

KONDUKTIVITAS TERMAL PAPAN PARTIKEL SEKAM PADI

Hary Wibowo¹, Khairul Muhajir², Toto Rusianto³, Ellyawan Arbintarso⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin IST Akprind Yogyakarta

Masuk: 17 Desember 2007, revisi masuk: 21 April 2008, diterima: 19 Juli 2008

ABSTRACT

People have used rice husk as an isolator material to prevent melting block of ice by pour it to the block of ice. Rice husk as particle board have been developed as an alternative of isolator material especially for cold storage. Thermal conductivity was affected by many aspects; one of them is filler solid compression ratio. The value of thermal conductivity in the rice husk particle boards has been researched to thermal conductivity with modified of ASTM C177 method and with different solid comparison are: 6-1, 5-1, 4-1, 3-1 i.e from original thick to final thick. From the different of the value of thermal conductivity which was from every density, it was found that the highest value of the thermal conductivity was obtained on rice husk particle board with the density of 3-1 with the value of thermal conductivity 0,133 w/m°C on heat source 70 watt and 0,103 w/m°C on heat source 80 watt and the lowest value of the thermal conductivity was density with 6-1 with the value of thermal conductivity 0,096 w/m°C on heat source 70 watt and 0,082 w/m°C on heat source 80 watt.

Keywords: Rice Husk, Particle Board, Thermal Conductivity.

INTISARI

Masyarakat memanfaatkan sekam padi sebagai bahan isolator untuk mencegah es mencair dengan cara menaburkan diatas balok es tersebut. Sekam padi sebagai papan partikel telah dikembangkan agar dapat menjadi bahan alternatif isolator khususnya penyimpanan dingin. Konduktivitas panas dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya adalah kepadatan pengisi dari papan partikel tersebut. Dalam kesempatan ini telah diuji konduktivitas termal papan partikel sekam padi terhadap kepadatannya, pengujian konduktivitas termal dengan menggunakan metode ASTM yang sudah di modifikasi dan dengan perbandingan kepadatan yang berbeda yaitu 6-1, 5-1, 4-1, 3-1 yaitu dari tebal awal menjadi tebal akhir. Dari perbedaan angka konduktivitas termal yang dihasilkan dari masing-masing kepadatan, maka dapat diketahui bahwa angka konduktivitas termal yang paling tinggi adalah pada papan partikel sekam padi dengan kepadatan 3-1 dengan angka konduktivitas termal 0,133 w/m°C pada sumber kalor 70 watt dan 0,103 w/m°C pada sumber kalor 80 watt dan angka konduktivitas termal yang paling rendah diperoleh pada kepadatan 6-1 dengan angka konduktivitas termal sebesar 0,096 w/m°C pada sumber kalor 70 watt dan 0,082 w/m°C pada sumber kalor 80 watt.

Kata Kunci : Papan Partikel, Sekam Padi, Konduktivitas Termal

PENDAHULUAN

Negara kita adalah negara agraris dimana sebagian besar dari penduduknya bekerja sebagai petani, dari hasil sampingan diperoleh diantaranya adalah sekam padi. Petani tradisional pada umumnya masih menggunakan sekam padi tersebut sebagai bahan bakar pada dapur masak, atau bisa juga sebagai bahan pengawet es agar tidak cepat mencair. Melihat manfaat sekam padi yang

begitu berpotensi untuk dikembangkan ini akan menarik sekali untuk mengadakan suatu penelitian.

Sekam padi tersebut memiliki sifat tidak mudah terbakar, dan juga mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap penetrasi cairan dan dekomposisi yang disebabkan oleh jamur, dan juga isolator yang baik, artinya nilai konduktivitas termalnya rendah, dan masih banyak lagi sifat-sifat yang lainnya. Pemanfaatan se-

kam padi akan diteliti sifat dari sekam padi yang mana mempunyai konduktivitas termal.

Sekam padi disini nantinya akan diolah menjadi suatu papan partikel dimana akan diteliti angka konduktivitas termalnya, sehingga dapat diketahui seberapa besar angka konduktivitas termal pada papan partikel sekam padi tersebut. Papan partikel yang konduktivitas termalnya rendah disini adalah papan partikel yang baik sebagai penghambat panas atau dinamakan juga sebagai isolator, dan sebaliknya apabila nilai konduktivitas termalnya tinggi kita disebut juga sebagai konduktor, sehingga setelah dilakukan penelitian ini kami berharap sekam padi dapat dimanfaatkan lagi untuk yang lebih modern dan lebih maju dari yang sekarang digunakan, khususnya pada para petani tradisional tersebut.

Perpindahan panas adalah proses dengan mana transport energi bila dalam suatu sistem tersebut terdapat gradien temperatur, atau bila dua sistem yang temperaturnya berbeda disinggungkan, maka akan terjadi perpindahan energi. Energi yang dipindahkan dinamakan kalor atau bahang atau panas (*Heat*). Ilmu perpindahan kalor tidak hanya menjelaskan bagaimana energi kalor itu dipindahkan dari satu benda ke benda yang lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan kalor dan konduktivitas termal bahan dimana yang akan dilakukan pada penelitian ini (Kreith, 1986 : 1).

Perpindahan panas konduksi atau hantaran adalah perpindahan energi dari bagian yang bersuhu tinggi ke bagian yang bersuhu rendah apabila terdapat perbedaan temperatur atau temperatur gradien.

Hubungan dasar untuk perpindahan panas dengan cara konduksi diusulkan oleh ilmuwan Prancis, J.B.J. Fourier, dalam tahun 1882. 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 termal bahan
- b) A , luas penampang melalui mana panas mengalir dengan cara konduksi, yang harus diukur tegak lurus terhadap arah aliran panas.

- c) dT/dx , gradien suhu pada penampang tersebut, yaitu laju perubahan temperatur T terhadap jarak dalam arah aliran panas x .

Perjanjian tentang tanda untuk menuliskan persamaan konduksi panas dalam bentuk matematik kita tetapkan bahwa arah naiknya jarak x adalah arah aliran panas positif. Mengingat menurut hukum kedua termodinamika panas akan mengalir secara otomatis dari titik yang bertemperatur lebih tinggi ke titik yang bertemperatur lebih rendah, maka aliran panas akan menjadi positif bila gradien temperatur negatif. Sesuai dengan hal itu, persamaan dasar untuk konduksi satu dimensi dalam keadaan stedi ditulis (Kreith, 1986 : 7).

$$q_k = -kA \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- q_k = Laju aliran panas (Btu/h)
- k = Konduktivitas termal bahan (watt/m F)
- A = Luas penampang (ft^2)
- $\frac{dT}{dx}$ = Gradien temperatur (F/ft)

Perpindahan panas pada dinding datar dapat dihitung dengan mengintegrasikan hukum Fourier, bila konduktivitas termal dianggap tetap maka persamaannya:

$$q_k = -\frac{kA}{\Delta x} (T_2 - T_1) \dots\dots\dots(2)$$

Proses perpindahan kalor dapat digambarkan dengan jaringan tahanan. Perpindahan kalor menyeluruh dihitung dengan jalan membagi beda temperatur menyeluruh dengan jalan membagi beda temperatur menyeluruh dengan jumlah tahanan termal :

$$q_k = \frac{T_A - T_B}{1/h_1A + \Delta x/kA + 1/h_2A} \dots\dots\dots(4)$$

jika konduktivitas termal (*thermal conductivity*) dianggap tetap. Tebal dinding adalah Δx , sedang T_1 dan T_2 adalah temperatur muka dinding. Jika konduktivitas termal berubah menurut hubungan linier dengan temperatur, seperti $k = k_0(1 + \beta T)$, maka persamaan aliran kalor menjadi (Holman, 1995 : 26).

$$q_k = -\frac{k_0 A}{\Delta x} \left[(T_2 - T_1) + \frac{\beta}{2} (T_2^2 - T_1^2) \right] \dots (5)$$

Laju perpindahan kalor dapat dipandang sebagai aliran, sedangkan gabungan dari konduktivitas termal, tebal bahan dan luas penampang merupakan tahanan terhadap aliran ini. Temperatur merupakan fungsi potensial, atau pendorong aliran itu dan persamaan fourier dapat dituliskan sebagai berikut (Holman, 1995 : 27).

$$\text{Alirankalor} = \frac{\text{beda potensial termal}}{\text{tahanan termal}}$$

Konveksi adalah proses transportasi energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas benda dan udara disekitarnya. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas.

Perpindahan energi dengan konveksi dari suatu permukaan yang temperaturnya diatas temperatur fluida sekitarnya berlangsung dalam beberapa tahap. Pertama panas mengalir dengan cara konduksi dari permukaan ke partikel-partikel fluida yang berbatasan. Kemudian partikel fluida bergerak ke daerah yang bertemperatur lebih rendah di dalam fluida dimana akan bercampur dengan partikel-partikel lainnya. Energi yang berada di dalam partikel fluida di angkut sebagai akibat gerakan massa partikel tersebut.

Perpindahan panas konveksi di klasifikasikan dalam dua jenis yakni, konveksi bebas (*free convection*) dimana gerakan mencampur berlangsung semata-mata dari perbedaan kerapatan yang disebabkan oleh gradien temperatur. Dan konveksi paksa (*forced convection*) dimana gerakan mencampur disebabkan oleh suatu alat dari luar, seperti pompa atau kipas.

Dalam perpindahan kalor konveksi pengaruh konduksi sangat besar, sehingga perhitungan konduksi secara menyeluruh dapat menggunakan hukum Newton tentang pendinginan.

Sehingga kerugian kalor dapat dihitung dengan persamaan:

$$q_k = hA (T_w - T_\infty) \dots \dots \dots (6)$$

keterangan :

q_k = Laju perpindahan kalor

A = Luas penampang

h = Koefisien perpindahan kalor konveksi

T_w = Temperatur pelat

T_∞ = Temperatur fluida

Konduktivitas termal (k) adalah sifat bahan dan menunjukkan jumlah panas yang mengalir melintasi satu satuan luas jika gradien temperaturnya satu. Persamaan fourier merupakan persamaan dasar tentang konduktivitas termal, yang mana dengan persamaan tersebut dapat dilakukan perhitungan dalam percobaan untuk menentukan konduktivitas termal suatu benda.

Teknologi sekarang ini harus memenuhi kebutuhan dan keinginan masyarakat, maka bahan-bahan harus digunakan dengan cermat. Hal ini mencakup pemilihan bahan dengan karakteristik optimum, harga, pengadaan dan mengubahnya dalam desain yang aman, dan serasi dengan kesejahteraan masyarakat. Untuk dapat menentukan teknologi pengolahannya, kita harus memilih bahan yang memenuhi persyaratan khusus seperti konduktivitas termal ini.

Konduktivitas termal bahan-bahan teknik pada tekanan atmosferik bergerak dari sekitar 4×10^{-3} untuk gas, melintasi sekitar 1×10^{-1} untuk cairan, sampai dengan $2,4 \times 10^2$ Btu/h ft F untuk tembaga.

Bahan yang mempunyai konduktivitas termal yang tinggi dinamakan konduktor (*conductor*), sedangkan bahan yang konduktivitas termalnya rendah disebut isolator (*insulator*). Pada umumnya konduktivitas termal berubah dengan temperatur, tetapi dalam banyak soal perancangan perubahannya cukup kecil untuk diabaikan.

Energi termal pada zat padat dihantarkan melalui angkutan elektron bebas. Dalam konduktor listrik yang baik, dimana terdapat elektron bebas yang bergerak didalam struktur kisi bahan-bahan, maka elektron disamping dapat mengangkut muatan listrik, dapat pula membawa energi termal dari daerah bertemperatur tinggi ke daerah bertemperatur rendah, energi dapat pula berpindah sebagai energi getaran dalam struktur kisi bahan.

Sekam padi mempunyai kandungan silika yang tinggi. Konsentrasi silika dapat ditemukan pada keadaan sekam padi atau tumbuhan kering, yang besarnya tergantung dari jenis tanah tempat tumbuhan padi tumbuh, jenis tanaman dan juga tergantung dari iklim dimana tumbuhan padi tumbuh. Konsentrasi silika pada sekam kering berkisar 21,5% dari berat, dan 12% pada daun keringnya. Sebagaimana tumbuh-tumbuhan lain, sekam padi juga mempunyai kandungan silika yang tinggi. Konsentrasi silika dapat ditemukan pada keadaan sekam padi atau tumbuhan kering, yang besarnya tergantung dari jenis tanah tempat tumbuhan padi tumbuh.

Komposit merupakan dua material atau lebih yang digabung pada skala makro untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat. Pembentukan sebuah komposit sangatlah penting dalam memadukan dua material yang sangat berpotensi untuk dijadikan sebuah barang yang sangat berguna sehingga disini harus diketahui kriteria sifat-sifat komposit yang dikehendaki.

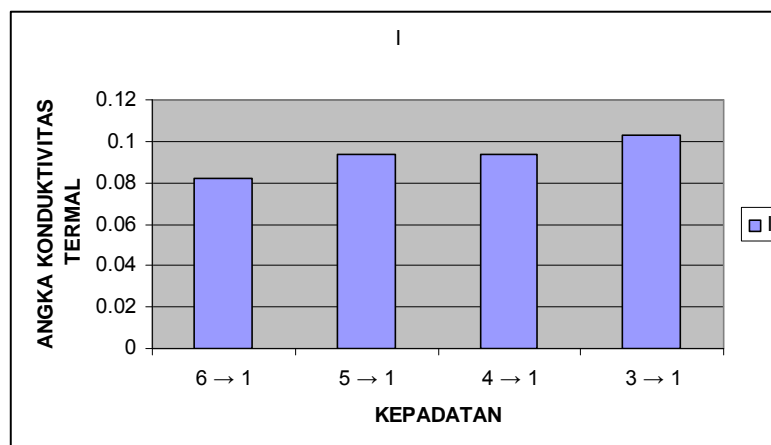
Pada pengujian yang dilakukan Nugroho (2005) menunjukkan bahwa perbandingan kompresi berpengaruh sekali, karena apabila semakin padat suatu papan partikel maka akan cenderung menunjukkan kegetasan dari papan, tetapi sebaliknya jika kepadatannya proporsional maka keelastisitasannya akan lebih

baik, perbandingan kompresi hampir tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik, hal ini menunjukkan kepada kita bahwa perbandingan kompresi apabila tidak dibarengi dengan perbandingan komposisi yang tinggi, maka tidak akan meningkatkan kekuatan tariknya.

Sedangkan Kadarmanto (2005) memperlihatkan bahwa perbedaan campuran sekam padi dan resin yang semakin tinggi atau rendah tidak secara otomatis nilai konduktivitas termal dari papan partikel sekam padi mengalami kenaikan atau penurunan.

PEMBAHASAN

Dari sumber panas yang diberikan yaitu 80 watt dan 70 watt diperoleh perbedaan nilai konduktivitas termal pada dinding papan partikel, hal ini dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2. Gambar 1 menunjukkan perbedaan nilai konduktivitas untuk masing-masing kepadatan, namun tidak terlalu berarti kenaikan nilainya. Kepadatan 3 – 1 mempunyai nilai konduktivitas yang paling tinggi dengan kata lain merupakan bahan konduktor dan kepadatan 6 – 1 mempunyai nilai terendah sehingga dapat dikatakan sebagai bahan yang lebih isolator. Demikian pula dengan menggunakan sumber termal 70 watt didapatkan data yang serupa dengan sumber termal 80 watt dimana bahan yang lebih isolator adalah dengan kepadatan 6 – 1.



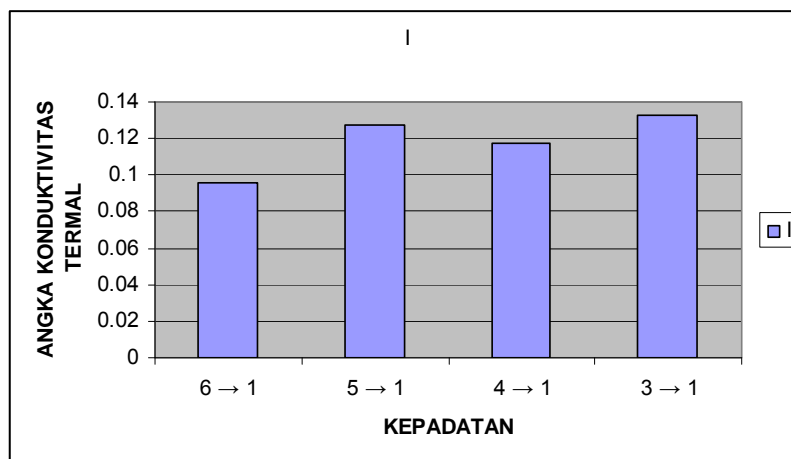
Gambar 1. konduktivitas termal dengan sumber kalor 80 watt

Dari gambar 1 diperoleh nilai rata-rata angka konduktivitas termal sumber kalor 80 watt tersebut dapat diketa-

hui angka konduktivitas termal tertinggi sebesar 0,103 w/m°C pada kepadatan 3-1 dan angka konduktivitas termal teren-

dah sebesar $0,082 \text{ w/m}^\circ\text{C}$ pada kepadatan 6-1. Sehingga ditarik kesimpulan bahwa papan partikel sekam padi pada ke-

padatan 6-1 merupakan bahan isolator yang terbaik.



Gambar 2. konduktivitas termal dengan sumber kalor 70 watt

Dari gambar 2 diperoleh nilai rata-rata angka konduktivitas termal sumber kalor 70 watt diatas dapat diketahui angka konduktivitas termal tertinggi sebesar $0,133 \text{ w/m}^\circ\text{C}$ pada kepadatan 3-1 dan angka konduktivitas termal terendah sebesar $0,096 \text{ w/m}^\circ\text{C}$ pada kepadatan 6-1. Sehingga ditarik kesimpulan bahwa papan partikel sekam padi pada kepadatan 6-1 merupakan bahan isolator yang terbaik.

KESIMPULAN

Perpindahan kalor yang paling tinggi pada pengambilan data konduktivitas termal terdapat pada papan partikel sekam padi pada kepadatan 3-1 dengan menggunakan sumber kalor 70 watt yaitu sebesar $0,133 \text{ w/m}^\circ\text{C}$.

Sedangkan untuk perpindahan kalor yang terendah pada papan partikel sekam padi pada sumber kalor 70 watt terdapat pada papan partikel sekam padi dengan kepadatan 6-1 dengan angka konduktivitas termal sebesar $0,096 \text{ w/m}^\circ\text{C}$.

Untuk pengujian konduktivitas termal pada papan partikel sekam padi dengan menggunakan sumber kalor 80 watt, angka konduktivitas termal yang tertinggi terdapat pada papan partikel sekam padi dengan kepadatan 3-1 dengan angka konduktivitas termal sebesar $0,103 \text{ w/m}^\circ\text{C}$.

Perpindahan kalor yang paling rendah pada papan partikel sekam padi pada sumber kalor 80 watt, terdapat pada papan partikel sekam padi dengan kepadatan 6-1 dengan angka konduktivitas termal sebesar $0,082 \text{ w/m}^\circ\text{C}$. Sehingga semakin padat kepadatan dari papan partikel sekam padi tersebut, maka semakin rendah angka konduktivitas termal dari pada papan partikel sekam padi tersebut. Dan semakin rendah angka konduktivitas termal papan partikel sekam padi tersebut maka semakin baik untuk dijadikan sebagai bahan isolator.

DAFTAR PUSTAKA

- Holman, J. P., 1997, *Perpindahan Kalor*, edisi keenam, (Alih Bahasa: E, Jasjfi), Erlangga, Jakarta.
- Kadarmanto, 2005, *Konduktivitas Termal Papan Partikel Sekam Padi*, Tugas Akhir, Teknik Mesin, IST Akprind Yogyakarta.
- Kreith, F., 1976, *Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas*, edisi ketiga, (Alih Bahasa: A Prijono), Erlangga, Jakarta.
- Nugroho, A. T., 2005, *Kekuatan Tarik Dan Bending Papan Partikel Dari Resin Dan Sekam Padi*, Tugas Akhir, Teknik Mesin, IST Akprind Yogyakarta.

- Offer, NRDC Technology, 2004, Rice Husk Particle Board, www.Alibaba.com
- _____, 2006, Principal Methodes Of Thermal Conductivity Measurements, www.anter.com
- Vlack, 1986, *Ilmu Dan Teknologi Bahan*, edisi keempat, (Alih Bahasa: Sriati Djaprie), Erlangga, Jakarta