

p.ISSN 2303-212X  
e.ISSN 2503-5398

# Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

JURNAL  
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 6

NOMOR 1

HAL.: 1 - 94

JANUARI 2018

# JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI

## FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

VOLUME 6 No. 1

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

Januari 2018

### DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ANALISIS JAMINAN MUTU <i>CRUMB RUBBER</i> DENGAN METODE <i>STATISTICAL QUALITY CONTROL</i></b> <i>Devie Oktarini, Azhari (Dosen Tek. Industri UTP)</i> .....	1 – 8
<b>PERENCAAN PEMBANGUNAN JARINGAN DISTRIBUSI DI DESA TELUK TENGGIRI, DESA PADANG REJO DAN DESA SEBUBUS KABUPATEN BANYUASIN, SUMATERA SELATAN</b> <i>Yusro Hakimah (Dosen Tek. Elektro UTP)</i> .....	9 – 15
<b>ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN <i>SCREW PRESS</i> DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVINESS (OEE)</i></b> <i>Hermanto MZ, Iskandar Husin, A.A. Masruri (Dosen Tek. Industri UTP)</i> .....	16 – 25
<b>PERENCANAAN ALAT BANTU UNTUK MEMASANG TORAK (<i>PISTON INSTALLER</i>)</b> <i>Zulkarnain Fatoni, Sukarmansyah (Dosen Tek. Mesin UTP)</i> .....	26 – 35
<b>KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PEMASANGAN VARIASI SEKAT TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA RUANGAN</b> <i>Muhammad Amin Fauzie, Rita Maria Veranika, Bahrin (Dosen Tek. Mesin UTP)</i> .....	36 – 47
<b>PEMBUATAN PISTON MASTER SILINDER KIT MENGGUNAKAN MESIN CNC TU-2A</b> <i>Sudiadi (Dosen Tek. Inforamtika STMIK MDP)</i> .....	48 – 59
<b>LISTRIK PADA HARGA YANG TEPAT: PERBANDINGAN STRUKTUR TARIF DI BEBERAPA NEGARA</b> <i>Hendra Marta Yudha (Dosen Tek. Elektro UTP)</i> .....	60 – 71
<b>DESAIN DAN PENGUJIAN ALAT PENERING GABAH ROTARY DENGAN MEMANFAATKAN BAHAN BAKAR SEKAM GABAH</b> <i>Abdul Muin, Madagaskar, Hermanto Ali, M. Lazim (Dosen Tek. Mesin UTP)</i> .....	72 – 78
<b>PERENCANAAN KEBUTUHAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG BUSINESS SCHOOL PALEMBANG</b> <i>Dyah Utari Yusa Wardhani (Dosen Tek. Elektro UTP)</i> .....	79 – 88
<b>PERENCANAAN BESARAN RUANG PADA BANGUNAN METROLOGI LEGAL DINAS PERDAGANGAN DAN PERINDUSTRIAN</b> <i>Andy Budiarto (Dosen Arsitektur UTP)</i> .....	89 – 94

## KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PEMASANGAN VARIASI SEKAT TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA RUANGAN

*Muhammad Amin Fauzie<sup>9</sup>, Rita Maria Veranika<sup>10</sup>, Bahrn<sup>11</sup>*

**Abstrak:** Perkembangan teknologi yang semakin maju di era modern saat ini, menciptakan bahan-bahan bangunan yang bersahabat dengan lingkungan dan kehidupan manusia bukanlah hal yang sulit. Misalnya bahan bangunan yang biasa dipakai untuk sekat ruangan ataupun plafon rumah, contohnya kalsiboard. Dalam pengujian ini kalsiboard diuji pengaruhnya terhadap laju perpindahan panas pada ruangan di sekitarnya dengan membandingkan dengan bahan lain yaitu triplek dan kaca. Adapun tujuan adanya penelitian ini, penulis ingin mengetahui bahan yang manakah di antara kalsiboard, kaca dan triplek yang mempunyai kemampuan lebih baik dalam menahan proses laju perpindahan panas pada sebuah ruangan. Dari ketiga bahan sekat yang digunakan dalam penelitian ini, bahan yang paling baik dalam menghambat laju perpindahan panas adalah kalsiboard. Laju perpindahan panas tanpa menggunakan sekat  $Q = 3,7373$  W, sekat kalsiboard  $Q = 1,38$  W, triplek 1,3944 dan kaca 1,8573 W.

**Kata kunci:** perpindahan panas, kalsiboard

*Abstract:* The development of increasingly advanced technology today's modern era, creating material-building materials which are friendly to the environment and human life is not difficult. For example, building materials commonly used for room divider or flapon home, for example kalsiboard. In this test kalsiboard tested its effect on the room temperature disekitanya by comparing with other materials, namely plywood and glass. The purpose of their study, the authors wanted to know which of kalsiboard materials, glass and plywood that has a better ability to withstand the heat transfer rate on a room. Of the three bulkhead material used in this study, the most excellent material for inhibiting the rate of heat transfer is kalsiboard. The rate of heat transfer without using  $Q = 3.7373$  W bulkhead, bulkhead kalsiboard  $Q = 1.38$  W, plywood and glass 1.3944 1.8573 W.

**Keywords:** heat transfer, kalsiboard

<sup>9,10</sup> Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang

<sup>11</sup> Alumni Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang

### PENDAHULUAN

Seiring dengan waktu yang terus berjalan, perubahan-perubahan dalam segala bidang terus ikut berkembang. Dibidang pembangunan misalnya bahan yang digunakan untuk membuat sebuah rumah pada zaman dahulu tentunya kita sama-sama mengetahui bahwa bahan baku utamanya adalah kayu. Seperti bahan untuk dinding rumah yang kita kenal dengan nama papan. Papan ini selain digunakan untuk dinding rumah bagian luar, papan juga digunakan untuk dinding rumah bagian dalam. Misalnya untuk dinding kamar, sekat pemisah diantara ruangan dan juga digunakan untuk flapon rumah.

Di era modern seperti saat ini bahan kayu sudah mulai banyak ditinggalkan. Karena sumber kayu dari hutanpun sudah banyak berkurang. Hutan-hutan terus dibuka untuk lahan perkebunan kelapa sawit, karet dan lahan

pertambangan. Dengan alasan inilah saat ini sudah diciptakan salah satu bahan pengganti dari kayu untuk bahan bangunan yang kita kenal dengan nama kalsiboard. Kalsiboard pada umumnya digunakan untuk bahan plafon dan dinding penyekat diantara ruangan pada sebuah bangunan hotel, gedung-gedung perkantoran dan rumah tempat tinggal kita.

Tanpa kita sadari apabila kita tinggal ataupun berdiam diri pada sebuah ruangan yang disekat dengan kalsiboard bagi kita adalah hal yang biasa-biasa saja. Kita selama ini hanya mengetahui fungsi dari kalsiboard tersebut hanyalah sebagai bahan penyekat atau pemisah diantara ruangan atau hanya sebagai bahan pengganti dari papan, kaca dan triplek pada bangunan tersebut.

Bila kalsiboard kita gunakan sebagai bahan pelapis dinding rumah ataupun sebagai

penyekat diantara ruangan, tentunya kita belum mengetahui apakah kalsiboard tersebut akan berpengaruh besar atau tidak terhadap temperatur udara dan laju proses perpindahan panas diantara ruangan yang satu dengan ruangan yang lainnya.

### Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian proses laju perpindahan panas pada sebuah ruangan dengan cara membuat sebuah box. Pada ruangan box akan dipasang sekat-sekat dengan menggunakan tiga variasi bahan yang berbeda-beda yaitu kalsiboard, kaca dan triplek. Untuk sumber udara menggunakan Blower Hot Air.

### Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, adapun batasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bahan box terbuat dari triplek dengan ketebalan 8 mm dan bagian dalam dilapisi kalsiboard tebal 7 mm yang berfungsi sebagai isolator.
2. Variasi sekat didalam box menggunakan tiga bahan yang berbeda yaitu kalsiboard, kaca dan triplek tebal 3 mm.
3. Penelitian dilakukan selama 1 jam untuk setiap variasi sekat dan data diambil setiap 15 menit.
4. Panas Blower Hot Air 100 °C

### Tujuan

Adapun tujuan adanya penelitian ini, penulis ingin mengetahui bahan yang manakah diantara kalsiboard, kaca dan triplek yang mempunyai kemampuan lebih baik dalam menahan proses laju perpindahan panas pada sebuah ruangan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Perpindahan Panas.

Perpindahan kalor merupakan proses dimana energi dalam bentuk panas dihantarkan diantara benda-benda atau bagian dari benda yang sama karena adanya perbedaan temperatur. Kalor akan mengalir dari tempat yang suhunya tinggi ketempat yang suhunya rendah.

Dalam kehidupan sehari-hari perpindahan energi mendapat penerapan yang luas sekali, dalam berbagai bidang dan berbagai tingkat kerumitan. Hampir tidak ada alat, baik dalam pabrik maupun dirumah tangga, yang tidak ada hubungan dengan perpindahan energi. Dalam zat yang tidak bergerak misalnya padatan, panas berpindah hanya secara konduksi, panas berpindah karena getaran molekul dari satu molekul ke molekul yang lain.

Energi dikenal dalam berbagai bentuk, beberapa diantaranya yang dijumpai dalam bidang teknik ialah :

1. Energi Dalam
2. Energi Kinetis
3. Energi Potensial
4. Energi Mekanis
5. Energi Kalor

Ada tiga cara perpindahan kalor, yang mekanismenya sama sekali berlainan, yaitu :

1. Secara molekul disebut Konduksi (Hantaran).
2. Secara aliran disebut Konveksi (Aliran).
3. Secara gelombang elektromagnetik disebut Radiasi (Pancaran).



Gambar 1. Tiga cara perpindahan kalor

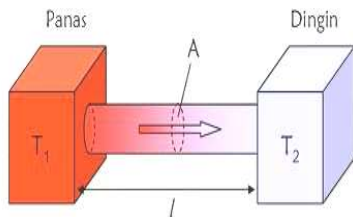
Berdasarkan gerakan fluida ada dua cara perpindahan kalor konveksi, yaitu konveksi alamiah dan konveksi paksa.

- Konveksi alamiah terjadi karena gerakan fluida disebabkan oleh beda densitas antara beberapa tempat, karena adanya selisih temperatur antara tempat-tempat itu.
- Konveksi paksa terjadi karena fluida mengalir disebabkan karena adanya usaha dari luar terhadap fluida, umpamanya oleh sebuah pompa, kompresor atau blower.

### Perpindahan Panas Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan panas yang mengalir dari benda yang bertemperatur lebih tinggi ke benda yang bertemperatur lebih rendah melalui media yang

diam sebagai benda penghubung. Besar kecil perpindahan panas ditentukan oleh karakteristik zat dan benda yang dilalui panas pada waktu perpindahan dari satu benda ke benda lain.



**Gambar 2.** Perpindahan Panas Konduksi

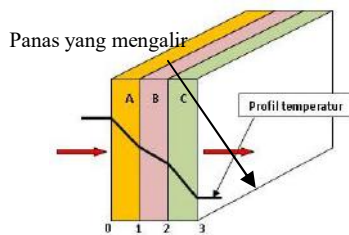
Laju perpindahan panas konduksi jika dimasukkan konstanta proporsionalitas atau tetapan kesebandingan, maka:

$$Q_k = -k A \frac{\Delta T}{\Delta x} \dots \dots \dots \text{(Perpan, hal : 2)}$$

Dimana :

- $Q_k$  = laju perpindahan kalor (Watt)
- $k$  = konduktivitas termal bahan ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )
- $A$  = luas permukaan dimana panas mengalir ( $m^2$ )
- $\Delta T$  = beda suhu ( $^\circ C$ )
- $\Delta x$  = tebal benda (m)

Tanda (-) menunjukkan kenyataan bahwa kalor mengalir ketempat yang lebih rendah dalam suatu skala suhu. Nilai angka konduktivitas termal menunjukkan seberapa cepat kalor mengalir dalam bahan tertentu.



**Gambar 3.** Profil Temperatur

Konduktivitas termal  $k$  adalah sifat bahan dan menunjukkan jumlah panas yang mengalir melintas satuan luas jika gradien suhunya satu. Jadi bahan yang mempunyai konduktivitas termalnya rendah disebut isolator (*insulator*). Logam (misalnya:tembaga) biasanya merupakan konduktor panas yang baik. Hal ini disebabkan adanya logam kimia yang lebih kuat dari ikatan kovalen dan ikatan ionik serta memiliki elektron bebas dan berasal dari struktur kristal, sedangkan fluida (liquid dan gas) merupakan konduktor yang buruk. Hal ini disebabkan karena jarak antara atom pada

gas sangat jarang sehingga dengan adanya tumbukan beberapa atom dapat menurunkan konduksi dan densitas fluida menurun jika konduksi terjadi.

**Perpindahan Panas Konveksi**

Perpindahan panas konveksi terjadi karena adanya transfer energi dalam bentuk kalor antara suatu permukaan dan fluida yang bergerak di atasnya. Transfer energi terjadi karena adanya gerakan molekul secara acak ( random ) atau karena adanya gerakan fluida.

Untuk laju perpindahan panas konveksi dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{conv} = h \cdot A \cdot (T_s - T_\infty) \dots \text{(Perpan, hal 26)}$$

Dimana :  $Q_{conv}$  = Perpindahan kalor konveksi (Watt)

- $h$  = Koefisien perpindahan kalor konveksi ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )
- $A$  = Luas permukaan (m)
- $T_s$  = Temperatur udara sekitar ( $^\circ C$ )
- $T_\infty$  = Temperatur permukaan yang dingin ( $^\circ C$ )



**Gambar 4.** Perpindahan Panas Konveksi

**Perpindahan Panas Radiasi**

Radiasi adalah proses perpindahan panas dari benda bertemperatur tinggi ke benda bertemperatur rendah dimana tidak diperlukan zat atau benda penghubung sebagai media, serta panas memancar dengan cara radiasi gelombang elektromagnetik.



**Gambar 5.** Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi dirumuskan sebagai berikut:

$$q = \epsilon \sigma A T \dots\dots\dots (\text{Perpan, hal 13})$$

Dimana :  $q$  = Jumlah Kalor yang diradiasikan (watt)

$\epsilon$  = Emisitivitas

$\sigma$  = Konstanta stefean-boltzmann (W/m<sup>2</sup>.K)

$A$  = Luas permukaan pemancar (m<sup>2</sup>)

$T$  = Temperatur absolut (K)

## Bahan Sekat Yang Digunakan

### a. Kalsiboard

Kalsiboard dibuat dengan cara proses *autoclaving* yaitu pengeringan dengan temperatur dan tekanan yang tinggi. Bahan baku utama kalsiboard adalah semen, bahan organik serta bahan penguat dan perekat yang alami. Kalsiboard mempunyai sifat tahan terhadap api, rayap dan air.

Kalsiboard mempunyai keunggulan yang sangat istimewa seperti daya tahan sekuat semen tapi mempunyai kelenturan layaknya bahan plywood, dapat dilengkungkan sampai sudut tertentu sehingga bisa digunakan untuk mewujudkan disain lengkung arsitektural yang spektakuler. Kalsiboard mempunyai daya tahan terhadap benturan, mempunyai kekuatan lebih baik dibandingkan jenis papan gipsum. Kalsiboard diproduksi dengan variasi ketebalan dari 3 sampai dengan 20 mm sesuai dengan aplikasi yang berbeda.

### b. Kaca

Kaca merupakan bahan lutsinar, kuat, tahan hakis, lengai dan secara biologi merupakan bahan yang tidak aktif, yang boleh dibentuk menjadi permukaan yang tahan dan licin. Ciri-ciri ini menjadikan kaca sebagai bahan yang sangat berguna. Komponen utama kaca ialah silika. Silika ialah galian yang mengandung silikon dioksida. Kaca biasa mempunyai campuran bahan lain untuk mengubah cirinya. Logam oksida ditambahkan untuk menukarkan warna kaca. Kaca berwarna dihasilkan dengan mencampurkan sedikit oksida logam peralihan. Misalnya, oksida mangan akan menghasilkan warna ungu, oksida kuprum dan kromium memberikan warna hijau, dan oksida kolbalt memberikan warna biru.

### c. Triplek

Triplek terbuat dari bahan baku solid yang diproses menjadi beberapa lembaran tipis atau lapisan kayu yang arah seratnya disusun melintang antara lembaran bawah dengan lembaran bagian atasnya secara bersamaan dengan perekat khusus dibawah tekanan besar sehingga didapatkan ketebalan tertentu. Dari proses ini maka bahan ini sangat tahan dari resiko pecah/retak, melengkung atau melintir yang tergantung pula pada ketebalannya. Triplek diproduksi karena kebutuhan akan papan lebar sangatlah besar. Ukuran triplek pada umumnya panjang 244 cm lebar 122 cm dan ketebalannya bermacam macam ukuran.

Kelebihan triplek adalah karena sangat praktis penggunaannya, daya tahannya terhadap penyusutan kayu serta ukurannya yang panjang dan lebar yang tidak mungkin didapatkan dari kayu biasa pada posisi dan kualitas yang sama. Sedangkan kekurangannya triplek tidak punya daya tahan terhadap cuaca. Bahan bangunan ini hanya direkomendasikan digunakan didalam ruangan saja. Misalnya untuk menyekat ruangan, untuk daun pintu sedehana dan untuk plafon.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

#### a. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

#### b. Waktu Penelitian

Waktu penelitian adalah rentang waktu yang digunakan oleh peneliti selama penelitian berlangsung, mulai dari tahap persiapan sampai pada penyusunan laporan.

#### c. Metode Penelitian

Berkaitan dengan pengambilan data pada penelitian ini, penulis melakukan analisa percobaan dan pengambilan data dengan beberapa studi yaitu :

##### - Studi Literatur

Studi literatur yaitu suatu metode yang dilakukan untuk mendapatkan

bahan-bahan acuan yang diperlukan dalam proses penyelesaian penelitian dengan cara mempelajari buku-buku referensi yang berhubungan dengan penelitian.

- Studi Eksperimental

Studi eksperimental adalah pengamatan langsung terhadap peralatan uji dan dilakukan secara periodik sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

**Peralatan dan Bahan**

**a. Peralatan yang digunakan**

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan box alat uji adalah sebagai berikut :

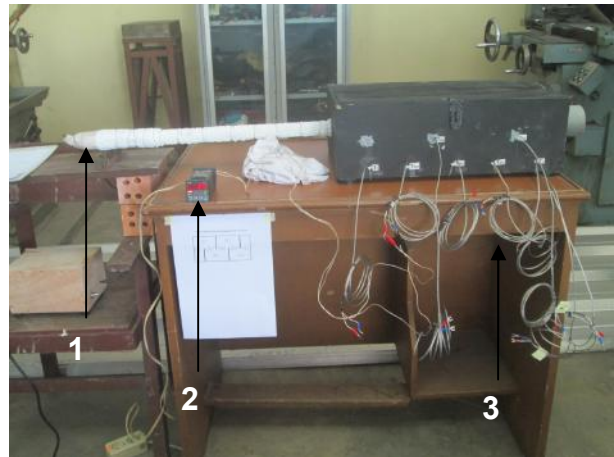
1. Gergaji Kayu
2. Martil
3. Mistar
4. Bor
5. Pensil
6. Pisau Cutter
7. Mata Intan
8. Meteran

**b. Bahan**

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan box alat uji adalah sebagai berikut :

1. Triplek tebal 8 mm.  
Digunakan sebagai bahan isolator dinding bagian luar.
2. Kalsiboard tebal 7 mm.  
Digunakan sebagai bahan isolator dinding bagian dalam.
3. Kalsiboard, triplek dan kaca dengan ukuran 140 x 130 x 3 mm masing – masing 4 lembar. Digunakan sebagai bahan variasi sekat alat uji.
4. Blower Hot Air.  
Digunakan sebagai alat sumber udara panas yang akan disuplai ke box alat uji.
5. Plat Alumunium tebal 0,2 mm.  
Digunakan sebagai bahan konduktor menerima panas dari dan meneruskan panas ke ruangan box.
6. Pipa paralon dengan diameter dalam 69 mm. Digunakan sebagai saluran keluar udara panas dari box.

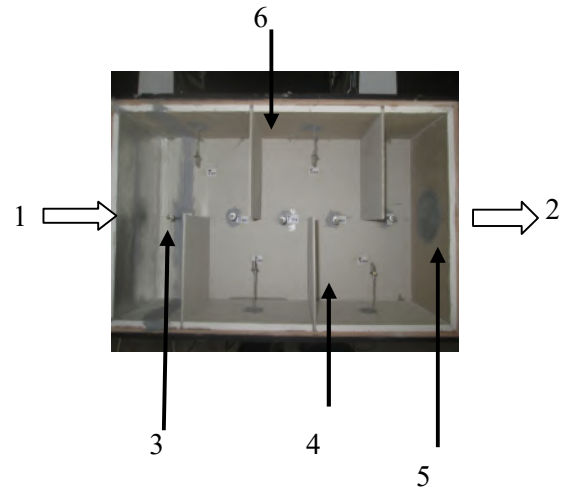
7. Dimensi ruangan box alat uji bagian dalam adalah : 480 x 280 x 130 mm.



**Gambar 6.** Alat Pengujian

Keterangan :

1. Blower Hot Air
2. Display Thermocoupeul
3. Wire Thermocoupeul
4. Box Alat Uji
5. Pipa Paralon



**Gambar 7.** Sketsa Alat Uji

Keterangan :

1. Sumber Udara Panas
2. Saluran Udara Panas Keluar
3. Titik Tempat Pengambilan Data T1( Plat Alumunium )
4. Sekat Kalsiboard
5. Titik Tempat Pengambilan Data T2
6. Sekat Triplek

### c. Alat Ukur yang digunakan

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

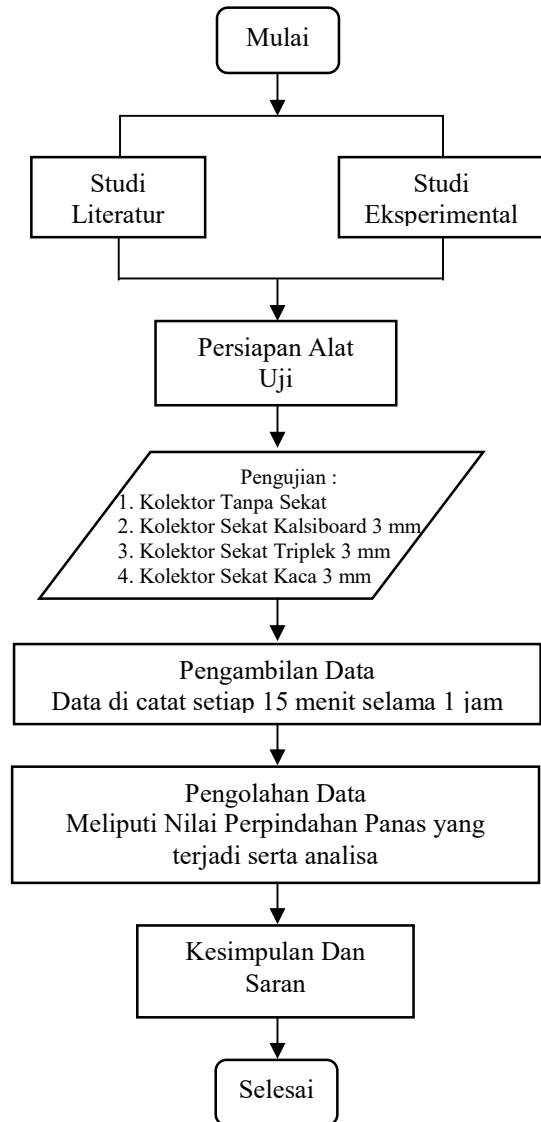
1. *Wire Thermocouple*  
Digunakan untuk mengukur objek pada suatu komponen yang akan diukur.
2. *Display Thermocouple*  
Alat ini berfungsi untuk menampilkan temperatur yang diukur oleh *wire thermocouple* dalam derajat celcius atau fahrenheit.
3. *Stopwatch*  
Digunakan untuk mengukur lamanya waktu saat pengujian.

### - Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan pada pengujian.
2. Sebelum dilakukan pengujian, catat temperatur ruangan tempat pengambilan data dan temperatur awal.
3. Pengujian dilakukan selama 60 menit untuk setiap variasi sekat dan data temperatur akan diambil setiap 15 menit.
4. Untuk pengujian pertama akan dilakukan pada ruangan box tanpa sekat.
5. Untuk pengujian selanjutnya akan dilakukan terhadap ruangan bok menggunakan sekat kalsiboard, triplek dan kaca.
6. Mencatat semua data yang diperoleh selama pengujian.
7. Kemudian mengolah dan menganalisa data yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian.

### Diagram Alir Penelitian



**Gambar 8.** Diagram Alir Penelitian

## PEMBAHASAN

### Data Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui perubahan temperatur yang terjadi pada ruangan box alat uji yang menggunakan tiga variasi bahan sekat dan tanpa sekat. Data yang diperoleh dari hasil pengujian akan digunakan untuk mengetahui nilai laju perpindahan panas yang terjadi.



Hasil yang didapat dari pengujian dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini yang merupakan data perubahan temperatur dengan waktu pengujian selama 60 menit setiap variasi sekat. Pengujian pada penelitian ini dilakukan dalam 4 tahapan. Yang pertama pengujian tanpa sekat, yang kedua sekat kalsiboard, yang ketiga sekat triplek dan yang keempat sekat kaca.

**Tabel 1.** Data Pengujian Temperatur Tanpa Sekat

No	Waktu (menit)	Perubahan Temperatur ( °C )					
		T <sup>1</sup>	Tr <sup>1</sup>	Tr <sup>2</sup>	Tr <sup>3</sup>	Tr <sup>4</sup>	T <sup>2</sup>
1	0	30	30	30	30	30	30
2	15	53	37	37	37	37	37
3	30	56	38	38	38	38	38
4	45	58	39	39	39	39	39
5	60	60	40	40	40	40	40
Temperatur Rata - Rata		51,4	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8

**Tabel 2.** Data Pengujian Temperatur Dengan Sekat Kalsiboard

No	Waktu (menit)	Perubahan Temperatur ( °C )					
		T <sup>1</sup>	Tr <sup>1</sup>	Tr <sup>2</sup>	Tr <sup>3</sup>	Tr <sup>4</sup>	T <sup>2</sup>
1	0	30	30	30	30	30	30
2	15	54	37	35	33	31	30
3	30	56	41	36	34	32	33
4	45	58	42	38	36	34	35
5	60	60	43	39	37	36	36
Temperatur Rata - Rata		51,6	38,4	35,6	34	32,6	32,8

**Tabel 3.** Data Pengujian Temperatur Dengan Sekat Triplek

No	Waktu (menit)	Perubahan Temperatur ( °C )					
		T <sup>1</sup>	Tr <sup>1</sup>	Tr <sup>2</sup>	Tr <sup>3</sup>	Tr <sup>4</sup>	T <sup>2</sup>
1	0	30	30	30	30	30	30
2	15	54	38	36	34	32	31
3	30	57	42	38	36	34	33
4	45	59	44	40	38	37	36
5	60	60	46	43	41	39	37
Temperatur Rata - Rata		52	40	37,4	35,8	34,4	33,4

**Tabel 4.** Data Pengujian Temperatur Dengan Sekat Kaca

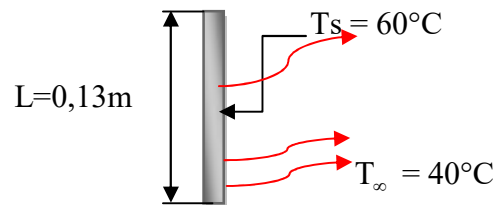
No	Waktu (menit)	Perubahan Temperatur ( °C )					
		T <sup>1</sup>	Tr <sup>1</sup>	Tr <sup>2</sup>	Tr <sup>3</sup>	Tr <sup>4</sup>	T <sup>2</sup>
1	0	30	30	30	30	30	30
2	15	55	40	38	37	36	35
3	30	57	43	42	39	38	36
4	45	59	45	43	41	39	37
5	60	60	46	43	42	40	38

Temperatur Rata - Rata	52,2	40,8	39,2	37,8	36,6	35,2
------------------------	------	------	------	------	------	------

Keterangan tabel 1, 2, 3 dan tabel 4 adalah sebagai berikut :

- T1 : Temperatur sumber panas plat alumunium
- T2 : Temperatur akhir ruangan
- Tr1: Temperatur ruangan 1
- Tr2: Temperatur ruangan 2
- Tr3: Temperatur ruangan 3
- Tr4: Temperatur ruangan 4

Kondisi operasi dalam keadaan steady selama 60 menit, udara adalah gas ideal dan tekanan atmosfer 1 atm. Dari tabel-tabel diatas dapat dihitung temperatur untuk menentukan sifat-sifat udara dan menghitung *Rayleigh Number* dan *Nusselt Number*. Sebagai contoh diambil data dari tabel 1.



Plat Alumunium

Temperatur Film ( benda ), yaitu

$$T_f = (T_s + T_\infty)/2 \dots\dots \text{ ( Cengel, hal. 471 )} :$$

Dimana:

T<sub>f</sub> = temperatur film ( benda )

$$T_s = T_1 = 60^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = T_2 = 40^\circ\text{C}$$

$$T_f = (T_s + T_\infty)/2 = (60 + 40)/2 = 50^\circ\text{C}$$

Sifat-sifat udara pada T<sub>f</sub> = 50 °C diperoleh dari (Tabel A-15) Cengel, hal. 874, dapat diketahui sebagai berikut ( Tabel Terlampir ) :

Konduktivitas termal udara:

$$k = 0,027345 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\text{Prandtl Number : } Pr = 0,7228$$

Viskositas kinematik:

$$\nu = 1,798 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

Koefisien ekspansi volume:

$$\beta = \frac{1}{T_f} = \frac{1}{323 \text{ K}}$$

Lebar karakteristik plat alumunium ( Vertikal Plat ) L = 0,13 ( P x L = 0,28 x 0,13 m ) dengan ketebalan 0,0002 m. Ini adalah ukuran plat alumunium yang digunakan dalam pengujian.

Jadi Rayleigh Number adalah (Cengel) :

$$Ra_L = \frac{g \beta (T_s - T_\infty) L^3}{\nu^2} Pr$$

$$Ra_L = \frac{(9,8 \text{ m/s}^2)(1/323\text{K})(60-40)\text{K}(0,13\text{m})^3}{(1,750 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s})^2} (0,7228)$$

$$Ra_L = 4,13 \times 10^6$$

Kemudian bilangan Nusselt konveksi alami dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Nu = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{\left[ 1 + (0,492/Pr)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2$$

$$Nu = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 (4,13 \times 10^6)^{1/6}}{\left[ 1 + (0,492/0,7228)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2$$

$$Nu = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 (12,66655)}{\left[ 1 + 0,80544 \right]^{8/27}} \right\}^2$$

$$Nu = \left\{ 0,825 + \frac{4,901955}{1,191312} \right\}^2$$

$$Nu = \{ 0,825 + 4,11475 \}^2$$

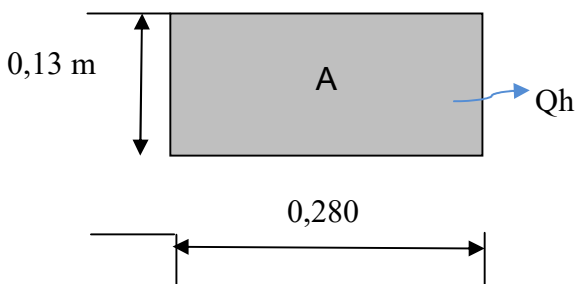
$$Nu = 24,40$$

Koefisien perpindahan panas konveksi dari plat aluminium ke ruangan box adalah sebagai berikut ( Cengel) :

$$h = \frac{k}{L} Nu$$

$$h = \frac{0,02735 \text{ W/m } ^\circ\text{C}}{0,13 \text{ m}} \times 24,40$$

$$h = 5,1336 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Luas plat aluminium  $A = 0,13 \text{ m} \times 0,28 \text{ m} = 0,0364 \text{ m}^2$

Laju perpindahan panas secara konveksi:

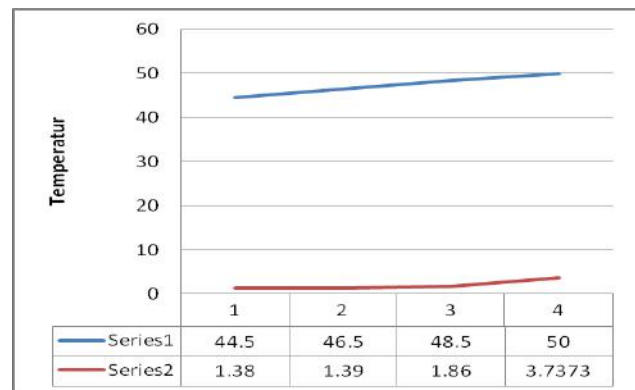
$$\dot{Q}_h = h A (T_s - T_\infty)$$

$$\dot{Q}_h = 5,1336 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} (0,0364 \text{ m}^2) (60 - 40) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q}_h = 3,7373 \text{ W}$$

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Laju Perpindahan Panas Tanpa Sekat

Besaran	Temperatur film, $T_f$ ( $^\circ\text{C}$ )			
	50	48,5	46,5	44,5
$k$ (W/m $^\circ\text{C}$ )	0,02735	0,0269	0,0265	0,0246
$\nu$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	$1,798 \times 10^{-5}$	$1,738 \times 10^{-5}$	$1,698 \times 10^{-5}$	$1,638 \times 10^{-5}$
Pr	0,7228	0,7223	0,7219	0,7210
$\beta$ (1/K)	1/323	1/321	1/319,5	1/317,5
$Ra_L$	$4,13 \times 10^6$	$4,10 \times 10^6$	$4,07 \times 10^6$	$4,01 \times 10^6$
Nu	24,40	24,210	24,15	24,01
$h$ (W/m $^2$ $^\circ\text{C}$ )	5,1336	4,9323	4,7736	4,5538
A (m $^2$ )	0,0364	0,0364	0,0364	0,0364
$Q_h$ (W)	3,7373	1,86	1,39	1,38

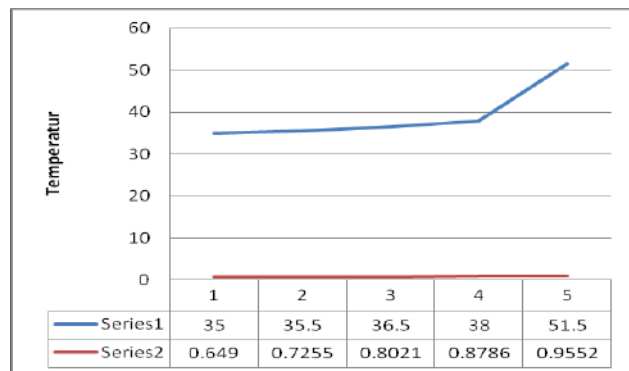


**Gambar 9.** Grafik temperatur film  $T_f$  vs  $Q$  (laju perpindahan panas) untuk pengujian tanpa sekat

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Laju Perpindahan Panas Dengan Sekat Kalsiboard

Besaran	Temperatur film, $T_f$ ( $^\circ\text{C}$ )				
	51,5	38	36,5	35,5	35
$k$ (W/m $^\circ\text{C}$ )	0,02735	0,02662	0,02662	0,02735	0,02625
$\nu$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	$1,798 \times 10^{-5}$	$1,722 \times 10^{-5}$	$1,722 \times 10^{-5}$	$1,798 \times 10^{-5}$	$1,65 \times 10^{-5}$
Pr	0,7228	0,7265	0,7240	0,7238	0,7268
$\beta$ (1/K)	1/323	1/311,5	1/311,5	1/323,5	1/308
$Ra_L$	$4,13 \times 10^6$	$2,74 \times 10^6$	$2,74 \times 10^6$	$4,13 \times 10^6$	$4,10 \times 10^6$
Nu	24,40	21,82	21,82	20,40	20,368

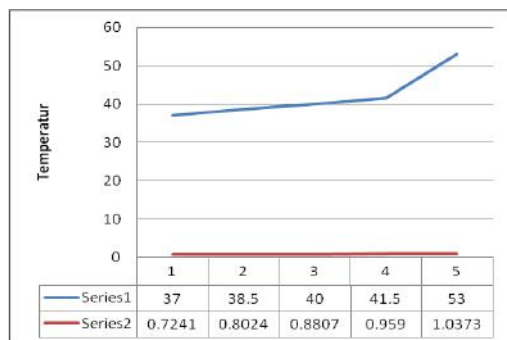
$h$ (W/m <sup>2</sup> °C)	4,8245	4,3780	4,2860	4,1336	3,9210
$A$ (m <sup>2</sup> )	0,0182	0,0182	0,0182	0,0182	0,0182
$\dot{Q}_k$ (W)	0,9552	0,8786	0,8021	0,7255	0,6490



Gambar 10. Grafik temperatur film  $T_f$  vs  $Q$  (laju perpindahan panas) untuk pengujian dengan sekat kalsiboard

Tabel 7. Hasil Perhitungan Laju Perpindahan Panas Dengan Sekat Triplek

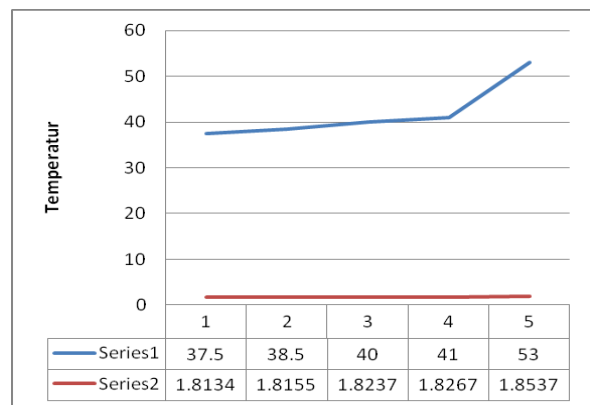
Besaran	Temperatur film, $T_f$ (°C)				
	53	41,5	40	38,5	37
$k$ (W/m °C)	0,027569	0,02642	0,02610	0,02562	0,02560
$D$ ( m <sup>2</sup> /s)	1,8274 x 10 <sup>-5</sup>	1,792 x 10 <sup>-5</sup>	1,702 x 10 <sup>-5</sup>	1,701 x 10 <sup>-5</sup>	1,691 x 10 <sup>-5</sup>
Pr	0,72202	0,7258	0,7255	0,7265	0,7263
$\beta$ (1/K)	1/326	1/314,5	1/313	1/311,5	1/310
$Ra_L$	2,77 x 10 <sup>6</sup>	2,69 x 10 <sup>6</sup>	2,55 x 10 <sup>6</sup>	2,51 x 10 <sup>6</sup>	2,49 x 10 <sup>6</sup>
$Nu$	21,85	21,32	21,10	21,02	20,82
$h$ (W/m <sup>2</sup> °C)	4,9930	4,6980	4,4680	4,3780	4,372
$A$ (m <sup>2</sup> )	0,0182	0,0182	0,0182	0,0182	0,0182
$\dot{Q}_k$ (W)	1,0373	0,959	0,8807	0,8024	0,7241



Gambar 11. Grafik temperatur film  $T_f$  vs  $Q$  (laju perpindahan panas) untuk pengujian dengan sekat triplek

Tabel 8. Hasil Perhitungan Laju Perpindahan Panas Dengan Sekat Kaca

Besaran	Temperatur film, $T_f$ (°C)				
	53	41	40	38,5	37,5
$k$ (W/m °C)	0,027569	0,02762	0,02565	0,02562	0,02562
$D$ ( m <sup>2</sup> /s)	1,8274 x 10 <sup>-5</sup>	1,792 x 10 <sup>-5</sup>	1,702 x 10 <sup>-5</sup>	1,722 x 10 <sup>-5</sup>	1,722 x 10 <sup>-5</sup>
Pr	0,72202	0,7258	0,7255	0,7265	0,7265
$\beta$ (1/K)	1/326	1/314	1/313	1/311,5	1/311,5
$Ra_L$	2,77 x 10 <sup>6</sup>	2,76 x 10 <sup>6</sup>	2,75 x 10 <sup>6</sup>	2,74 x 10 <sup>6</sup>	2,74 x 10 <sup>6</sup>
$Nu$	21,85	21,82	21,82	21,82	21,82
$h$ (W/m <sup>2</sup> °C)	4,9930	4,6980	4,4680	4,3780	4,3780
$A$ (m <sup>2</sup> )	0,0182	0,0182	0,0182	0,0182	0,0182
$\dot{Q}_k$ (W)	1,8537	1,8267	1,8237	1,8155	1,8134



Gambar 12. Grafik temperatur film  $T_f$  vs  $Q$  (laju perpindahan panas) untuk pengujian dengan sekat kaca

Sifat-sifat udara pada temperatur 53°C dan tekanan 1 atm dicari dengan interpolasi sebagai berikut:

Sifat-sifat udara	Temperatur film, $T_f$ (°C)		
	50	53	60
$k$ (W/m °C)	0,02735	$x = 0,027569$	0,02808
$D$ ( m <sup>2</sup> /s)	1,798 x 10 <sup>-5</sup>	$x = 1,8274$	1,896 x 10 <sup>-5</sup>
Pr	0,7228	$x = 0,72202$	0,7202

Caranya adalah:

$$\frac{60 - 53}{60 - 50} = \frac{0,02808 - x}{0,02808 - 0,02735}$$

$$\frac{7}{10} = \frac{0,02808 - x}{0,00073}$$

$$0,7 (0,00073) = 0,02808 - x$$

$$0,000511 = 0,02808 - x$$

$$x = 0,027569$$

## Tahanan Thermal dan Laju Perpindahan Panas

Aliran panas melalui plat dengan ketebalan  $L$ , luas  $A$  dan konduktivitas termal  $k$  dinyatakan secara konveksi untuk kedua sisi fluida pada temperatur  $T_{\infty 1}$  dan  $T_{\infty 2}$  dengan koefisien perpindahan panas masing-masing adalah  $h_1$  dan  $h_2$ , asumsi  $T_{\infty 2} > T_{\infty 1}$ .

Untuk kondisi steady

$$\dot{Q} = h_1 A (T_w - T_1) = k A \frac{T_1 - T_2}{L} = h_2 A (T_2 - T_{w2})$$

(Cengel, hal. 131)

Persamaan ini dapat disusun menjadi:

$$\dot{Q} = \frac{(T_w - T_1)}{1/h_1 A} = \frac{T_1 - T_2}{L/kA} = \frac{(T_2 - T_{w2})}{1/h_2 A}$$

$$\dot{Q} = \frac{(T_w - T_1)}{R_{c1}} = \frac{T_1 - T_2}{R_k} = \frac{(T_2 - T_{w2})}{R_{c2}}$$

Dimana:  $R_c = \frac{1}{h_c A}$  dan  $R_k = \frac{L}{k A}$

Laju perpindahan panas  $\dot{Q} = \frac{(T_{\infty 1} - T_{\infty 2})}{R_{\text{tota}}}$

Tahanan thermal total adalah :

$$R_{\text{total}} = R_{c1} + R_k + R_{c2}$$

Konduktivitas thermal masing-masing bahan alumunium dan sekat adalah:

$$\begin{aligned} k_{Al} &= 204 \text{ W/m}^\circ\text{C} \\ k_{kalsiboard} &= 0,048 \text{ W/m}^\circ\text{C} \\ k_{triplek} &= 0,059 \text{ W/m}^\circ\text{C} \\ k_{Kaca} &= 0,78 \text{ W/m}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Tahanan thermal masing-masing bahan adalah:

Untuk plat alumunim :

$$R_{k1} = \frac{0,0002 \text{ m}}{204 \text{ W/m}^\circ\text{C} \times 0,0364 \text{ m}^2}$$

$$R_{k1} = 2,692 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Untuk bahan kalsiboard

$$R_{k2} = \frac{0,003 \text{ m}}{0,048 \text{ W/m}^\circ\text{C} \times 0,0182 \text{ m}^2}$$

$$R_{k2} = 3,434 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Untuk bahan triplek :

$$R_{k3} = \frac{0,003 \text{ m}}{0,059 \text{ W/m}^\circ\text{C} \times 0,0182 \text{ m}^2}$$

$$R_{k3} = 2,793 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Untuk bahan kaca :

$$R_{k4} = \frac{0,003 \text{ m}}{0,78 \text{ W/m}^\circ\text{C} \times 0,0182 \text{ m}^2}$$

$$R_{k4} = 0,2113 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Tahanan thermal total untuk pengujian 1, 2, 3, dan 4 adalah:

Pengujian 1:

$$R_{\text{total}} = R_{k1} + R_{c1} = 2,692 \times 10^{-5} + 6,4383 = 6,43832 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$R_{c1} = \frac{1}{5,1336 \times 0,0364} = 5,3515 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Pengujian 2:

$$R_{\text{total}} = R_{k1} + 4 R_{kalsi} + R_{c2}$$

$$R_{c2} = \frac{1}{4,8245 \times 0,0182} = 11,389 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$R_{\text{tot}} = 2,5 \times 10^{-5} + 4 \times 3,434 + 11,389 = 25,125 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Pengujian 3:

$$R_{\text{total}} = R_{Al} + 4 R_{triplek} + R_{c3}$$

$$R_{c3} = \frac{1}{4,993 \times 0,0182} = 11,00 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$R_{\text{total}} = 2,5 \times 10^{-5} + 4 \times 2,793 + 11,00 = 22,172 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Pengujian 4:

$$R_{\text{total}} = R_{Al} + 4 R_{kaca} + R_{c4}$$

$$R_{c4} = \frac{1}{4,993 \times 0,0182} = 11,00 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$R_{\text{total}} = 2,5 \times 10^{-5} + 4 \times 0,2113 + 11,00$$

$$R_{\text{total}} = 11,8452 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

Laju perpindahan panas pada pengujian 1:

$$\dot{Q}_1 = \frac{(60 - 40) \text{ }^\circ\text{C}}{5,351502 \text{ }^\circ\text{C/W}} = 3,7373 \text{ W}$$

Laju perpindahan panas pada pengujian 2:

$$\dot{Q}_2 = \frac{(60 - 36) \text{ }^\circ\text{C}}{25,125 \text{ }^\circ\text{C/W}} = 0,9552 \text{ W}$$

Laju perpindahan panas pada pengujian 3:

$$\dot{Q}_3 = \frac{(60 - 37) \text{ }^\circ\text{C}}{22,172 \text{ }^\circ\text{C/W}} = 1,0373 \text{ W}$$

Laju perpindahan panas pada pengujian 4:

$$\dot{Q}_4 = \frac{(60 - 38) \text{ }^\circ\text{C}}{11,8452 \text{ }^\circ\text{C/W}} = 1,8573 \text{ W}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa laju perpindahan panas pada pengujian ke-2 menggunakan sekat kalsiboard  $Q = 0,9552 \text{ W}$  lebih kecil dari pengujian yang ke-3 bahan dari triplek  $Q = 1,0373 \text{ W}$ , pengujian yang ke-3 ini lebih kecil dari pengujian yang ke-4 dengan bahan sekat dari kaca nilainya  $Q = 1,8573$  sedangkan tanpa sekat  $Q = 3,73 \text{ W}$ .

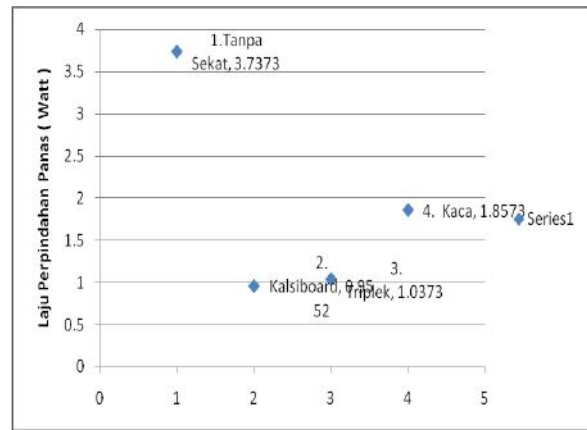
Jadi dapat diurutkan nilai perpindahan panasnya mulai dari yang terkecil adalah sebagai berikut :

1. Sekat Kalsiboard  $Q = 0,9552 \text{ W}$
2. Sekat Triplek  $Q = 1,0373 \text{ W}$
3. Sekat Kaca  $Q = 1,8573 \text{ W}$
4. Tanpa Sekat  $Q = 3,73 \text{ W}$

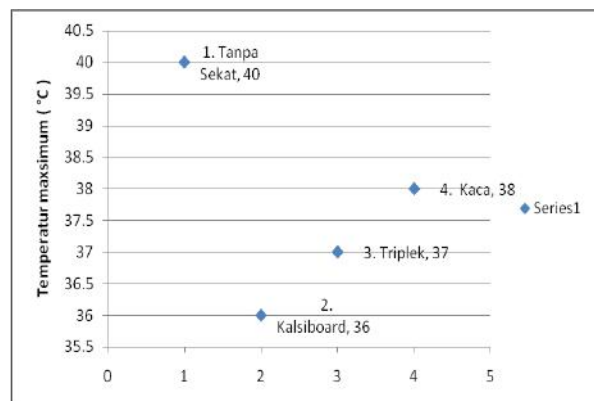
Dari perhitungan dan analisa data yang telah dicatat, dapat dilihat perbandingan nilai laju perpindahan panas dan nilai temperatur selama pengujian dengan waktu maksimum 60 menit seperti ditabel dan garfik dibawah ini :

**Tabel 9.** Nilai perbandingan laju perpindahan panas dan temperatur saat pengujian

No	Jenis Bahan Sekat	Nilai Temperatur Akhir ( °C )	Nilai Laju Perpindahan Panas (Watt)
1	Tanpa Sekat	40	3,7373
2	Kalsiboard	36	0,9552
3	Triplek	37	1,0373
4	Kaca	38	1,8573



**Gambar 13.** Grafik Perbandingan Nilai Laju Perpindahan Panas



**Gambar 14.** Grafik perbandingan temperatur saat pengujian

## SIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan perhitungan sebelumnya, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Laju perpindahan panas tanpa menggunakan sekat  $Q = 3,7373 \text{ W}$ , sekat kalsiboard  $Q = 1,38 \text{ W}$ , triplek  $1,3944$  dan kaca  $1,8573 \text{ W}$ . Jadi laju perpindahan panas tanpa menggunakan sekat lebih besar dari menggunakan sekat dan laju perpindahan panas sekat kalsiboard lebih kecil dibandingkan dengan sekat triplek dan kaca.
2. Besarnya tahanan termal bergantung dengan nilai konduktivitas termal, koefisien konveksi termal dan luas penampangnya.
3. Dimensi bahan berpengaruh terhadap laju perpindahan panas.
4. Dari ketiga bahan sekat yang digunakan dalam penelitian ini, bahan yang paling baik dalam menghambat laju perpindahan panas adalah kalsiboard.

## DAFTAR PUSTAKA

Cengel, Y. A. 2003. *Heat Transfer*. Amerika: Mc Graw-Hill, Second Edition.

Holman, JP. 1988. *Perpindahan Kalor: Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.

Holman, JP. 2002. *Heat Transfer*. Mc Graw - Hill Higher Education, Ninth Edition.

<https://hargadistributorkalsiboard.wordpress.com>.

<http://ms.wikipedia.org/wiki/Kaca>