

Pengaruh Kepadatan dan Ketebalan Terhadap Sifat Isolator Panas Papan Partikel Sekam Padi

Hary Wibowo, Toto Rusianto, dan Manarul Ikhsan
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Email: harywibowo@yahoo.com totorusianto@yahoo.com

ABSTRACT

The rice husk benefit is most agriculture waste, so writer more at engineering plane, with making the rice husk become particle board (without pay attention to strength of material) with 3 various thickness (1 cm, 1.5 cm and 2 cm) and 4 various compact.

To know the performance from rice husk particle board, done thermal Conductivity test in closed, at horizontal position test, with hot stemming from incandescent lamp 80 Watt and flat iron heater element 70 Watt applied rotation.

From thermal Conductivity test in some various thickness given at thickness 1 cm and compact 6-1 and 5-1, thermal Conductivity value is smaller (0,0798 W/m,°C), at thickness 2 cm and compact 12-2 thermal Conductivity value is bigger (0,238 W/m,°C), so the paddy chaff particle board with tickness 1 cm and compact 6-1 is better use as hot insulant

Keyword : Particle board, rice husk, compact, thickness, heat transfer, insulator, konduktifity

INTISARI

Pemanfaatan sekam padi yang kebanyakan sebagai limbah pertanian, sehingga peneliti lebih dimanfaatkan dibidang keteknikan, yang mana sekam padi tersebut dibuat papan partikel sekam padi (tampa memperhatikan kekuatan bahan) dengan 3 variasi ketebalan (1 cm, 1.5 cm, dan 2 cm) dan 4 variasi pemadatan.

Untuk mengetahui unjuk kerja dari papan partikel sekam padi tersebut, dilakukan pengujian Konduktivitas Termal, pengujian dilakukan secara tertutup, pada posisi pengujian vertikal, dan horisontal, dengan pemberian sumber panas berupa lampu pijar 80 Watt, dan elemen pemanas strika 70 Watt digunakan secara bergantian.

Dari pengujian Konduktivitas Termal tersebut diperoleh pada posisi pengujian vertikal yang terbaik. dari beberapa variasi ketebalan didapatkan pada ketebalan 1 cm dan kepadatan 6-1 & 5-1, nilai konduktivitas termalnya kecil (0.0798 W/m. °C), pada tebal 2 cm, kepadatan 12-2 nilai konduktivitas termalnya besar (0.238 W/m. °C) sehingga papan partikel dengan tebal 1 cm dan pada kepadatan 6-1 baik digunakan sebagai bahan isolator panas.

Kata Kunci : Papan Partikel, Sekam Padi, Kepadatan, ketebalan, Perpindahan kalor, konduksi, isolator, Konduktivitas.

PENDAHULUAN

Negara Indonesia terletak diantara garis katulistiwa sehingga tanah Indonesia kaya dengan beranekaragam macam tanaman dan tumbuhan yang tumbuh dengan subur, baik buah maupun bagian lain dari tanaman atau tumbuhan, selalu dimanfaatkan sebagai bahan pokok sehari-hari, semisal jerami dan sekam padi dimanfaatkan sebagai pupuk kompos.

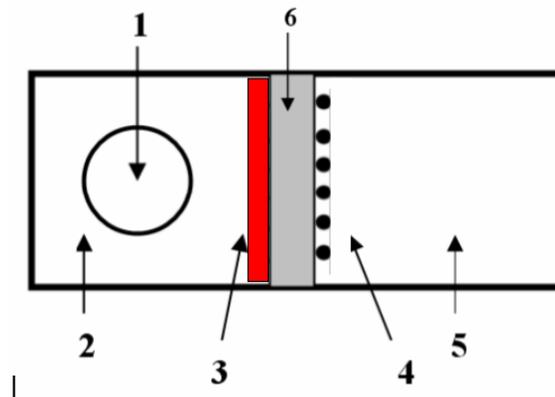
Sekam padi oleh kebanyakan masyarakat masih belum maksimal dimanfaatkan, bahkan dianggap sebagai bahan limbah hasil sampingan dari produksi utama pertanian yang berupa beras. Oleh karena itu perlu adanya alternatif untuk dapat lebih dimanfaatkan

dibidang keteknikan, sebagai bahan pengganti yang mempunyai nilai lebih dibandingkan dengan bahan yang sudah ada baik dari segi teknik, ekonomis maupun kualitas bahan tersebut.

Sekam padi telah banyak dimanfaatkan oleh pedagang es sebagai bahan untuk melindungi es dari suhu lingkungan dengan mengisolasi es agar tidak cepat mencair. Berdasarkan prinsip tersebut peneliti mencoba mengetahui sifat isolator dari sekam padi. Untuk dapat dilakukan pengujian sekam padi dibuat menjadi papan partikel dengan kepadatan dan ketebalan tertentu.

Dalam pemanfaatan sekam padi sebagai isolator panas, Sekam padi diolah menjadi papan partikel, untuk mengolah sekam padi menjadi papan partikel, sekam padi dicampur dengan bahan perekat/pengikat (resin). Pembuatan papan partikel adalah dengan mencetak sekam padi yang telah dicampur dengan bahan pengikat dengan komposisi perbandingan berat (sekam : pengikat adalah 2:1). Pencetakan membentuk papan dengan rasio pemadatan pencetakan (3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1) sebagai contoh rasio pemadatan 3:1, ketinggian awal 3 cm dipres menjadi 1 cm. Sedang variasi ketebalan papan partikel sekam padi adalah 3 variasi ketebalan yaitu 1 cm, 1,5 cm, dan 2 cm. Papan partikel tersebut kemudian diuji unjuk kerjanya dalam hal kemampuan menahan kalor. Dari pengujian tersebut diperoleh nilai konduktivitas panas dari variasi ketebalan dan kepadatan papan partikel sekam padi, sehingga dapat diketahui sifat isolator panasnya.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja pada papan partikel sekam padi sebagai bahan isolator panas. Untuk mengetahui pengaruh variasi ketebalan dan kepadatan papan partikel sekam terhadap nilai konduktivitas termal. Pengujian dilakukan di laboratorium Perstasi mesin IST AKPRIND Yogyakarta. Dalam pengujian tersebut dibatasi pada Papan sekam dengan kepadatan optimal dari hasil penekanan tertentu. Papan sekam dengan tiga (3) Variasi tebal dan (4) Variasi kepadatan, dengan tidak memperhatikan kekuatan bahan. Pengujian konduktivitas termal dengan menggunakan modifikasi metode ASTM C177, dengan pengujian secara tertutup, sumber panas yang diberikan tidak lebih dari $100^{\circ}C$ (pada plat). Dalam penelitian ini lingkungan diisolir dengan temperatur dan tekanan tertentu, untuk lebih jelas lihat Gambar 1.



Gambar 1. Kotak pengujian konduktivitas panas

keterangan :

1. sumber panas yang terukur nilai kalornya
2. ruang isolasi sumber panas
3. lempeng panas (titik pengukuran suhu sumber panas)
4. titik pengukuran suhu pada benda uji (untuk menentukan gradient temperatur.
5. ruang isolasi
6. benda uji (papan partikel sekam)

Sumber kalor (q) melalui bahn uji dengan tebal (L) dan luas penampang (A) pada temperatur (T) dapat dihitung dengan (Holman, 1997)

rumus :

$$k = \frac{L_{\text{sekam}} \times A_{\text{sekam}}}{\frac{T_1 - T_2}{q} - \frac{L_{\text{plat}} \times A_{\text{plat}}}{k_{\text{plat}}}} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

- q = Laju perpindahan panas (W)
- k = Konduktivitas termal bahan ($W/m^{\circ}C$)
- A = Luas penampang benda = $P \times L$ (m).

T_1, T_2 = Temperatur muka dinding ($^{\circ}C$)

ΔL = Tebal dinding / bahan (m)

Rumus tersebut diatas berlaku untuk laju perpindahan panas secara konduksi pada dinding datar lapisan rangkap dua satu dimensi. Perpindahan panas pada dinding datar dapat dihitung dengan mengintegrasikan hukum Fourier, bila konduktivitas termal dianggap tetap maka persamaannya:

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

Jika laju perpindahan kalor pada suatu dinding datar, seperti dalam hal dinding lapisan rangkap dua, satu dimensi yang tersusun atas dua lapisan, plat aluminium dan papan partikel sekam padi. maka aliran kalor dapat ditulis sebagai berikut :

$$q = \frac{T_1 - T_2}{\Delta x_A / k_A A} = \frac{T_2 - T_3}{\Delta x_B / k_B A} \dots\dots\dots(3)$$

Pesamaan tersebut dikonversikan menjadi :

$$q = \frac{T_1 - T_3}{\Delta x_A / k_A A + \Delta x_B / k_B A} \dots\dots\dots(4)$$

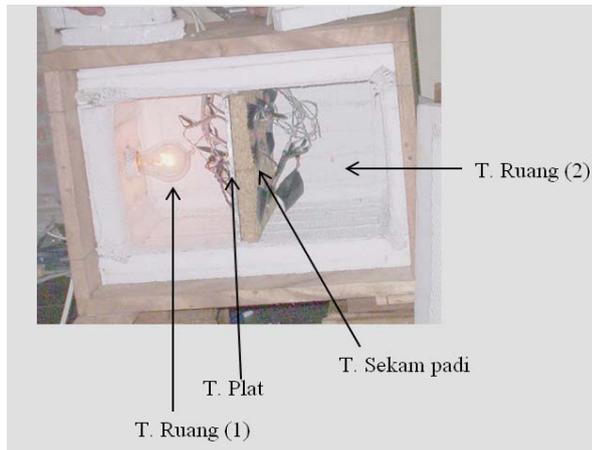
Ukuran spesimen untuk pengujian konduktivitas termal pada papan partikel sekam padi pada masing-masing spesimen yang dipakai dalam pengujian ini adalah:

1. Papan partikel sekam padi : 3 variasi tebal, 4 variasi kepadatan

2. Ukuran papan partikel : 20 cm x 20 cm.
3. Kotak pengujian secara tertutup posisi horizontal : 6 sisi
4. Alat pembaca temperatur : termokopel, termometer
5. Sumber panas : lampu pijar 80 watt, dan elemen pemanas 70 watt.
6. Plat penyekat: Ukuran 20 cm x 20 cm dengan tebal:6 mm



Gambar 2. papan partikel dari sekam padi

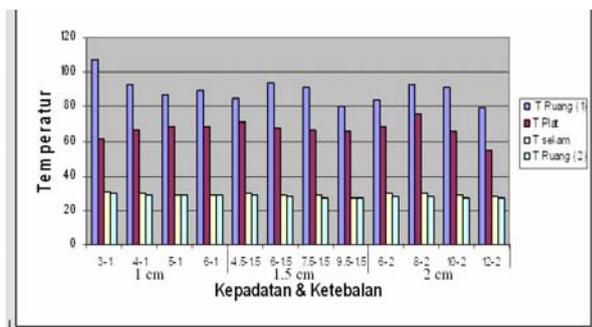


Gambar 3. Foto alat uji konduktivitas panas papan partikel sekam padi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data-data pengujian dan analisis data, menunjukkan distribusi nilai temperatur yang berbedak dari beberapa spesimen berdasarkan variasi ketebalan dan kepadatan. Dari grafik yang menunjukkan unjuk kerja dari

masing-masing spesimen. Untuk memudahkan analisis data tersebut diolah dan dibuat grafik. Hasil pengujian distribusi temperatur dari berbagai spesimen dengan variasi kepadatan dan ketebalan, disajikan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Temperatur rata-rata pada masing-masing benda uji.

Temperatur Ruang (1) adalah pengukuran temperatur pada ruang 1 sumber panas

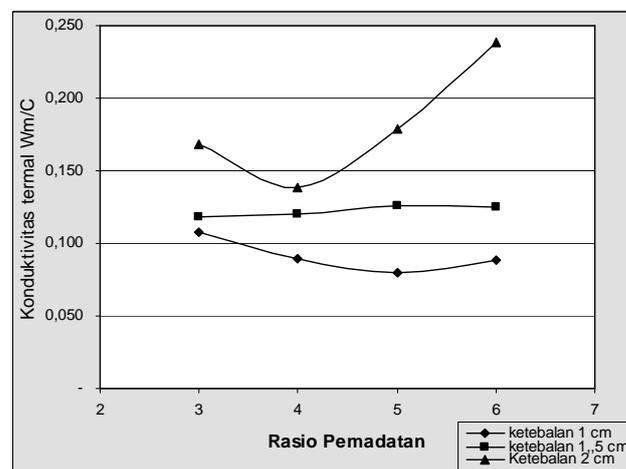
Temperatur Plat adalah pengukuran temperatur pada plat di ruang 1 bahan plat dengan nilai k =202 W/m^C

Temperatur Sekam adalah pengukuran temperatur pada sekam padi di ruang 2 Temperatur Ruang (1) adalah pengukuran temperatur pada ruang 2

Dari pengukuran temperatur pada ruang uji, dinding plat dan papan partikel menunjukkan perbedaan. Dimana ruang uji 2 bertemperatur lebih rendah dibanding ruang uji 1, hal ini menunjukkan bahwa papan partikel sekam padi memiliki sifat isolator yang baik. Hal tersebut juga dibuktikan dengan perbedaan temperatur yang relatif rendah antara dinding papan dengan ruang uji 2. salah satu kendala dalam pengujian ini adalah mendapatkan pengukuran temperatur yang sama di ruang uji 1 pada masing-masing pengujian. Abu sekam padi mengandung amorphous silika sebesar 85% dengan ukuran 25 mikrometer (Narayan Singhanian, 2004), silika merupakan bahan keramik yang bersifat isolator. Dengan adanya kandungan silika

dalam sekam padi dapat memberikan sifat isolator selain itu juga bahan penyusun sekam padi dari bahan selulose dan sekam padi dalam bentuk papan partikel mengandung void yang dapat memberikan sifat isolator pula. Bahan yang baik untuk isolator panas memiliki nilai konduktivitas panas sekitar $0,1 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$.

Pada pengujian konduktivitas termal dengan pemberian sumber kalor berupa lampu pijar 80 Watt menunjukkan, semakin padat papan partikel sekam padi, kemampuan menyimpan sumber kalor lebih besar atau temperatur yang dihasilkan (benda uji) semakin kecil. pada ketebalan 1 cm kemampuan papan partikel menyerap sumber kalor memberikan nilai lebih besar dari tebal 1.5 cm dan 2 cm. Dari perhitungan nilai konduktivitas termal pada masing-masing pengujian tersebut diatas terhadap ketebalan dan kepadatan papan partikel sekam padi, dapat diperlihatkan pada (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik nilai konduktivitas termal sebagai pengaruh variabel rasio pematatan dengan variasi ketebalan.

Nilai konduktivitas termal pada masing-masing papan partikel sekam padi berdasarkan ketebalan dan kepadatan, yang ditunjukkan Pada ketebalan yang berbeda, semakin tebal papan partikel sekam padi nilai konduktivitas semakin naik. pada ketebalan 1 cm nilai konduktivitas kecil, tebal 1.5 cm nilai konduktivitasnya sama, sedangkan pada ketebalan 2 cm nilai konduktivitasnya semakin naik.

Pada kepadatan papan partikel sekam padi nilai konduktivitas termalnya semakin besar dengan kenaikan seimbang dengan perbedaan kepadatan. yang ditunjukkan. pada Kepadatan 3, 4, 5, dan 6. Dari nilai konduktivitas paling kecil $0,138 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ hingga $0,238 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. Semakin tebal dan padat suatu papan partikel sekam padi maka nilai konduktivitas semakin tinggi pada kepadatan 6 $K = 0,238 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ dengan tebal papan 2 cm,

dan yang terendah pada kepadatan 5, $K = 0,0798$, dan pada kepadatan 6, $K = 0,0811 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ pada ketebalan 1 cm sehingga papan partikel sekam padi pada kepadatan 5 dan 6, ketebalan 1 cm, baik digunakan sebagai bahan isolator panas. Berdasarkan persamaan 2 jumlah perpindahan kalor sangat tergantung dari ketebalan Δx , dimana dengan nilai Δx yang semakin besar kalor yang dipindahkan akan semakin kecil, pengukuran dilakukan dalam keadaan *steady state*. Sedang dari hasil penelitian ini dengan variasi ketebalan menunjukkan hasil yang berbeda dengan keadaan steady state, dimana pada ketebalan 1 cm memberikan nilai konduktivitas panas yang lebih kecil, atau dapat dikatakan memberikan nilai perpindahan kalor yang kecil, sedang papan dengan ketebalan 2 cm nilai konduktivitasnya lebih besar, atau dapat dikatakan memberikan nilai perpindahan kalor

yang besar. Hal tersebut menunjukkan dalam penelitian ini kondisi pengukuran temperatur tidak dapat dalam keadaan steady state. Ukuran papan yang lebih tebal dapat menyimpan kalor yang lebih besar dibandingkan yang tipis. Pada kondisi tertentu kalor yang dilepaskan oleh papan dapat meningkatkan temperatur di lingkungan sekitarnya, sehingga temperatur menjadi naik hal ini terukur pada ruang uji 2. akibat adanya kalor yang dilepaskan oleh papan maka akan terukur temperatur yang lebih besar sehingga dalam menentukan perhitungan nilai konduktivitas nilainya menjadi lebih besar. Sehingga untuk pengujian ini perlu mennetukan kondisi yang sama agar kondisi steady state dicapai.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan perhitungan nilai konduktivitas termal pada papan partikel sekam padi yang penulis lakukan dapat disimpulkan :

1. Sekam padi yang dibuat papan partikel merupakan isolator panas yang baik.
2. Nilai konduktivitas termal papan partikel sekam padi ketebalan 1 cm memberikan nilai konduktivitas panas yang lebih kecil pada masing-masing kepadatan yang berbeda.
3. Nilai konduktivitas papan partikel sekam padi tidak menunjukkan perubahan yang signifikan dengan variasi kepadatan.
4. Nilai konduktivitas panas terendah pada kepadatan 5 dengan tebal papan 1 cm yaitu $k = 0.0798 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Holman, J.P,1997, *Perpindahan Kalor*, Terjemahan E. Jasjfi, M.Sc, edisi 6, Erlangga, Jakarta.
- Incropera, Frank P. & DeWitt, David P, 1990, *Fundamental of Heat and massa Transfer*, John wiley & sons, New York.
- Kreith, F, 1976, *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*, Terjemahan A Prijono, edisi 3, Erlangga, Jakarta.
- Narayan Singhanian, 2004 "Rice Husk Ask" S &S Consultants Co. India
- Nugroho, Andreas T.A, 2005, *Kekuatan Tarik Dan Bending Papan Partikel Dari Resin Dan Sekam Padi*, Skripsi-Teknik Mesin, Teknologi Industri, Institut Sains Dan Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Offer, NRDC technology, 15 Desember 2004, *Rice Husk Particle Board*, www. Alibaba. Com. <http://ricehuskash.ebigchina.com>