

PENENTUAN KONDUKTIVITAS TERMAL PADA TANDAN KOSONG SAWIT SEBAGAI BAHAN INSULASI TERMAL

Hadir Kaban

Abstrak : Penelitian tentang tandan kosong sawit sebagai bahan insulasi termal telah dilakukan. Bahan insulasi yang digunakan antara fire retardant dan tandan kosong sawit adalah 30 : 70, dan perbandingan antara Alumina Hidrasi ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) dan Calcium Carbonat ($CaCO_3$) sebagai fire retardant adalah 40 : 60.

Pengukuran konduktivitas dan tahanan termal dilakukan dengan variasi densitas bulk 0,35 gr/cm³, 0,40 gr/cm³, 0,45 gr/cm³, dilakukan variasi ketebalan 7 cm, 6 cm, 5 cm, 4 cm.

Harga konduktivitas yang didapat dari hasil perhitungan adalah 0,095237 - 0,150698 W/mK, dan tahanan termal 1,902067 - 2,87976 hr.ft².F/Btu.

Kata Kunci : Tandan Kosong Sawit, Bahan Insulasi Termal

Abstract : A Research on tandan kosong sawit upon used as a which Insulation termal material has been done, The material composition at fire retardant and tandan kosong sawit is 30 : 70, and comparison between Alumina Hydration ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) and Calcium Carbonat ($CaCO_3$) as fire retardant is 40 : 60.

Measurement of thermal conductivity and resistivity were done with variation of densitas bulk of 0,35 gr / cm³, 0,40 gr / cm³, 0,45 gr / cm³, and has done with thick variation of 7 cm, 6 cm, 5 cm, 4 cm. Result of the conductivity calculation is range of 0,095237 - 0,150698 W / mK, and therma resistivity I 1,902067 - 2,87976 hr.ft².F / Btu.

Kata Kunci : Tandan Kosong Sawit, Insulation termal material

PENDAHULUAN

Bahan baku insulasi termal ini pada umumnya terbuat dari bahan anorganik yang dapat berupa serat, pelat atau bungkahan. Penggunaan bahan insulasi termal ini selalu disesuaikan dengan kebutuhan dan cocok untuk masing-masing keperluan.

Dalam penggunaan bahan insulasi perlu dipertimbangkan sifat thermal, sifat mekanis, dan sifat kimia. Sifat dasar dari bahan insulasi yang biasanya diperguna-

kan mempunyai kehantaran termal yang sangat rendah. Untuk menentukan sifat termal dapat diukur konduktivitas termal dan resistansi termal.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan antara lain; *Thermal Insulation in Residential Buldings* (O.A.T. Gimesy,DR) ,Isolasi Panas pada perumahan Dan Gedung-gedung (Irvin Murad), Sifat Isoilasi dari Sekam dan Serbuk Gergaji (Alwis Abbas, Drs,Alimin Mahyudin, Drs, M.sc),

dan pengaruh konveksi interval terhadap tahanan thermal pada loosefill fiberglass untuk insulasi bangunan (Said,1990)

Bahan baku serat pada insulasi thermal lebih banyak dipergunakan karena lebih mudah membentuknya secara dimensial dan kekuatan secara mekanisnya tahan terhadap gangguan lingkungan. Tandan kosong kelapa sawit adalah salah satu material organik yang berbentuk serat dan mudah diperoleh dari hasil buangan pada industri pengolahan minyak sawit.

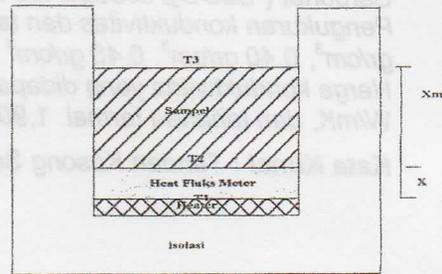
Berdasarkan pemikiran tersebut tandan kosong sawit perlu diteliti dan digunakan sebagai bahan insulasi bangunan karena dilihat dari komposisi dan sifat fisiknya memberikan harapan untuk digunakan sebagai bahan insulasi bangunan. Tandan kosong sawit mengandung selulosa dan hemi selulosa yang dapat dicampur dengan zat pengisi sebagai bahan *fire retardant*. Penambahan zat pengisi tersebut berfungsi untuk memadatkan massa atau meningkatkan densitas tandan kosong sawit supaya dapat dipergunakan sebagai bahan insulasi yang baik, karena itu campuran dari zat kimia harus dibuat dalam kondisi yang tepat, sehingga dapat menghasilkan serat yang mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap api.

MEODE PENELITIAN

Apparent thermal dari Polystirene

Besarnya apparent thermal dari polystirene dilakukan dengan metode R-matrik.

Pengukuran Konduktivitas apparent (k_a) dari polystirene diperlukan pada pengukuran pada heat flux meter. Hasil eksperimen untuk menentukan k_a dari polystirene dengan menggunakan termokopel dan tanpa termokopel ditunjukkan pada tabel berikut ini (Said.M,1990):



Gambar 1. Apparent termal konduktivitas polystirene dengan Rp.-Matrik

Persaman rumus apparent termal konduktivitas polystirene didapatkan dari gambar 1 adalah :

Tanpa termokopel

$$k_a(T) = 0,035295 + 0,19909 \cdot 10^{-3} \times T_m$$

Dengan termokopel

$$k_a(T) = 0,034953 + 0,18442 \cdot 10^{-3} \times T_m$$

Besarnya kalor melewati Polystirene tersebut :

$$Q = k_a(T) (\Delta T / d)$$

Dimana:

Q = kalor yang lewat pada polystirene

d = tebal polystirene.

Heater Termal

Heater termal yang digunakan dalam penelitian ini, terbuat dari kawat

pilamen pemanas 300 watt sebanyak dua buah yang dirangkai secara seri.

Plat Aluminium

Plat aluminium yang digunakan berukuran 61 cm x 62 cm x 2 mm. Plat ini berfungsi sebagai konduktor yang mengalirkan panas dari heater ke polystyren yang berfungsi sebagai heat flux meter.

Termokopel

Termokopel yang digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan T_1 , T_2 , T_3 . Jenis termokopel yang dipergunakan buatan Fisher Scientific merk Barnatt, Company 600-1040 type K.

Pembuatan bahan insulasi

Proses awal pembuatan bahan insulasi adalah pemotongan tandan kosong sawit dan kemudian dikeringkan dengan panas cahaya matahari secara tidak langsung. Lalu diayak dengan ayakan bertingkat, sampai ukuran 100 mesh dan ditimbang beratnya.

Perbandingan komposisi bahan adalah 30% *fire retardant* yang artinya massa tandan kosong sawit 70 %, massa $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ 18% dan massa $CaCO_3$ 12 % (massa total 250 gr).

Pengukuran Konduktivitas dan Tahanan Termal

Perbedaan temperatur ditentukan dengan cara mengukur temperatur disisi atas heater (T_1), dan bagian sisi bahan yang kontak dengan heat flux meter (T_2) dan sisi atas bahan insulasi (T_3).

Konduktivitas termal bahan (k_s) insulasi yang diperoleh ditentukan dengan cara menetapkan tebal polystyren dx_1 yang kontak langsung dengan heater di titik X_1 dengan temperatur T_1 , dan bagian atas polystyren yang kontak dengan bahan di titik X_2 mempunyai temperatur T_2 . Tebal bahan insulasi dx_2 dengan temperatur T_3 di titik X_3 di sisi atas bahan.

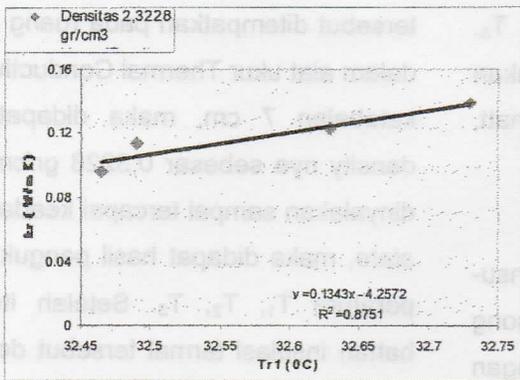
Tandan kosong sawit bahan insulasi tersebut ditempatkan pada ruang sample di dalam alat ukur Thermal Conductivity, pada ketebalan 7 cm, maka didapatkan Bulk density nya sebesar $0,3228 \text{ gr/cm}^3$. Heater dinyalakan sampai tercapai keadaan *steady state*, maka didapat hasil pengukuran temperature T_1 , T_2 , T_3 . Setelah itu ditekan bahan insulasi termal tersebut dengan plat sampai ketebalan 6 cm, kemudian ditunggu sampai keadaan *steady state*, lalu diukur T_1, T_2, T_3 . Kemudian ditekan bahan insulasi termal tersebut dengan plat sampai ketebalan 5 cm, ditunggu sampai keadaan *steady state*, diukur T_1, T_2, T_3 . Dengan cara yang sama di buat bahan insulasi termal tersebut dengan plat sampai ketebalan 4 cm, ditunggu sampai keadaan *steady state*, diukur T_1, T_2, T_3 .

Begitu pula dilakukan pengukuran temperatur T_1, T_2, T_3 untuk densitas bulk $0,3428 \text{ gr/cm}^3$ ($342,8 \text{ kg/m}^3$) dan $0,3714 \text{ gr/cm}^3$ ($371,4 \text{ kg/m}^3$).

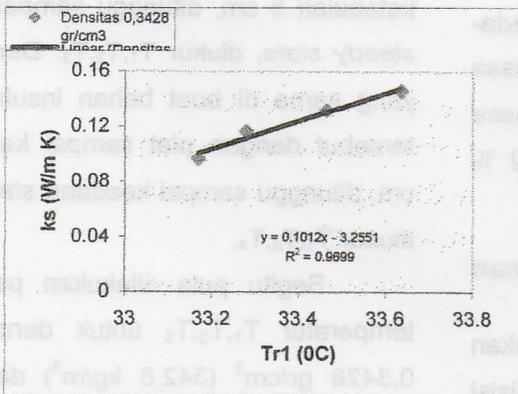
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Apparant Konduktivitas Bahan Insulasi.

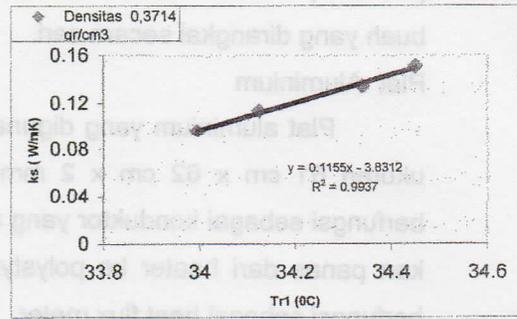
Hasil pengukuran Apparent Thermal Conductivity tandan kosong sawit pada densitas $\rho_1 : 0,3228 \text{ gr/cm}^3$ ($322,8 \text{ kg/m}^3$), $\rho_2 : 0,3428 \text{ gr/cm}^3$ ($342,8 \text{ kg/m}^3$); $\rho_3 : 0,3714 \text{ gr/cm}^3$ ($371,4 \text{ kg/m}^3$) ditunjukkan pada gambar. 2, 3 dan 4.



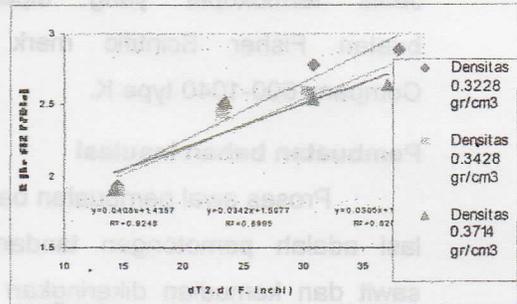
Gambar. 2. Hubungan konduktivitas dengan temperature bahan Insulasi pada densitas bulk 0,3228 gr/cm³.



Gambar.3. Hubungan konduktivitas dengan temperature bahan insulasi pada densitas bulk 0,3428 gr/cm³



Gambar.4. Hubungan konduktivitas dengan temperature bahan insulasi pada densitas bulk 0,3714 gr/cm³



Gambar 5. Hubungan Tahanan Termal dengan temperatur bahan rata-rata.

Ketiga variasi densitas bulk ini memperlihatkan tempratur rata-rata bahan berbeda, untuk densitas bulk $0,3228 \text{ gr/cm}^3$ ($322,8 \text{ kg/m}^3$), tempratur rata-rata bahan $32,465 \text{ }^\circ\text{C} - 32,73 \text{ }^\circ\text{C}$ harga konduktivitas termalnya $0,095237\text{W/ mK} - 0,138029 \text{ W/mK}$ dan tahanan termalnya $1,930865 \text{ hr } \text{ft}^2 \text{ }^\circ\text{F /btu} - 2,879760 \text{ hr } \text{ft}^2 \text{ }^\circ\text{F /btu}$, densitas bulk $0,3428 \text{ gr/cm}^3$ ($342,8 \text{ kg/m}^3$), tempratur rata-rata bahan $33,170 \text{ }^\circ\text{C} - 33,615 \text{ }^\circ\text{C}$ harga konduktivitas termalnya $0,096679 \text{ W/mK} - 0,145885 \text{ W/mK}$ dan harga tahanan termalnya $1,902066 \text{ hr } \text{ft}^2 \text{ }^\circ\text{F /btu} - 2,725244 \text{ hr } \text{ft}^2 \text{ }^\circ\text{F /btu}$, densitas bulk $0,3714$

gr/cm³ (371,4 kg/m³), temperatur rata-rata bahan 33,995 °C - 34,450 °C harga konduktivitas termalnya 0,096197 W/Km - 0,150698W / mK dan harga tahanan termalnya 1,911596 hr f² °F /btu - 2,6376662 hr f² °F /btu. Dengan kenaikan temperatur bahan rata-rata dan densitas bulk menunjukkan kenaikan apparent thermal konduktivitas bahan dan Nilai tahanan thermal (R), mengalami kenaikan sejalan dengan kenaikan nilai perkalian perbedaan temperatur dan ketebalan bahan insulasi. Pada densitas yang lebih rendah , nilai tahanan termal lebih tinggi dibandingkan dengan tahanan termal pada densitas yang lebih tinggi

Pembahasan

Konduktivitas dan tahanan termal

Gambar 2, 3 dan 4 menunjukkan kondisi bahan yang telah dicampur dengan 30 % *fire retardant* dengan densitas bulk yang besarnya 0,3228 gr/cm³, 0,3428 gr/cm³ dan 0,3714 gr/cm³. Dari ketiga densitas bulk ini menunjukkan bahwa makin besar densitas bulknnya kecenderungan makin besar konduktivitas termalnya karena makin naiknya temperatur rata-rata bahan. Gambar ini memperlihatkan setiap perlakuan penekanan terhadap ketebalan maka konduktivitas termal dari bahan inulasi kecenderungan makin turun. Hal ini disebabkan oleh semakin rapatnya suatu bahan tersebut, maka semakin berdekatan jarak antara partikel-partikel kecil (porositasnya

makin kecil), sehingga proses kehantaran termal di dalam insulasi lebih besar.

Dari gambar 5. menunjukkan nilai tahanan termal (R), mengalami kenaikan sejalan dengan kenaikan nilai perkalian perbedaan temperatur dan ketebalan bahan insulasi . Pada densitas yang lebih rendah , nilai tahanan termal lebih tinggi dibandingkan dengan tahanan termal pada densitas yang lebih tinggi karena pada densitas bulk yang lebih rendah nilai hantaran termal lebih kecil sehingga tahanan termal bahan insulasi semakin besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai konduktivitas termal bahan diperoleh paling kecil 0,095237 W/mK pada desitas bulk 0,3228 gr/cm³ dan ketebalan 4 cm.
2. Nilai tahanan termal paling besar 2,87976 hr.ft² /Btu densitas bulk 0,3228 gr/cm³F/Btu dan ketebalan 7 cm
3. Tandan kosong sawit dapat digunakan sebagai bahan insulasi bangunan karena memenuhi kisaran bahan insulasi yaitu 0,052 W/mK - 0,13 W/mK.

Saran

Di dalam penelitian ini dapat dilakukan pengujian-pengujian yang berhubungan untuk dijadikan material insulasi bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 158, 1988 "Standard Test Method for Steady-state heat Flux Measurements and Derived Properties by Means of Heat Flow Meter Apparatus," Annual Book of ASTM Standard vol.04 .06, pages 151-163. American Society for Testing and Material, Philadelphia, PA.y6t
- Frank Kreith " Prinsip-prinsip perpindahan panas" Edisi III . Penerbit Erlangga 1991.
- Friedman, Raymond, " Principles of Fire Protection Chemistry," National Fire Protection Association (1989), pp 126-128.,
- Kaban, Hadir " Studi Pengaruh Fire Retardant terhadap Burning Path dan Penentuan Konduktivitas Termal pada Tandan kosong sawit sebagai bahan insulasi Termal" Thesis S2, 2003
- Houg, R.T. " Compost Engineering, Principle and Practic" ann Arbor Sceince Publ 234 p.
- Irvin Murad " Isolasi panas pada bangunan perumahan perumahan dan gedung-gedung" Sub Direktorat Bahan Bangunan & Konstruksi Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan , Bandung 1977.
- J.P. Holman " Perpindahan Kalor " Penerbit Erlangga , 1984.
- Lyons,J.W, " The Chemistry and Uses of Fire Retardants," Wiley Intersciences, New York (1970), pp 248-272
- Pratiwi,W, A. Oskari dan S.P. Rahdi," Pembuatan Pulp Kertas dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Soda Antrakinson", Menara Perkebunan , 1988.
- Pusat Litbang Permukiman , " Prosedur Pengujian Api pada Bahan dan Komponen struktur Bangunan , " Bandung, 1985.
- R. Derricott dan S.S. Chissick, "Energy Conservation and Thermal Insulation" Jhon Wiley & Sons.
- Said. M. " The Effect of Internal convection on the thermal resistance of porous insulation " thesis Master Of Science. May 1990.
- Saxena , N.K, Dr and Gupta D,R Dr, " Development and Evaluation of Fire Retardant Coatings," Fire Technology, November 1990, PP 330-341.
- Suprpto, " Pemakaian Bahan Penghambat api (Fire Retardants) sebagai Proteksi Pasif terhadap Bahaya Kebakaran" Jurnal Penelitian Permukiman, Vol XII no 3-4/5-6, 1996, pp 2-11.
- Tjutju Nurhayati & Suprpto, " Pengaruh Penetrasi Minalit dan Jenis Kayu terhadap Sifat Retensi dan Ketahanan Api," Jurnal Penelitian Hasil Hutan , Vol II no 6/1993
- Yarbrough, D.W., R.S. Graves, and D.L. McElroy, " The Thermal Resistance of Spray - Applied Fiber Insulations," Journal Of Thermal Insulation 11 81-95 , 1987.