradient suhu pada penampang tersebut, yaitu laju perubahan temperatur  $T$  terhadap jarak dalam arah aliran panas



Gambar 1.3. Sketsa perjanjian tanda untuk aliran panas konduksi



Gambar 1.4. Analisa konduksi dinding datar satu dimensi

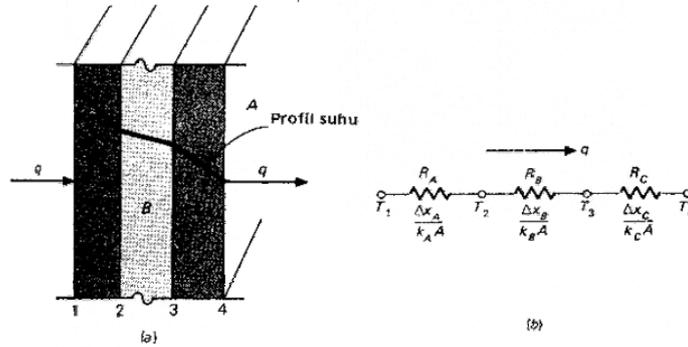
$$q_k = -kA \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots(1.1)$$

Keterangan :  $q_k$  : Laju aliran panas (BTU/h)

$k$  : Konduktivitas thermal bahan (Watt/mF)

$A$  : Luas penampang (ft<sup>2</sup>)

$\frac{dT}{dx}$  : Gradien temperatur (F/ft)



Gambar 1.5. Perpindahan kalor satu dimensi melalui dinding komposit

$$q = -k_A A \frac{T_2 - T_1}{\Delta x_A} = -k_B A \frac{T_3 - T_2}{\Delta x_B} = -k_C A \frac{T_4 - T_3}{\Delta x_C}$$

$$q = \frac{T_1 - T_4}{\Delta x_A / k_A A + \Delta x_B / k_B A + \Delta x_C / k_C A} \dots \dots \dots (1.2)$$

atau

$$q_k = UA\Delta T_{\text{menyeluruh}} \dots \dots \dots (1.3)$$

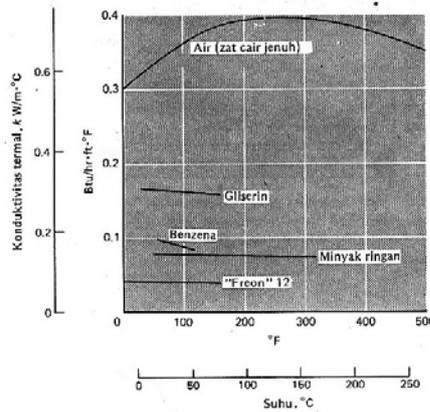
dimana koefisien perpindahan panas konduksi menyeluruh (U) adalah:

$$U = \frac{1}{\Delta x_A / k_A + \Delta x_B / k_B + \Delta x_C / k_C} \dots \dots \dots (1.4)$$

2. Konduktivitas panas

Konduktivitas panas suatu benda akan berbeda dengan nilai konduktivitas panas benda yang lain. Sedangkan konduktivitas panas suatu

benda akan berbeda pada temperature yang berbeda. Artinya konduktivitas panas suatu benda adalah fungsi temperature.



Gambar 1.6. Konduktivitas thermal beberapa zat

**HASIL & PEMBAHASAN**

Dari data-data hasil pengujian, kemudian akan dihitung angka konduktivitas thermal papan partikel serbuk kayu dengan persamaan sebagai berikut

$$K_B = \frac{L_B}{\left( \frac{T_1 - T_3}{q} - \frac{L_A}{K_A \cdot A} \right) \cdot A}$$

$$q = \frac{T_1 - T_3}{\left( \frac{L_A}{K_A \cdot A} \right) + \left( \frac{L_B}{K_B \cdot A} \right)}$$

Contoh perhitungan:

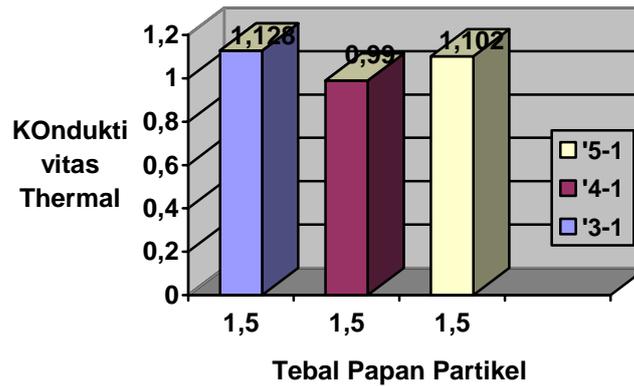
Papan partikel kayu mahoni dengan kepadatan 1 : 3 dengan  $L_B = 1 \text{ cm} = 0,01\text{m}$

$$\begin{aligned}
 K_B &= \frac{0,01\text{m}}{\left( \frac{68,55^\circ\text{C} - 35,85^\circ\text{C}}{100\text{W}} - \frac{0,016\text{m}}{202 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \cdot 0,04\text{m}^2} \right) \cdot 0,04\text{m}^2} \\
 &= \frac{0,01}{\left( 0,327 - \frac{0,016}{8,08} \right) \cdot 0,04} \\
 &= \frac{0,01}{\left( 0,327 - 1,98 \times 10^{-3} \right) \cdot 0,04} \\
 &= \frac{0,01}{0,013} = 0,769 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan semua nilai konduktivitas panas konduksi terhadap ketiga jenis papan partikel ditabelkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1.1. Hasil perhitungan nilai konduktivitas thermal tiga jenis papan partikel

Jenis Kayu	Tebal Papan	Kepadatan	Nilai Konduktivitas Thermal (W/m°C)
Jati	1,5	3-1	1,128
	1,5	4-1	0,99
	1,5	5-1	1,102
Mahoni	1	3-1	0,76
	1,5	4-1	1,154
	1,5	5-1	0,99
Glugu	1,5	3-1	0,95
	1,5	4-1	0,93
	2	5-1	1,47

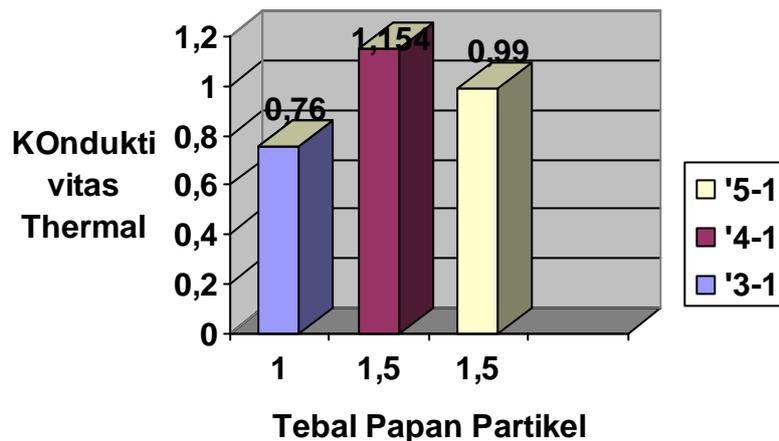


Gambar. 1.7. Grafik angka konduktivitas thermal kayu jati

Pada proses pembuatan papan partikel serbuk kayu jati terjadi kesalahan ketebalan produk akhir, dimana ketebalan akhir yang diinginkan yaitu adalah sebesar 1 cm. Tetapi yang terjadi disini adalah ketebalannya 1,5 cm. Jadi kepadatan menjadi

- 5 : 1 menjadi 5 : 1,5 atau 3,33 : 1
- 4 : 1 menjadi 4 : 1,5 atau 2,67 : 1
- 3 : 1 menjadi 3 : 1,5 atau 2 : 1

Pada grafik diatas terlihat papan partikel dengan kepadatan 2,67 : 1 mempunyai nilai konduktivitas thermal yang paling kecil, artinya pada kepadatan ini papan partikel dari serbuk kayu jati merupakan isolator yang terbaik. Pada hasil ini sulit ditarik kesimpulan hubungan kepadatan dengan nilai konduktivitas thermal.

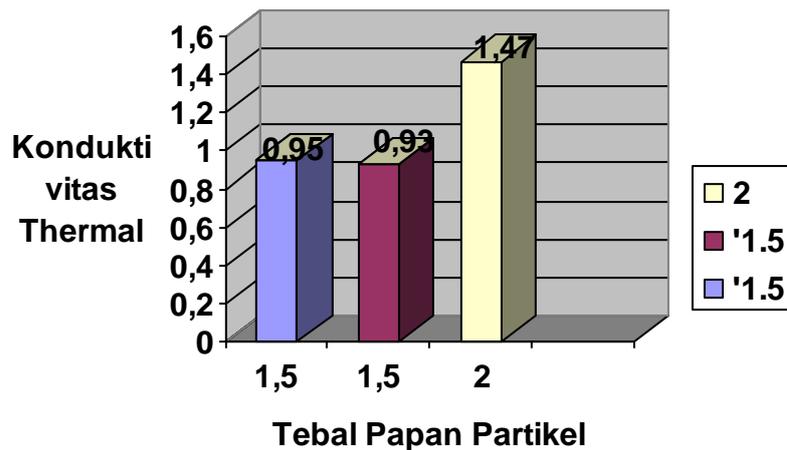


Gambar 1.8. Grafik angka konduktivitas thermal kayu mahoni

Pada proses pembuatan papan partikel serbuk kayu mahoni terjadi kesalahan ketebalan produk akhir, dimana ketebalan akhir yang diinginkan yaitu adalah sebesar 1 cm. Tetapi hal ini tidak terjadi, sehingga kepadatan menjadi

- 5 : 1 menjadi 5 : 1,5 atau 3,33 : 1
- 4 : 1 menjadi 4 : 1,5 atau 2,67 : 1
- 3 : 1 tetap 3 : 1

Papan partikel serbuk kayu mahoni yang mempunyai kepadatan 3 : 1 mempunyai nilai konduktivitas thermal yang paling kecil.



Gambar 1.9. Grafik angka konduktivitas thermal kayu glugu

Pada proses pembuatan papan partikel serbuk kayu glugu terjadi kesalahan ketebalan produk akhir, dimana ketebalan akhir yang diinginkan yaitu adalah sebesar 1 cm. Tetapi hal ini tidak terjadi, sehingga kepadatan menjadi

- d. 5 : 1 menjadi 5 : 2 atau 2,5 : 1
- e. 4 : 1 menjadi 4 : 1,5 atau 2,67 : 1
- f. 3 : 1 tetap 3 : 1,5 atau 2 : 1

Papan partikel serbuk kayu mahoni yang mempunyai kepadatan 2,67 : 1 mempunyai nilai konduktivitas thermal yang paling kecil.

#### KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka nilai konduktivitas panas terkecil dimiliki oleh papan partikel serbuk kayu mahoni dengan kepadatan 3 : 1 (merupakan isolator yang terbaik) disusul oleh papan partikel serbuk kayu jati dengan kepadatan 2,67 : 1. Sedang papan partikel yang mempunyai nilai konduktivitas thermal yang paling besar adalah papan partikel serbuk kayu mahoni dengan kepadatan 2,67 : 1 disusul oleh papan partikel serbuk glugu dengan kepadatan 2,5 : 1

Untuk peneliti selanjutnya yang tertarik dengan topik ini disarankan untuk menggunakan alat ukur yang lebih teliti, sehingga didapatkan data yang lebih akurat. Dan parameter kepadatan yang diambil datanya agar diperbanyak, minimal 5 macam kepadatan yang berbeda.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ashar, S. 2007, *Pengaruh Kepadatan Terhadap Angka Konduktivitas Termal Papan Partikel Sekam Padi Dengan Menggunakan Metode ASTM Yang Dimodifikasi*. Skripsi. Teknik Mesin IST AKPRIND
- Holman, J.P., 1994, *Perpindahan Kalor*, Ter. Ir. E. Jasjti. M.Sc. Edisi 6. Erlangga. Jakarta.
- Hyer. Michael. W. 1998. *Stress and Analisis of Fiker Resin Forced Composite Material*, Mc. Graw Hill International Edition.
- Incropera, Frank P, 1981. *Fundamentals of Heat Transfer*, John Wiley & Son, Inc.
- Kreith, F. 1976, *Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas*. Edisi ketiga ( Alih Bahasa : A. Prijono ). Erlangga. Jakarta.