

KAJI EKSPERIMENTAL KEMAMPUAN DAYA HANTAR KALOR CAMPURAN STYROFOAM, KULIT JENGKOL DAN SEMEN PUTIH SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN ISOLATOR

Sofwan Hariady, M. Amien Fauzie, Sukarmansyah *)

Abstrak : Styrofoam atau plastik busa masih termasuk golongan plastik. Umumnya Styrofoam berwarna putih dan terlihat bersih, Bentuknya juga simpel dan ringan (Khomsam, 2003). Styrofoam dihasilkan dari campuran 90-95% polystyrene dan 5-10% gas, Angka konduktivitas termal Styrofoam rata-rata diperoleh sebesar 0,095 W/m °C. Bahan-bahan serta komposisi campuran yang dirancang terdiri dari kulit Jengkol dan Semen putih (gray cement). Ada 5 bahan campuran yang akan diuji, dengan perbedaan jumlah campuran styrofoam dengan ketebalan 10 mm. Styrofoam dan kulit jengkol yang telah dipotong-potong atau dicacah-cacah hingga kecil ukurannya di campur dengan semen putih sebagai perekat, lalu dimasukan kedalam tempat adonan, kemudian dicampur air secukupnya, dilanjutkan dengan pembentukkan benda uji. Konduktifitas termal isolator styrofoam dengan variasi kulit jengkol dan semen putih diuji dengan menggunakan heater yang dilengkapi dengan box yang terbuat dari bahan triplek, Styrofoam dan keramik. Alat ukur yang digunakan adalah Thermocouple Digital.

Dari hasil pengujian, pada variasi campuran 20 gram styrofoam dan 30 gram kulit jengkol temperatur yang terbaca oleh thermocouple digital untuk daya yang sama sebesar 48 °C, sedangkan pada variasi campuran 40 gram styrofoam dan 10 gram kulit jengkol temperatur permukaan yang terbaca 36 °C, ini berarti bahwa benda uji dengan variasi campuran 40 gram styrofoam dan 10 gram kulit jengkol memiliki faktor penghambat (isolator) yang lebih baik. Konduktifitas Termal dengan variasi campuran bahan Isolator. adanya perbedaan harga konduktifitas termal antara pengujian pertama sampai dengan ke pengujian kelima dengan perbedaan campuran Styrofoam dan kulit jengkol yang memiliki nilai konduktifitas termal terendah terdapat pada pengujian yang kelima dengan nilai konduktifitas termal 0,598 W/m °C, sedangkan yang tertinggi pada pengujian yang pertama dengan nilai konduktifitas termal 0,673 W/m °C. Dapat disimpulkan bahwa campuran styrofoam yang lebih banyak dan jumlah kulit jengkol yang lebih sedikit didapat nilai temperatur yang rendah diatas benda uji dan nilai konduktifitas termalnya menjadi lebih rendah.

Kata Kunci : Styrofoam, kulit jengkol, isolator.

Abstract : Styrofoam or plastic bubble still belonged to the plastic. Generally white Styrofoam and looks clean, simple and lightweight form is also (Khomsam, 2003). Styrofoam is produced from a mixture of 90-95% polystyrene and 5-

*) Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Univ. Tridianti Palembang

10% gas, thermal conductivity figure Styrofoam average obtained at 0.095 W / m ° C. The materials and the composition of the mixture consisting of leather designed Jengkol and white cement (gray cement). There are 5 mixed materials to be tested, with different numbers of mixture of Styrofoam with a thickness of 10 mm. Styrofoam and jengkol skin that has been cut or chopped-chopped up small in size mixed with white cement as an adhesive, and then inserted into the dough, then mixed with sufficient water, followed by the formation of the test specimen. Styrofoam insulation thermal conductivity with variation jengkol skin and white cement was tested by using a heater that comes with a box made of plywood, Styrofoam and ceramic. Measuring instrument used was a Digital Thermocouple.

From the test results, the variation of a mixture of 20 grams and 30 grams of styrofoam jengkol skin temperature read by the thermocouple digital for the same power at 48 0C, while the variation of mixture of 40 grams and 10 grams of styrofoam jengkol skin surface temperature read 36 0C, this means that the test object with a mixture of 40 grams of styrofoam variation and 10 grams of skin jengkol have inhibitory factor (insulator) better.

Thermal conductivity variation with a mixture of insulators. the difference in thermal conductivity between the price of the first test to test for differences in the fifth with a mixture of Styrofoam and jengkol skin that has the lowest thermal conductivity values contained in the fifth test with a thermal conductivity value of 0.598 W / m 0C, while the highest in the first test with the value thermal conductivity of 0.673 W / m 0C.

Styrofoam can be concluded that the mixture is more and more number of skin jengkol slightly lower temperature values obtained over the test specimen and the thermal conductivity value becomes lower.

Keywords : Styrofoam, kulit jengkol, isolator

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bahan pengemas styrofoam atau polystyrene telah menjadi salah satu pilihan yang paling populer dalam bisnis pangan. Styrofoam yang dibuat dari kopolimer styren ini menjadi pilihan bisnis pangan karena mampu mencegah kebocoran dan tetap mempertahankan bentuknya saat dipegang. Selain itu, bahan tersebut juga mampu mempertahankan panas dan dingin tetapi tetap nyaman dipegang, mempertahankan kesegaran dan keutuhan bahan yang dikemas, biaya murah, lebih aman, serta ringan. Tetapi, riset terkini membuktikan bahwa styrofoam

diragukan keamanannya. Karena mengandung bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan, terutama bila digunakan sebagai kemasan atau wadah makanan.

Setiap tahunnya penggunaan Styrofoam meningkat di tiap negara. Padahal, Styrofoam terbukti tidak ramah lingkungan, karena tidak dapat diuraikan sama sekali. Bahkan pada proses produksinya sendiri, menghasilkan limbah yang tidak sedikit, sehingga dikategorikan sebagai penghasil limbah berbahaya ke-5 terbesar di dunia oleh EPA (*Enviromental Protection Agency*).

Selaras dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, telah dihasilkan berbagai jenis bahan konduktor. Konduktor adalah kemampuan bahan atau daya hantar panas dari suatu bahan yang sering diberi simbol huruf k, jika harga k besar dinamakan konduktor dan jika harga k kecil dinamakan dengan isolator, misalnya penggunaan isolator pada industri dan bangunan.

Penggunaan isolator berkembang tidak hanya untuk menghindari kebocoran panas, tetapi juga mengontrol temperature, karena fungsi isolator sangat penting dalam penggunaan energi panas yang harus seefisien mungkin, maka diperlukan bahan isolator yang memiliki konduktor yang rendah.

Oleh karena itu, disini penulis mencoba meneliti apakah limbah styrofoam dengan campuran kulit jengkol dan semen putih memiliki nilai konduktor yang rendah. Pengujian akan dilakukan dengan mencampurkan bahan dalam bentuk lempengan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut :

1. Meningkatnya jumlah styrofoam yang menyebabkan semakin banyak limbah styrofoam yang dihasilkan.
2. Limbah styrofoam mengganggu kebersihan lingkungan dan menyebabkan global warning (pemanasan global).
3. Limbah styrofoam belum adanya pemanfaatan secara maksimal.

1.3. Pembatasan Masalah

Penelitian ini hanya untuk mengetahui pengaruh perbedaan nilai konduktivitas termal styrofoam dan nilai konduktivitas termal styrofoam

dalam berbagai variasi campuran kulit jengkol dan semen putih.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai konduktivitas termal styrofoam dalam berbagai variasi campuran kulit jengkol dan semen putih.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam pengujian ini adalah sebagai berikut

1. Dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bahan isolator atau konduktor.
2. Sebagai cara untuk menanggulangi Styrofoam.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun secara berkaitan agar antara bab yang satu dengan bab yang lain saling mendukung. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Styrofoam

Styrofoam atau plastik busa masih termasuk golongan plastik. Umumnya Styrofoam berwarna putih dan terlihat bersih. Bentuknya juga simpel dan ringan (Khomsam, 2003). Sebenarnya Styrofoam merupakan nama dagang yang telah dipatenkan oleh Perusahaan Dow Chemical untuk polystyrene foam. Oleh pembuatnya, Styrofoa dimaksudkan untuk digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan, bukan untuk kemasan makanan. Styrofoam merupakan bahan plastik yang memiliki sifat khusus dengan struktur yang

tersusun dari butiran dengan kerapatan rendah, mempunyai bobot ringan, dan terdapat ruang antar butiran yang berisi udara yang tidak dapat menghantar panas sehingga hal ini membuatnya menjadi isolator panas yang baik. Styrofoam juga berefek buruk bagi lingkungan karena tidak bisa diuraikan oleh alam, akibatnya sampah bahan ini hanya akan menumpuk dan mencemari alam. Saat ini beberapa perusahaan memang sudah melakukan daur ulang styrofoam namun sebenarnya yang dilakukan hanyalah menghancurkan styrofoam lama kemudian membentuknya menjadi baru untuk dipergunakan kembali.

Styrofoam dihasilkan dari campuran 90-95% polystyrene dan 5-10% gas seperti n-butana atau n-pentana. Bahan dasar Styrofoam adalah polystyrene. Polystyrene merupakan suatu jenis plastik yang dibuat dari monomer styrene melalui proses polimerisasi. Polystyrene ini bersifat sangat amorphous, mempunyai indeks refraksi tinggi, dan sukar ditembus oleh gas, kecuali uap air. Dapat larut dalam alkohol rantai panjang, kitin, ester hidrokarbon yang mengikat klorin. Polystyrene ini juga sangat ringan, kaku, tembus cahaya, dan murah, tetapi cepat rapuh. Karena kelemahannya tersebut, polystyrene dicampur dengan seng dan senyawa butadiene. Hal ini menyebabkan polystyrene kehilangan sifat jernihnya dan berubah warna menjadi putih susu. Angka konduktivitas termal Styrofoam rata-rata diperoleh sebesar 0,095 W/m °C. Dalam hal ini saya selaku penulis menggunakan jenis Styrofoam bekas kemasan Pop mie.

2.2. Isolator Limbah Styrofoam

Bahan-bahan serta komposisi campuran yang dirancang terdiri dari:

- a. Kulit Jengkol. (*Pithecellobium lobatum*)
- b. Semen putih (*gray cement*).

2.2.1. Kulit Jengkol

Pithecellobium lobatum adalah nama latin dari buah jengkol. Buah Jengkol merupakan buah yang sering kita jumpai, memang keberadaannya kadang diacuhkan karena berbau. Sebab hanya kalangan tertentu yang mengkonsumsi jengkol sebagai bahan lauk untuk dimakan. Meski baunya mengganggu penciuman namun bagi sebagian orang yang mengkonsumsi jengkol, bau dan rasa jengkol begitu khas dan enak.

2.2.2. Semen Putih

Semen (*cement*) adalah hasil industri dari paduan bahan baku : batu kapur atau gamping sebagai bahan utama dan lempung atau tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk atau *bulk*, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), seperti sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) *limestone* murni. Campuran semen putih memiliki kadar Fe_2O_3 -nya rendah, karna warna abu-abu pada semen portland disebabkan oleh serbuk besi. Semen ini dibuat dari batu kapur dan tanah liat putih (kaolin), kadar Fe_2O_3 tidak boleh lebih dari 1,5%. Pengolahannya sama dengan pengolahan semen biasa, tapi tidak menggunakan alat-alat yang mengandung besi.

Untuk mengetahui konduktor dari styrofoam dengan campuran kulit jengkol dan semen putih tentunya kita harus melakukan pengujian yang didasari oleh pengetahuan tentang perpindahan panas.

2.3. Perpindahan Panas

Dalam bidang teknik terdapat banyak masalah perpindahan panas, pengetahuan tentang mekanisme perpindahan panas mutlak diperlukan untuk dapat memahami peristiwa-peristiwa yang berlangsung, ada 3 (tiga) cara perpindahan panas yang mekanismenya berbeda, yaitu:

- Secara molekuler, disebut konduksi
- Secara aliran, disebut konveksi
- Secara gelombang elektromagnetik, disebut radiasi

Penelitian ini ditekankan pada usaha mencari harga isolator bahan melalui pengukuran laju aliran kalor konduksi dan gradient temperature yang terjadi pada bahan styrofoam.

2.3.1. Perpindahan Panas Konduksi

Ketika benda yang memiliki temperatur tinggi bertemu dengan benda yang memiliki temperatur yang lebih rendah, sebagian molekul-molekul yang aktif tersebut akan bergetar dan mengenai molekul-molekul yang memiliki kecepatan rata-rata lebih rendah, dan memindahkan energi yang mereka miliki. Sehingga molekul-molekul pada benda yang lebih dingin tersebut menjadi lebih aktif bergerak, kita biasanya menyebutnya dengan istilah pertukaran panas. Konduksi adalah berpindahnya panas melalui getaran antar molekul secara langsung. Besarnya fluksi panas antara dua tempat dalam padatan dinyatakan dengan persamaan fourier. Jika pada suatu benda terdapat gradient suhu, maka akan terjadi perpindahan energi dari bagian bersuhu tinggi kebagian bersuhu rendah.

$$Q = - k A \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots (\text{lit. 2 hal 2})$$

Konduktifitas termal dari bahan styrofoam dapat dihitung dengan menggunakan hukum Fourier, yaitu:

$$k = \frac{q \cdot dx}{A (dT)} \dots\dots\dots (\text{lit. 2 hal 2})$$

Dimana :

- q : Laju aliran panas (watt)
- dx : Tebal bahan (m)
- A : Luas penampang perpindahan kalor (m²)
- dT : Beda temperatur (°C)

Persamaan yang sederhana diatas sebenarnya tidaklah mudah untuk diaplikasikan apabila diinginkan keakuratan yang tinggi, karena persamaan tersebut membutuhkan kondisi yang sebenarnya terjadi perpindahan panas konduksi satu dimensi, atau dengan kata lain panas hanya mengalir pada sumbu x dan tidak mengalir kearah sumbu yang lain, ini merupakan suatu kondisi yang sulit untuk dapat dipenuhi.

2.3.2. Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan kalor secara konveksi. Perpindahan kalor secara konveksi adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi kalor, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cair atau gas. Perpindahan kalor secara konveksi dari suatu permukaan yang suhunya diatas suhu fluida disekitarnya berlangsung dalam beberapa tahap. Pertama kalor akan mengalir dengan cara konduksi dari permukaan ke partikel-partikel fluida yang berbatasan. Energi yang berpindah dengan cara demikian akan menaikkan suhu dan energi dalam partikel-partikel fluida tersebut. Kedua, partikel-partikel

tersebut akan bergerak ke daerah suhu yang lebih rendah dimana partikel tersebut akan bercampur dengan partikel-partikel fluida lainnya.

Perpindahan kalor secara konveksi dapat dikelompokkan menurut gerakan alirannya, yaitu konveksi bebas (*free convection*) dan konveksi paksa (*forced convection*). Apabila gerakan fluida tersebut terjadi sebagai akibat dari perbedaan densitas (kerapatan) yang disebabkan oleh gradient suhu maka disebut konveksi bebas atau konveksi alamiah (*natural convection*). Bila gerakan fluida tersebut disebabkan oleh penggunaan alat dari luar, seperti pompa atau kipas, maka prosesnya disebut konveksi paksa.

Laju perpindahan kalor antara suatu permukaan plat dan suatu fluida dapat dihitung dengan hubungan :

$$Q_c = h A \Delta T \dots\dots\dots(\text{ lit.2 hal 11 })$$

dimana

- qc = Laju perpindahan kalor secara konveksi (W)
- Hc = Koefisien perpindahan kalor konveksi (W/m² .K)
- A = Luas perpindahan kalor (m²)
- ΔT = Beda temperatur (°C)

2.3.3. Perpindahan Panas Radiasi

Berlainan dengan mekanisme konduksi dan konveksi, dimana perpindahan energy terjadi karena bahan antara, kalor juga dapat berpindah melalui daerah-daerah hampa. Mekanismenya disini adalah sinaran atau radiasi elektromagnetik. Laju perpindahan kalor radiasi dapat dihitung dengan:

$$Q = \sigma A T_a^4 \dots\dots\dots(\text{ lit.2 hal 13 })$$

Dimana

- σ = Konstanta Stefan-Boltzmann

$$(5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C})$$

A = Luas permukaan bidang (m²)

T_a⁴ = Temperatur (°)

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

3.2. Metode Penelitian.

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah eksperimental.

3.3. Bahan dan Alat

3.3.1. Bahan :

Ada 5 (lima) bahan campuran yang akan diuji, dengan perbedaan jumlah campuran styrofoam dan kulit jengkol yaitu:

Tabel 3.1 Campuran Bahan Isolator

No	Styrofoam (gram)	Kulit Jengkol (gram)	Semen Putih (gram)
1	20	30	100
2	25	25	100
3	30	20	100
4	35	15	100
5	40	10	100

3.3.2. Peralatan:

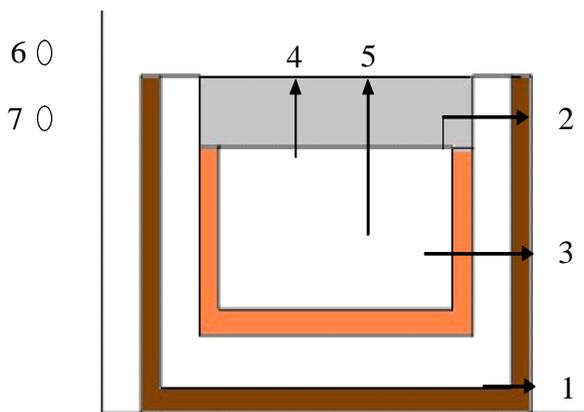
1. Alat uji konduktivitas termal

Peralatan ini berupa kotak yang terbuat dari bahan triplek yang dilengkapi dengan:

- Heater 300 watts.
- Volt meter.
- Amper meter.
- Thermocouple Digital.

- Box heater terbuat dari keramik dengan tebal 5 mm, lebar 150 mm dan panjang 150 mm dan tinggi 50 mm.
- Isolator dari bahan Styrofoam, yang dipasang diantara box dari triplek dan box yang terbuat dari keramik.
- Thermocouple Digital dipasang untuk mengukur suhu yang dibangkitkan oleh heater, dan diatas benda uji dipasang juga thermocouple digital untuk mengukur suhu pada bagian atas bahan isolator.

Untuk lebih jelasnya peralatan uji yang dipergunakan untuk penelitian konduktivitas termal dapat di lihat pada gambar 3.1. di bawah ini.



Gambar 3.1. Peralatan Uji

Keterangan :

1. Triplek.
2. Isolator (Styrofoam)
3. Isolator (Keramik)
4. Benda Uji
5. Pemanas (Heater)
6. Volt Meter
7. Ampere Meter

3.2. Proses Pembuatan Campuran Styrofoam

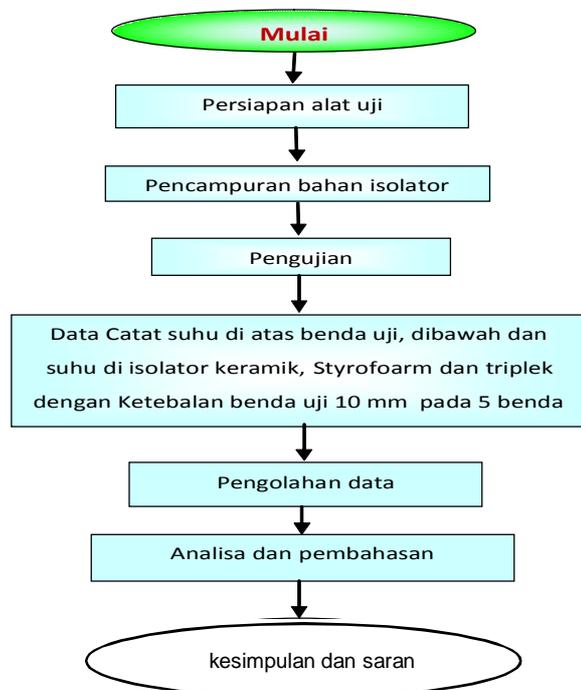
Styrofoam dan kulit jengkol yang telah dipotong-potong atau dicacah-cacah hingga kecil ukurannya di campur dengan semen putih sebagai perekat, lalu

dimasukan kedalam tempat adonan, kemudian dicampur air secukupnya, dilanjutkan dengan pembentukkan benda uji. jika sudah kering berarti campuran bahan tadi sudah siap untuk dilakukan pengujian.

3.3. Prosedur Pengujian

Setelah campuran styrofoam yang akan diuji sudah siap digunakan, dilanjutkan dengan menyiapkan peralatan uji yang telah dilengkapi wire thermocouple yang dipasang pada bagian bawah campuran bahan isolator dan juga diatas campuran bahan isolator, dilanjutkan dengan mengisi kotak pengujian dengan campuran Styrofoam dengan ketebalan 10 mm, heater dihidupkan sampai suhu bagian atas plat dan dibawah campuran styrofoam lebih stabil, maka dilanjutkan dengan pengambilan data.

3.4. Diagram Alir Penelitian

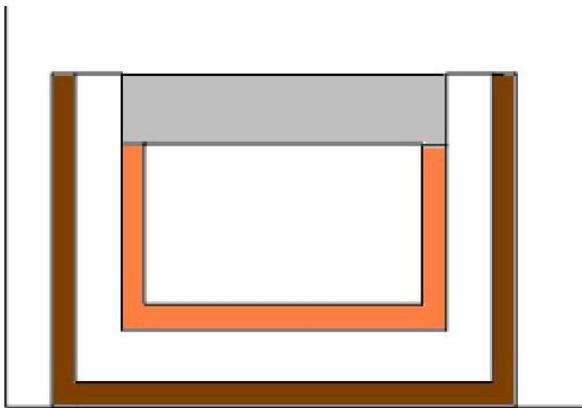


Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

DATA, PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA

4.1. Data Hasil Pengujian,

Data yang diambil dari pengujian adalah temperatur pada bagian bawah dan atas isolator dan temperature disekitar benda uji dengan heater 300 Watts. Pengambilan data dilakukan untuk ketebalan styrofoam dengan campuran kulit jengkol dan semen putih 10 mm.



Gambar 4.1. Bagian Titik Pengujian

Keterangan

- T_1 = Temperatur permukaan atas benda uji ($^{\circ}\text{C}$).
- T_2 = Temperatur antara permukaan bawah benda uji dan heater ($^{\circ}\text{C}$).
- T_3 = Temperatur antara heater dan isolator kramik ($^{\circ}\text{C}$).
- T_4 = Temperatur diluar permukaan triplek ($^{\circ}\text{C}$).
- T_5 = Temperatur antara permukaan luar isolator kramik dan styrofoam ($^{\circ}\text{C}$).
- T_6 = Temperatur antara permukaan luar Styrofoam dan triplek ($^{\circ}\text{C}$).

Pengujian 5 benda uji dengan campuran styrofoam, kulit jengkol dan semen putih dengan perbedaan campuran styrofoam dan kulit jengkol dengan tebal 10 mm.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian

No	PCSKJ (gram)	T_{atm} ($^{\circ}\text{C}$)	t_1 ($^{\circ}\text{C}$)	t_2 ($^{\circ}\text{C}$)	t_3 ($^{\circ}\text{C}$)	t_4 ($^{\circ}\text{C}$)	t_5 ($^{\circ}\text{C}$)	t_6 ($^{\circ}\text{C}$)
1	20:30	31	48	143	143	31	31	31
2	25:25	31	45	143	143	31	31	31
3	30:20	31	41	143	143	31	31	31
4	35:15	31	38	143	143	31	31	31
5	40:10	31	36	143	143	31	31	31

Keterangan :

- PCSKJ = Perbedaan Campuran Styrofoam dan Kulit Jengkol
- T_{atm} = Temperature atmosfer.
- T_1 = Temperature permukaan atas benda uji ($^{\circ}\text{C}$).
- T_2 = Temperature antara permukaan bawah benda uji dan heater ($^{\circ}\text{C}$).
- T_3 = Temperature antara heater dan isolator kramik ($^{\circ}\text{C}$).
- T_4 = Temperature diluar permukaan triplek ($^{\circ}\text{C}$).
- T_5 = Temperature antara permukaan luar isolator kramik dan styrofoam ($^{\circ}\text{C}$).
- T_6 = Temperatur antara permukaan luar Styrofoam dan triplek

4.2 Pengolahan Data

Dari penelitian dan data dapat dihitung nilai konduktifitas termal dari perbandingan styrofoam dan kulit jengkol adalah sebagai berikut :

- a. Pengujian 1. Dengan campuran styrofoam 20 g, kulit jengkol 30 g dan semen putih 100 g. Kalor yang dibangkitkan oleh heater pemanas adalah :

$$q = A_L V \cos \emptyset \text{ Watts}$$

Dimana :

- q : Kalor yang dibangkitkan oleh heater (watts)

A_L : Arus yang mengalir (1,2 amp)
 V : Tegangan jala-jala listrik (200 Volts)
 $\cos \emptyset$: 0,6
 $q = (1,2 \text{ amp }) (200 \text{ volt }) (0,6)$
 $= 144 \text{ watts}$
 Konduktivitas termal styrofoam.

$$k = \frac{q \cdot dx}{A (dT)} \text{ (W / m } ^\circ\text{C)}$$

Dimana :

q : Panas yang melewati campuran isolator.
 dx : Tebal campuran styrofoam, kulit jengkol dan semen putih.
 A : Luas permukaan campuran isolator
 $: 0,150 \text{ m} \times 0,150 \text{ m} = 0,0225 \text{ m}^2$.
 dT : beda temperature ($t_2 - t_1$)

$$k = \frac{q \cdot dx}{A (dT)}$$

$$k = \frac{(144)(0,01)}{0,0225 (143-48)}$$

$$k = \frac{(1,44)}{(2,137)}$$

$$k = 0,673 \text{ (W/m} ^\circ\text{C)}$$

b. Pengujian 2. Dengan campuran styrofoam 25 g, kulit jengkol 25 g dan semen putih 100 g. Kalor yang dibangkitkan oleh heater pemanas adalah :

$$q = A_L V \cos \emptyset \text{ Watts}$$

Dimana :

q : Kalor yang dibangkitkan oleh heater (watts)
 A_L : Arus yang mengalir (1,2 amp)
 V : Tegangan jala listrik (200 Volts)
 $\cos \emptyset$: 0,6
 $q = (1,2 \text{ amp }) (200 \text{ volt }) (0,6)$
 $= 144 \text{ watts}$
 Konduktivitas termal styrofoam.

$$k = \frac{q \cdot dx}{A (dT)} \text{ (W / m } ^\circ\text{C)}$$

Dimana :

q : Panas yang melewati campuran isolator.
 dx : Tebal campuran styrofoam, kulit jengkol dan semen putih.
 A : Luas permukaan campuran isolator
 $: 0,150 \text{ m} \times 0,150 \text{ m} = 0,0225 \text{ m}^2$.
 dT : Beda temperature ($t_2 - t_1$)

$$k = \frac{q \cdot dx}{A (dT)}$$

$$k = \frac{(144)(0,01)}{0,0225 (143-45)}$$

$$k = \frac{(1,44)}{(2,205)}$$

$$k = 0,653 \text{ (W/m} ^\circ\text{C)}$$

c. Pengujian 3. Dengan campuran styrofoam 30 g, kulit jengkol 20 g dan semen putih 100 g. Kalor yang dibangkitkan oleh heater pemanas adalah :

$$q = A_L V \cos \emptyset \text{ Watts}$$

Dimana :

q : Kalor yang dibangkitkan oleh heater (watts)
 A_L : Arus yang mengalir (1,2 amp)
 V : Tegangan jala listrik (200 Volts)
 $\cos \emptyset$: 0,6
 $q = (1,2 \text{ amp }) (200 \text{ volt }) (0,6)$
 $= 144 \text{ Watts}$
 Konduktivitas termal styrofoam.

$$k = \frac{q \cdot dx}{A (dT)} \text{ (W / m } ^\circ\text{C)}$$

Dimana :

q : Panas yang melewati campuran isolator.
 dx : Tebal campuran styrofoam, kulit jengkol dan semen putih.
 A : Luas permukaan campuran isolator
 $: 0,150 \text{ m} \times 0,150 \text{ m} = 0,0225 \text{ m}^2$.
 dT : beda temperature ($t_2 - t_1$)

$$k = \frac{q \cdot dx}{A (\Delta T)}$$

$$k = \frac{(144)(0,01)}{0,0225 (143-41)}$$

$$k = \frac{(1,44)}{(2,295)}$$

$$k = 0,627 \text{ (W/m}^0\text{C)}$$

- d. Pengujian 4. Dengan campuran styrofoam 35 g, kulit jengkol 15 g dan semen putih 100 g.

Kalor yang dibangkitkan oleh heater pemanas adalah :

$$q = A_L V \cos \emptyset \text{ Watts}$$

Dimana :

q : Kalor yang dibangkitkan oleh heater (watts)

A_L : Arus yang mengalir (1,2 amp)

V : Tegangan jala-jala listrik (200 Volts)
Cos \emptyset 0,6

$$q = (1,2 \text{ amp}) (200 \text{ volt}) (0,6)$$

$$= 144 \text{ watts}$$

Konduktivitas termal styrofoam.

$$k = (\text{ W / m } ^0\text{C})$$

Dimana :

Q : Panas yang melewati campuran isolator.

dx : Tebal campuran styrofoam, kulit jengkol dan semen putih.

A : Luas permukaan campuran isolator
: 0,150 m x 0,150 m = 0,0225 m².

dT : Beda temperature ($t_2 - t_1$)

$$k = \frac{q \cdot dx}{A (\Delta T)}$$

$$k = \frac{(144)(0,01)}{0,0225 (143-38)}$$

$$k = \frac{(1,44)}{(2,362)}$$

$$k = 0,609 \text{ (W/m}^0\text{C)}$$

- e. Pengujian 5. Dengan campuran styrofoam 40 g, kulit jengkol 10 g dan semen putih 100 g.

Kalor yang dibangkitkan oleh heater pemanas adalah :

$$Q = A_L V \cos \emptyset \text{ Watts}$$

Dimana :

q : Kalor yang dibangkitkan oleh heater (watts)

A_L : Arus yang mengalir (1,2 amp)

V : Tegangan jala-jala listrik (200 Volts)
Cos \emptyset 0,6

$$q = (1,2 \text{ amp}) (200 \text{ volt}) (0,6)$$

$$= 144 \text{ watts}$$

Konduktivitas termal styrofoam.

$$k = (\text{ W / m } ^0\text{C})$$

Dimana :

q : Panas yang melewati campuran isolator.

dx : Tebal campuran styrofoam, kulit jengkol dan semen putih.

A : Luas permukaan campuran isolator
: 0,150 m x 0,150 m = 0,0225 m².

dT : Beda temperature ($t_2 - t_1$).

$$k = \frac{q \cdot dx}{A (\Delta T)}$$

$$k = \frac{(144)(0,01)}{0,0225 (143-36)}$$

$$k = \frac{(1,44)}{(2,407)}$$

Maka : k = 0,598 (W/m⁰C)

4.3 Data Hasil Perhitungan.

Dari perhitungan diatas dapat di lihat pada tabel dibawah ini.

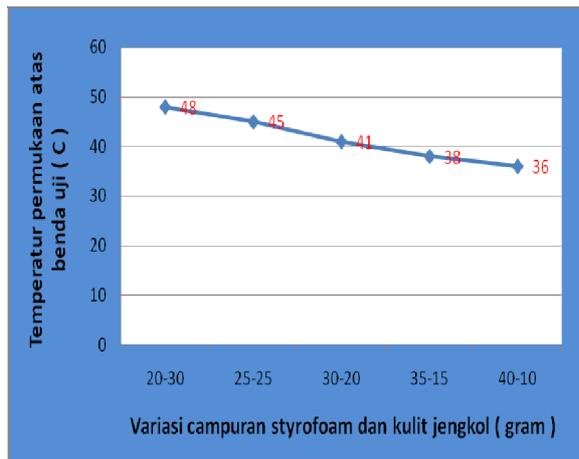
Tabel 4.2 Hasil Pengolahan Data

No	PCSKJ g (gram)	t_2 ($^{\circ}\text{C}$)	t_1 ($^{\circ}\text{C}$)	A (m^2)	Q (Watts)	dx (m)	K ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$)
1	20:30	143	48	0,0225	144	0,01	0,673
2	25:25	143	45	0,0225	144	0,01	0,653
3	30:20	143	41	0,0225	144	0,01	0,627
4	35:15	143	38	0,0225	144	0,01	0,609
5	40:10	143	36	0,0225	144	0,01	0,598

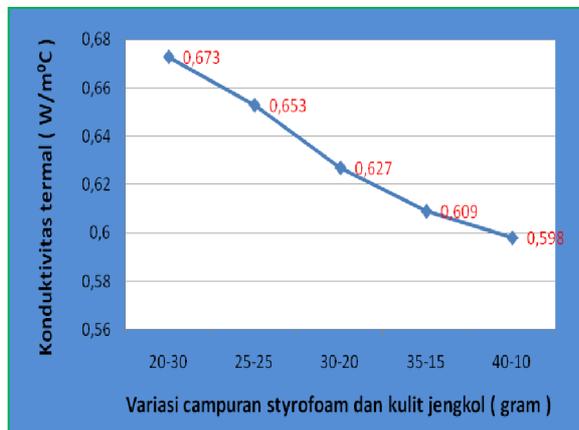
Dari tabel diatas dapat kita buat grafik hasil pengukuran dan perhitungan seperti dibawah ini.

4.3.1 Grafik Hasil Perhitungan Data

Grafik 4.1. Benda Temperatur Permukaan Atas Benda Uji Karena Perbedaan Variasi Campuran Benda Uji



Grafik 4.2. Konduktifitas Termal Dengan variasi Campuran Bahan Isolator



4.3.2 Analisa Data

Dari grafik 4.1 diatas terlihat bahwa pada pengujian variasi campuran 20 gram styrofoam dan 30 gram kulit jengkol temperatur yang terbaca oleh thermocouple digital untuk daya yang sama sebesar 48°C , sedangkan pada variasi campuran 40 gram styrofoam dan 10 gram kulit jengkol temperatur permukaan yang terbaca 36°C , ini berarti bahwa benda uji dengan variasi campuran 40 gram styrofoam dan 10 gram kulit jengkol memiliki faktor penghambat (isolator) yang lebih baik.

Dari grafik 4.2 dapat kita perhatikan adanya perbedaan harga konduktifitas termal antara pengujian pertama sampai dengan ke pengujian kelima dengan perbedaan campuran Styrofoam dan kulit jengkol, dimana yang mempunyai nilai konduktifitas termal yang terendah terdapat pada pengujian yang kelima dengan komposisi 40 gram styrofoam, 10 gram kulit jengkol dan 100 gram semen putih dengan nilai konduktifitas termal $0,598 \text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$. sedangkan yang mempunyai nilai konduktifitas termal yang tertinggi terdapat pada pengujian yang pertama dengan komposisi 20 gram styrofoam, 30 gram kulit jengkol dan 100 gram semen putih dengan nilai konduktifitas termal $0,673 \text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$. maka dengan demikian perbedaan komposisi campuran Styrofoam dan kulit jengkol mempunyai pengaruh terhadap nilai konduktifitas termal benda uji.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Bahwa campuran styrofoam yang lebih banyak dan jumlah kulit jengkol yang lebih sedikit didapat nilai temperatur yang rendah diatas benda uji dan nilai konduktifitas termalnya menjadi lebih rendah.

2. Nilai konduktifitas termal yang terendah terdapat pada pengujian yang ke lima dengan komposisi campuran 40 g styrofoam dan 10 g kulit jengkol dengan harga $k = 0,598 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

5.2. Saran

Untuk lebih menyempurnakan pengujian ini, maka penulis memberikan saran untuk melakukan pengujian yang sama, yaitu :

1. Alat yang digunakan hendaklah diisolasi dengan baik, agar tidak ada kehilangan kalor ke arah lain selain ke arah vertikal keatas dari alat.
2. Peneliti selanjutnya yang tertarik untuk mengembangkan hasil penelitian ini dianjurkan untuk pada pemotongan styrofoam dan kulit jengkol harus lebih tipis.
3. Peneliti selanjutnya juga sebaiknya menguji tidak hanya memvariasikan campuran benda uji tetapi juga pada kepadatan benda uji, karna kepadatan benda uji sangat berpengaruh pada nilai konduktivitas termalnya.

CAMPURAN KANTONG PLASTIK BEKAS, KULIT PADI DAN SEMEN PUTIH SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN ISOLATOR “, Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Proses Perpindahan panas Heat Transfer
www.heattransfer.pdf

DAFTAR PUSTAKA

Bahan Pembuat Styrofoam, [/doc/25457972/](#)
Paper-Styrofoam

Holman, JP, 1998, “*Perpindahan Kalor*”, Edisi keenam, Penerbit Erlangga.

Konduktor semi konduktor, isolator
www.biomed.ee.itb.ac.id/courses/material_biomedika/bab_8_b5
Konduktor, Isolator, Semi Konduktor.pdf.

Fredi Willy Kurniawan, 2011, “ KAJI EKSPRIMENTAL KEMAMPUAN DAYA HANTAR KALOR