

Studi Konduktivitas Panas pada Papan Partikel

Ramadhan¹, Ahmad Syuhada², Zahrul Fuadi²

¹⁾ Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Jl. Cot Tgk. Niek Reulet Aceh Utara

E-mail: rizkiramadanaputra@yahoo.co.id

²⁾ Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No.7, Darussalam Banda Aceh 23111

Abstract

The purpose of this study is to determine the effect of variations in the use of fillers for particle board. Various composition of fillers from rice husk and wood sawdust were mixed with synthetic glue matrix of PVAC (Poly Vinyl Acetate Co-Acrylic) and port land cement to produce the particle board. Their effects to the thermal conductivity of particle board (fiberboard) is analyzed. Four walls of particle boards of 25 cm² were installed in the specially prepared test apparatus. The measurements were conducted for the surface temperature outside and inside with the measurement interval of 70 minutes. From the results of measurements, the smallest thermal conductivity property is given by kayu jati sawdust with a conductivity of 0.020 W/m⁰C. Rice husk particle board has a conductivity of 0.024 W/m⁰C, while the highest conductivity is given by rice husk bran particle board, which is 0.042 W/m⁰C.

Keywords: Heat conductivity, jati sawdust, meranti sawdust, powder bayur wood, rice husk and bran rice husk.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara tropis yang kekayaan alam dengan hasil pangan dan papan melimpah seperti padi dan kayu. Hasil dari keduanya dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia untuk memenuhi kebutuhan hidup.

Kemampuan untuk memanfaatkan limbah gergajian dan pengolahan padi secara maksimal untuk memenuhi kebutuhan manusia belum begitu dikembangkan. Oleh karena itu perlu adanya alternatif baru dalam industri perkayuan.

Pemanfaatan papan partikel (*fiberboard*) untuk bahan dinding bangunan bertingkat banyak adalah bahannya ringan dan konduktivitas termal yang kecil [1]. Bangunan tinggi akan menerima lebih banyak radiasi matahari dibandingkan dengan bangunan rendah. Oleh karena itu diperlukan bahan bangunan yang menyerap lebih banyak panas radiasi. Dengan perkataan lain, energi panas radiasi matahari sangatlah besar, sehingga temperatur udara lingkungan menjadi tinggi. Dengan demikian perpindahan panas dari lingkungan luar ke dalam ruangan sangatlah besar. Ini akan mengakibatkan temperatur ruang dalam bangunan bertingkat ini akan tinggi juga. Dengan bahan bangunan yang berkonduktivitas rendah maka perpindahan panas dari luar bangunan ke dalam bangunan dapat diperkecil. Atas dasar inilah peneliti ingin mengkaji nilai konduktivitas thermal material papan partikel yang cocok untuk digunakan pada gedung bertingkat tinggi.

Untuk itu dilakukanlah pengkajian penggunaan dan pembuatan *fiberboard* dengan bahan pengisi serbuk kayu dan sekam padi sebagai bahan inti. Adapun matrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah lem sintesis PVAc (*Poly Vinyl Acetate Co-Acrylic*) dan semen *Portland* [2]. Matrik tersebut dipilih karena mudah diperoleh di pasaran dengan harga yang relatif murah.

Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi penggunaan bahan pengisi yaitu sekam padi dan serbuk gergaji kayu serta matrik lem sintesis PVAc dan semen *portland* terhadap konduktivitas termal dari papan partikel (*fiberboard*).

Dari penelitian ini akan memperoleh papan partikel dari bahan limbah pengolahan kayu dan padi sebagai bahan isolasi panas.

Manfaat hasil peneliti sebagai berikut :

- Dengan diperolehnya spesifikasi papan partikel yang baru akan berkembangnya industri papan partikel untuk bahan isolator panas alternatif.
- Dibidang industri dapat memberikan alternatif pemanfaatan limbah kayu sisa penggergajian dan limbah sekam padi sehingga menghasilkan produk baru yang variatif dan memiliki nilai ekonomis atau komersial.
- Dibidang lingkungan dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan limbah kayu dan sekam padi.
- Dibidang akademik dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan tentang teknologi pembuatan papan partikel serbuk kayu, sekam padi dan ilmu pengetahuan yang berkaitan.

2. Metode Penelitian

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 25 cm x 25 cm
- 2) Thermometer
- 3) Pengaduk
- 4) Alat pengepres
- 5) Kotak pengujian konduktivitas thermal
- 7) Termokopel
- 8) Bola lampu

Bahan uji penelitian : Matrik lem sintetis PVAc dan semen *portland*, serbuk kayu jati, serbuk kayu meranti, serbuk kayu bayur, sekam padi dan dedak sekam padi.

Penelitian diawali dengan pembuatan papan partikel untuk masing-masing spesimen 3 buah dengan ukuran 25 cm x 25 cm, ketebalan 15 mm dan tekanan press 45-50 kN. Untuk tiap jenis spesimen untuk mendapatkan nilai konduktivitas panasnya dengan cara pada tengah-tengah permukaan papan partikel ditempelkan satu titik termokopel.

3. Pengaturan dan Prosedural

Empat dinding dan jendela yang berbeda di periksa dalam dua seri pengukuran masing-masing berlangsung sekitar 1,5 jam. Bagian dalam dan luar dinding dan suhu udara harus di ukur dalam setiap kasus dan juga temperatur antara lapisan-lapisan dalam kasus dari struktur dinding *multilayer*.

Karena ada kenaikan temperatur dari atas ke bawah dalam tiap ruangan uji, semua pengukuran temperatur harus tercatat pada ketinggian yang sama. Lubang dibagian sudut dibuat untuk memasukkan *termokopel*.

Termokopel digunakan untuk pengukuran temperatur bagian dalam sekitar 5 cm ke dalam

ruangan uji. Untuk pengukuran temperatur dinding, ujung dari *termokopel* diyakini harus kuat pada tingkat sisi lubang dan sedekat mungkin dengan garis tengah tegak lurus dari dinding. Arahnya juga harus diyakini pada struktur ruangan pengujian untuk memastikan terbebas dari gaya-gaya luar.

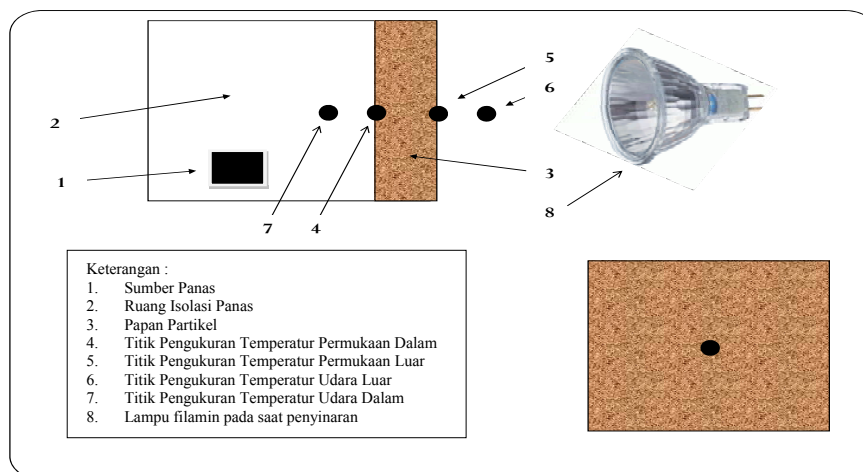
Sebuah lampu *filamen* dengan topi penutup digunakan untuk tujuan pemanasan. Sensor temperatur dari *thermostat* dilindungi terhadap topi penutup lampu dan terhubung ke termostat melalui rata-rata 4 pin rongga dilantai dan di sisi rumah. Saklar temperatur sehingga menghasilkan kondisi temperatur bagian dalam ruang sekitar 60 °C.

High Insulation House (Ruang isolasi) adalah sebuah model rumah yang berbentuk persegi berukuran 40 cm x 40 cm dan memiliki 4 dinding jendela yang dapat diganti-ganti. Ketiga papan partikel dipasang pada masing-masing sisi. sisi 1, 2 dan 3 dipasang papan partikel yang diuji dan sisi ke 4 dipasang kaca, karena spesimen yang diuji hanya 3 buah seperti Tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Ketebalan material kayu jati.

No.	Material	Ketebalan (mm)
1.	Kayu Jati I	15
2.	Kayu Jati II	15
3.	Kayu Jati III	15
4.	Kaca biasa	5

Setelah sekitar 70 menit waktu penyinaran, temperatur dinding dalam dan luar papan partikel diukur selama selang waktu 5 menit. Catatan khusus dibuat jika ada perubahan yang berkaitan dengan menghidupkan dan mematikan pemanas. *Thermocouple* pada bagian ruangan dalam dipindahkan ke bagian luar untuk mengukur temperatur udara, lalu memindahkan kembali kebagian luar dinding kayu. Temperatur pada bagian dinding luar dan dalam pada dinding kayu diukur selama periode pemanasan.



Gambar 1. Skema pengujian konduktivitas thermal

4. Cara Pengujian

Dari Tabel 2 dapat dilihat campuran material serbuk kayu jati memiliki matrik lem seberat 150 gram sedangkan berat semen sama dengan material matrik yang lain. Pada bahan sekam padi, matrik semen bertambah 50 gram sedangkan lem sama dengan material matrik yang lainnya. Campuran material yang paling banyak adalah dedak sekam padi karena stukturnya padat dan yang paling sedikit material adalah sekam padi dikarenakan stukturnya tidak padat. Papan partikel secara visual dapat dilihat pada Gambar 2a dan 2b.

Data penelitian berupa temperatur diperoleh dengan menggunakan termokopel digital. Pencatatan temperatur dilakukan pada saat temperatur dalam keadaan seimbang (*steady state*) dari masing-masing ruangan pengujian yang diberi sumber radiasi panas sebesar 120 watt dengan ketebalan dan luas penampang yang sama. Pengujian konduktifitas thermal papan partikel serbuk kayu dilakukan dengan satu titik. Keadaan *steady state* adalah keadaan setelah penyinaran selama waktu 70 menit untuk mencapai temperatur 60 °C



(a)



(b)

Gambar 2. Sekam padi (a), Papan partikel dedak sekam padi (b).

Tabel 2. Komposisi bahan spesimen papan partikel.

No.	Material	Berat (gram)	Berat Lem (gram)	Berat Semen (gram)	Tekanan Press (kN)	Ketebalan (mm)
1.	Serbuk kayu Jati	350	450	300	50	15
2.	Serbuk kayu Merante	270	500	300	50	15
3.	Serbuk kayu Bayu	200	500	300	57	15
4.	Sekam Padi	170	500	350	50	15
5.	Dedak Sekam Padi	500	500	300	45	15

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter penentu konduktivitas thermal papan partikel.

No.	Spesimen	A(m ²)	L(m)	Q (Watt)	T _{out} (°C)	T _{in} (°C)	t _{out} (°C)	t _{in} (°C)	ΔT (°C)	Δt (°C)	k (W/m °C)
1.	Kayu Jati 1	6,25	0,015	100	30,9	56,6	31,5	42,25	25,7	10,75	0,022
	Kayu Jati 2	6,25	0,015	100	32,5	55,3	34,5	46,7	22,8	12,2	0,020
	Kayu Jati 3	6,25	0,015	100	30,9	56,6	32,7	42,35	25,7	10,35	0,023
2.	Kayu Meranti 1	6,25	0,015	100	35,2	59,1	32,7	40,35	23,9	7,65	0,031
	Kayu Meranti 2	6,25	0,015	100	35,2	59,1	33,3	39,9	23,9	6,6	0,036
	Kayu Meranti 3	6,25	0,015	100	33,3	56,6	34,1	41,8	23,3	7,7	0,032
3.	Kayu bayur 1	6,25	0,015	100	31,5	58,8	33,4	41,65	27,3	8,3	0,029
	Kayu bayur 2	6,25	0,015	100	31,5	58,8	33,4	41,95	27,3	8,6	0,028
	Kayu bayur 3	6,25	0,015	100	31,2	57,1	35	42,8	25,9	8,2	0,029
4.	Sekam padi 1	6,25	0,015	100	32,4	56,6	32,8	41,75	24,2	9	0,027
	Sekam padi 2	6,25	0,015	100	32,4	56,6	33,2	42,65	24,2	9,45	0,025
	Sekam padi 3	6,25	0,015	100	31,8	57,2	34,2	43,7	25,4	9,5	0,024
5.	Dedak sekam padi 1	6,25	0,015	100	30,3	44,8	32,1	37,95	14,5	5,9	0,041
	Dedak sekam padi 2	6,25	0,015	100	30,3	44,8	32,2	37,5	14,5	5,3	0,045
	Dedak sekam padi 3	6,25	0,015	100	30,5	44,5	33,7	39,9	14,0	6,2	0,041

5. Data Hasil Pengukuran Papan Partikel

Untuk mendapatkan konduktivitas panas suatu badan pada pengujian ini diukur beberapa parameter yang ada pada tabel 3. Dari hasil pengukuran parameter tersebut, nilai konduktivitas thermal masing-masing material didapat seperti tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Konduktivitas thermal material yang diuji

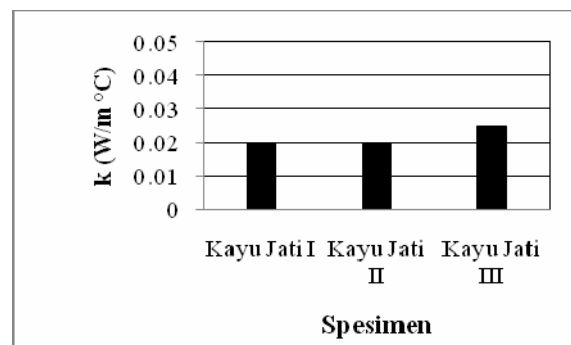
Spesimen	Konduktivitas thermal rata-rata (W/m °C)	(W/m °C)
Kayu Jati 1	0,022	0,022
Kayu Jati 2		0,020
Kayu Jati 3		0,023
Kayu Meranti 1	0,033	0,031
Kayu Meranti 2		0,036
Kayu Meranti 3		0,032
Kayu bayur 1	0,028	0,029
Kayu bayur 2		0,028
Kayu bayur 3		0,029
Sekam padi 1	0,025	0,027
Sekam padi 2		0,025
Sekam padi 3		0,024
Dedak sekam padi 1	0,042	0,041
Dedak sekam padi 2		0,045
Dedak sekam padi 3		0,041

Tabel 4 menunjukkan besarnya konduktivitas thermal rata-rata dari material yang diuji. Dari analisa data pengukuran parameter penentu konduktivitas thermal material menunjukkan bahwa jangkauan selisih nilai konduktivitas thermal material yang diukur tidak melebihi 10 % dari nilai rata-rata konduktivitas thermal masing-masing material yang di uji. Angka jangkauan ini masih di dalam kesalahan random sehingga dapat dianggap pengukuran konduktivitas thermal ini dapat diterima.

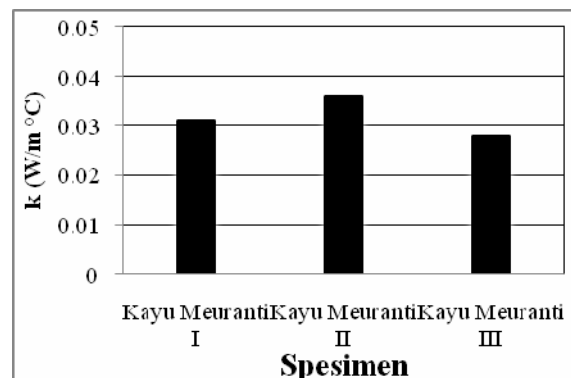
6. Analisa Data Hasil Pengukuran Papan Partikel

Pada Gambar 4 nilai konduktivitas thermal dari 3 papan partikel kayu jati dipengaruhi oleh temperatur permukaan dengan ketebalan yang sama. Konduktivitas thermal kayu jati akan berubah sesuai dengan besar temperatur. Makin tinggi beda temperatur antar permukaan maka makin rendah

konduktivitas thermal papan partikel kayu jati. Kayu jati memberikan beda temperatur antar permukaan paling besar 12,2 °C dan terkeci 10,35 °C dengan konduktivitas thermal yang paling rendah sebesar 0,020 W/m°C dan yang paling tinggi adalah 0.023 W/m°C.



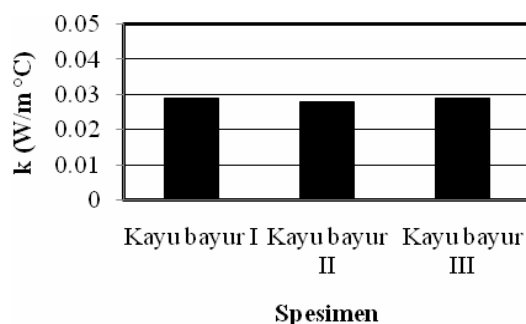
Gambar 3. Nilai konduktivitas thermal kayu jati.



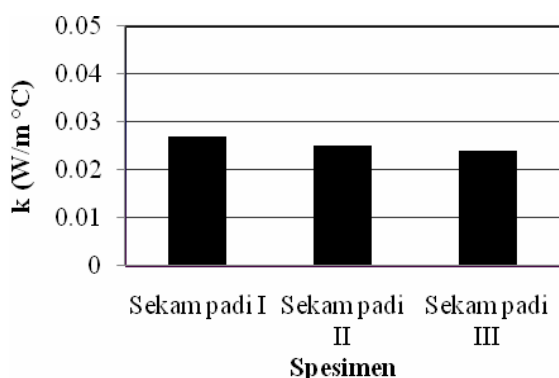
Gambar 4. Nilai konduktivitas thermal kayu meranti

Gambar 4. Memberikan nilai konduktivitas thermal dari 3 papan partikel serbuk kayu meranti yang dipengaruhi oleh temperatur permukaan dengan ketebalan yang sama. Konduktivitas thermal kayu meranti akan berubah sesuai dengan besar beda temperatur antar permukaan papan partikel. Makin tinggi beda temperatur permukaan maka makin rendah konduktivitas thermal papan partikel kayu meranti. Yang paling tinggi temperatur permukaan kayu meranti sebesar 7,7°C dan terendah 6,6 °C dengan konduktivitas thermal yang paling rendah sebesar 0,028 W/m°C dan yang paling tinggi yaitu 0,036 W/m°C

Gambar 5. Menunjukkan nilai konduktivitas thermal dari 3 papan partikel serbuk kayu bayur yang dipengaruhi oleh beda temperatur antar permukaan dalam dan luar papan partikel. Makin besar beda temperatur antar permukaan maka makin rendah konduktivitas thermal papan partikel kayu bayur. Yang paling tinggi antar permukaan kayu bayur adalah 8,5 °C dan yang terendah 8,3 °C dengan konduktivitas thermal yang paling rendah sebesar 0,028 W/m°C dan yang paling tinggi yaitu 0,029 W/m°C.

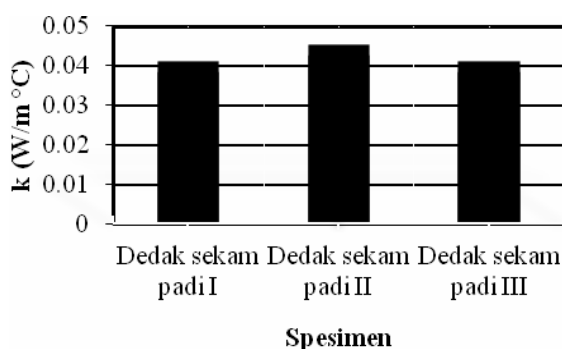


Gambar 5. Nilai konduktivitas thermal kayu bayur



Gambar 6. Nilai konduktivitas thermal sekam padi

Gambar 6. Diberikan nilai konduktivitas thermal dari 3 papan partikel serbuk sekam padi adalah 9,5 °C dan terendah 9 °C. Konduktivitas thermal paling rendah sebesar 0,024 W/m°C dan yang paling tinggi adalah 0,027 W/m°C.



Gambar 7. Nilai konduktivitas thermal dedak sekam padi

Pada Gambar 7. Nilai konduktivitas thermal dari 3 papan partikel dedak padi berkisar antara 0,041 W/m°C sampai 0,045 W/m°C. Beda temperatur permukaan adalah 0,9 °C (6,2 °C - 5,3 °C).

Tabel 5. Daftar konduktivitas thermal dari beberapa material

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Material	Kayu Jati	Kayu Meranti	Kayu bayur	Sekam padi	Dedak sekam padi	Asbestos	Brick Common	Glass window
k (W/m °C)	0,022	0,033	0,028	0,025	0,043	0,133	0,380	0,810

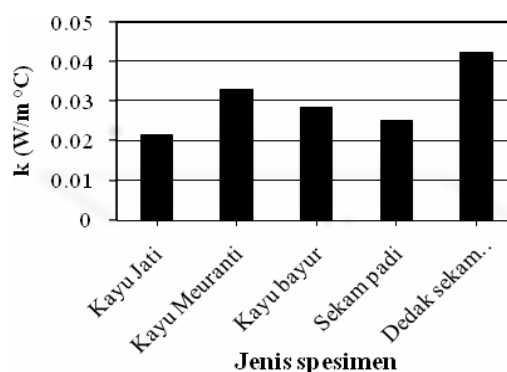
7. Pembahasan

Dari data diatas terlihat bahwa dari kelima papan partikel yaitu kayu jati, kayu meranti, kayu bayur, sekam padi dan dedak sekam padi, sifat hantar panas terkecil dimiliki oleh papan partikel kayu jati yaitu 0,020 W/m°C.

Hal ini disebabkan karena kayu jati memiliki daya hantar panas yang kecil, sesuai dengan hasil penelitian yang disebutkan dalam literatur [3].

Papan partikel sekam padi memiliki k sebesar 0,024 W/m°C, sedangkan daya hantar yang paling besar diantara semua bahan yang diteliti dimiliki oleh papan partikel dedak sekam padi yaitu 0.042 W/m°C.

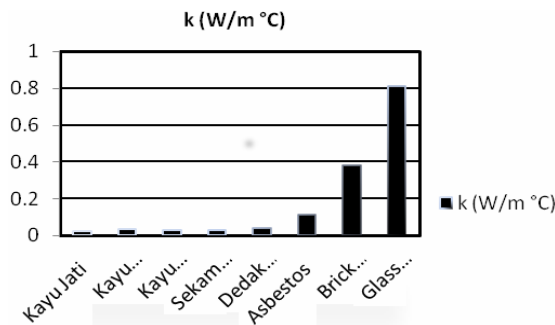
Rendahnya sifat konduktivitas thermalnya kayu jati dapat disebabkan karena kayu jati termasuk dalam golongan kayu keras yang memiliki stuktur komposisi yang padat. Hal inilah yang diduga menyebabkan rendahnya konduktivitas thermal dari kayu jati. Sekam padi juga memiliki stuktur yang keras dengan kadar air yang relatif kecil, sehingga juga dapat memiliki nilai k yang kecil. Jika dibandingkan dengan material bahan bangunan yang lain seperti beton, asbes, dan kaca, nilai konduktivitas bahan papan partikel adalah jauh lebih kecil seperti yang dituliskan pada Tabel 4 dan Gambar 9



Gambar 8. Nilai konduktivitas thermal dari papan partikel yang diuji

Jika dibandingkan dengan nilai konduktivitas thermal bahan dinding bangunan yang sering digunakan misalnya beton, asbes dan kaca jendela, ternyata nilai konduktivitas thermal bahan yang diuji jauh lebih kecil dari konduktivitas thermal bahan dinding bangunan serbuk kayu jati, serbuk kayu meranti, serbuk kayu bayur, sekam padi dan dedak sekam padi. Nilai konduktivitas thermal masing-masing dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 8.

Nilai konduktivitas thermal beton 0,380 W/m°C, asber 0,133 W/m°C dan kaca jendela 0,810 W/m°C. Sedangkan papan partikel yang diuji memiliki nilai k berkisar antara 0,020 W/m°C sampai 0,023 W/m°C bisa dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.



Gambar 9. Nilai konduktivitas thermal dari beberapa material yang sering digunakan sebagai dinding bangunan.

8. Kesimpulan

1. Dari dari analisa data yang telah di bahas sebelumnya dijelaskan bahwa ke 5 papan partikel yaitu kayu jati, kayu meranti, kayu bayur, sekam padi dan dedak sekam padi ternyata papan partikel kayu jati yang mempunyai sifat hantar panas konduksi atau konduktivitas thermal yang paling rendah dengan nilai k nya 0,022 W/m°C.
2. Papan partikel sekam padi konduktivitas thermalnya dengan nilai k nya 0,025 W/m°C.
3. Papan partikel yang paling tertinggi konduktivitas termal adalah papan partikel dedak sekam padi dengan nilai k nya 0,042 W/m°C.

Daftar Pustaka

- [1] Sutigno, P., *Teknologi Papan Partikel Datar*, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan Dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor 1994.
- [2] Nutong, C., Properties of Portland Cement Mixed whit Rice Husk Ash and Quicklime, *Electronic Journal of Civil Engineering Education*. King Mongkurat's Institute of Technology Nort Bangkok. Available at <http://www.ejge.com>, 2001.
- [3] I Gusti Gde Badrawada, Agung Susilo Pengaruh, Kepadatan Papan Partikel Dari Tiga Jenis Serbuk Kayu Terhadap Nilai Konduktivitas Panasnya, *Jurusan Teknik Mesin*, Fakultas Teknologi Industri Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, 2009.