

**THE PHENOMENON OF SLAG VARIATION HEAT SINK  
TO CHARACTERISTIC OF HEAT TRANSFER**

Solikin

Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**Email : [solikin.ub@gmail.com](mailto:solikin.ub@gmail.com)**

Abstract

One of industrial problem is about uneffectively cooling process in engine. Because of too big or too small cooling degree process has bad effect in it. The cooling process are done by adding area in heating parts. The adding of area called fin. In it there are many problem which resulting heat exchange in stunded, like thickness influence, distance between two fin influence, and slag influence in fin. In this research will study about slag influence to heat exchange in fin also slag influence in fin's efectiveness.

*Key word : fin, slag of fin, eficiency, efectiveness*

**1.PENDAHULUAN**

Komputer adalah suatu alat untuk membantu pekerjaan baik di perkantoran, di perguruan tinggi, pemerintahan bahkan di pedesaan. Perkembangan teknologi yang sangat berkembang pesat, komputer sangat di butuhkan oleh semua orang. Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, computer merupakan sarana pokok yang harus dipenuhi untuk mengembangkan teknologi tersebut. Komponen computer mengeluarkan panas sebagai akibat catu daya yang dipakai. Semakin tinggi kecepatan computer, semakin besar daya yang dipakai dan berakibat komponen-komponen computer semakin panas.

Processor merupakan alat komputer yang berfungsi untuk mengendalikan semua program yang ada dalam perangkat komputer. Baik itu Software maupun Hardware oleh karena itu possessor membutuhkan energi sehingga menimbulkan panas. Untuk menghindari semakin panasnya komponen-komponen computer yang berakibat kerusakan, maka dibutuhkan teknologi

perpindahan panas yang dapat segera mentransfer panas ke lingkungan. Fin heat sink adalah salah satu faktor yang sangat menentukan operasional suatu prosessor pada komputer.

Pada penelitian-penelitian sebelumnya sudah ada penelitian-penelitian yang berkenaan dengan perpindahan panas, yang mana pada penelitian-penelitian yang sebelumnya menyatakan :Nasrul (2006), menyatakan bahwa laju perpindahan panas dengan jarak 2 spasi mengakibatkan blockage efek sehingga udara tidak bisa menyentuh pada base fin, walaupun begitu laju perpindahan panas pada jarak 2 spasi terendah karena pengaruh luas penampang pada fin dengan jarak 2 spasi yang lebar. Dengan jarak variasi 4 spasi memungkinkan udara dapat masuk sampai pada base fin sehinga laju perpindahan panas dengan jarak 4 spasi terbesar. Untuk jarak variasi 8mm meskipun udara dapat bergerak bebas hingga pada base fin. Tetapi dengan luas penampang yang kecil menjadikan laju perpindahan panas fin dengan jarak 8 spasi menjadi kecil. Pada penelitian ini

menghasilkan  $\overline{Nu} = \frac{h \cdot l}{k_f} : f(Re, Pr, x^*)$  angka

Nusselt reratanya ( $\overline{Nu}$ ) merupakan fungsi dari angka Reynold"s ( $Re$ ), sifat aliran ( $Pr$ ), dan faktor geometri permukaan ( $x^*$ ) dalam bentuk konstanta.

1. Syaifullah (2006), menyatakan bahwa perbandingan laju perpindahan panas pada 3 macam fin dengan menggunakan fan, dengan celah 2 spasi, yang kedua dengan celah 4 spasi, yang ketiga dengan celah 8 spasi, bahwa celah yang paling kecil laju perpindahan panas paling tinggi dan paling rendah laju perpindahan panasnya adalah pada celah paling besar. Dari penelitian Syaifullah nilai  $\overline{Nu}$  di peroleh

$$\overline{Nu} = 0,664 Re^{1/2} \cdot (0,7063)^{1/3}$$

2. Makinun (2005), menyatakan bahwa ternyata pasta bisa menambahkan laju perpindahan panas. Pada penelitian ini nilai  $\overline{Nu}$  yang diperoleh

$$\overline{Nu} = 0,664 Re^{1/2} \cdot Pr^{1/3}$$

3. Iskhak Hidayat (2005), menyatakan bahwa semakin meningkat kecepatan udara yang melewatinya, maka semakin besar nilai koefisien konveksinya, akan tetapi semakin jauh jarak dan semakin tinggi temperatur permukaan maka semakin kecil nilai koefisien konveksi tersebut. Ada penelitian ini nilai  $\overline{Nu}$  diperoleh.

$$\overline{Nu} = \frac{h \cdot x}{k} : 0,664 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (Pr \geq 0,6)$$

Melalui Study Eksperimen kali ini di kaji lebih lanjut tentang variasi slag pada FIN HEAT SINK terhadap karakteristik perpindahan panas. Sebagai modal pemanas (elemen pemanas) dengan tiga elemen pemanas (5 watt, 30 watt, 40 watt) model tersebut di uji dengan tiga variasi, sehingga nantinya akan di dapatkan suatu kesimpulan yang akan melengkapi penelitian terdahulu mengenai fenomena

perpindahan panas yang terjadi pada heat sink.

Sebuah ekspansi teknologi yang berkembang sangat cepat perlu penelitian lebih lanjut guna untuk menyempurnakan teknologi yang menghasilkan suatu kasus yang terjadi pada fin heat sink komputer, yang telah mengalami proses perpindahan panas . Pengamatan sebelum di lakukan pengujian pada Fin Heat Sink terhadap laju perpindahan panas yang awalnya belum di beri slag pada bagian sirip-sirip Fin. Dan di lakukan pengujian kedua Fin diberi slag dengan tebal tertentu kemudian di ukur berapa panas yang di timbulkan pada Fin setelah diberi slag. Pengujian ketiga Fin diberi slag dari tebal awal dipertebal dengan ketebalan tertentu dan di ukur berapa besar panas setelah slag dipertebal. Dengan dilakukannya pengujian di atas akan diketahui seberapa besar pengaruh slag pada Fin Heat Sink terhadap laju perpindahan panas.

## 1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang di analisa adalah berapa besar pengaruh slag terhadap perpindahan panas pada Fin Heat Sink komputer.

## 1.3. Batasan Masalah

Dalam suatu penelitian supaya menghasilkan yang lebih terarah dan tujuan yang di inginkan maka perlu adanya batasan-batasan , adapun batasan masalah dalam penelitian pengaruh slag pada Heat Sink terhadap laju perpindahan panas tersebut meliputi :

- a. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa variasi slag
- b. Penelitian hanya dilakukan pada fin bagian dalam.
- c. Kondisi Temperatur Ruangan di anggap Konstan.
- d. Jarak antara elemen pemanas dengan heat sink di abaikan.
- e. Penelitian hanya dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi slag pada Fin Heat Sink terhadap laju perpindahan panas.

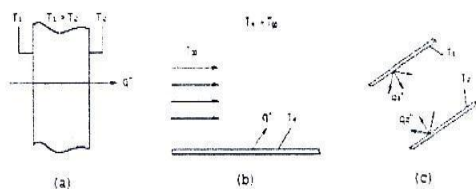
Panas telah diketahui dapat berpindah dari

tempat dengan temperatur lebih tinggi ke tempat dengan temperatur lebih rendah. Hukum pencampuran panas juga terjadi karena panas itu berpindah, sedangkan pada kalorimeter, perpindahan panas dapat terjadi dalam bentuk pertukaran panas dengan luar sistem.

Jadi pemberian atau pengurangan panas tidak saja mengubah temperatur atau fase zat suatu benda secara local, melainkan panas itu merambat ke atau dari bagian lain benda atau tempat lain. Peristiwa ini disebut *perpindahan panas*.

Perpindahan panas dapat dibagi dalam beberapa golongan cara perpindahan. Panas itu dapat merambat dari suatu bagian ke bagian lain melalui zat atau benda yang diam. Panas juga dapat dibawa oleh partikel-partikel zat yang mengalir. Umumnya perpindahan panas berlangsung sekaligus dengan ketiga cara yaitu : Perpindahan panas melalui cara pertama disebut perpindahan panas melalui konduksi, cara kedua perpindahan panas melalui konveksi dan cara ketiga melalui radiasi.

Perbedaan skematis proses perpindahan panas tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1 seperti berikut.



Gambar 2.1 Mekanisme proses perpindahan panas :

- a. Konduksi
- b. Konveksi
- c. Radiasi

**2.1. Perpindahan Panas Secara Konduksi**

Panas dapat berpindah dari molekul yang satu ke molekul yang lain di sekitarnya. Ada energi panas yang berpindah antar molekul. Perpindahan energi panas semacam ini terjadi jika ada kontak-saling bersentuhan antara benda yang satu dengan benda yang lain. Misalnya, dari mesin sepeda motor ke kaki pengendaranya karena ada bagian kaki yang menempel pada badan mesin. Selain kontak langsung, perpindahan panas ini juga dapat terjadi pada suatu benda yang sama. Misalnya, salah satu ujung sebuah batang

logam (paku) dipanasi, ternyata beberapa waktu kemudian ujung yang lain juga menjadi panas. Perpindahan semacam ini disebut perpindahan panas secara konduksi. Jumlah panas yang dipindahkan persatuan waktu sebanding dengan luas penampang dan gradient temperaturnya.

Konduksi bisa dipandang sebagai perpindahan energi dari partikel yang lebih enerjik ke partikel kurang enerjik akibat interaksi antar partikel. Mekanisme fisik konduksi ditandai dengan aktifitas molekuler didalam bentuk getaran kisi (*lattice vibrations*) atau difusi energi akibat dari pergerakan acak molekular.

**2.2. Perpindahan Panas Secara konveksi**

Konveksi adalah proses perpindahan panas yang terjadi bila ada perbedaan suhu antara permukaan suatu benda padat dengan fluida yang bergerak yang melintas di atas permukaan tersebut. Contoh : pada waktu memasak air di dalam ceret atau panci. Yang dipanaskan air di bagian bawah. Tetapi makin lama air bagian atas pun menjadi panas. Air yang paling dekat pada sumber panas paling dulu memuai. Masa jenisnya menurun. Akibatnya, kolom air tersebut terangkat naik ke permukaan. Sebaliknya, air di sebelah atasnya bergerak ke arah bawah. Demikian seterusnya, air di bawah naik karena memuai dan air di atasnya turun mengisi tempat yang ditinggalkan. Terjadi aliran air di dalam ceret atau panci. Perpindahan panas semacam ini disebut konveksi. Konveksi terjadi karena ada medium yang bergerak sambil membawa panas. Perpindahan panas di udara termasuk konveksi.

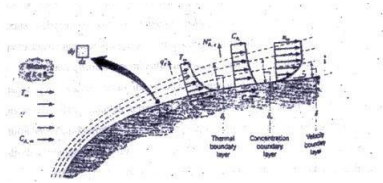
Perpindahan panas konveksi terdiri dari dua mekanisme yakni :

- a. Perpindahan energi yang disebabkan gerakan random molekul yaitu difusi.
- b. Gerakan makroskopik didalam lapisan batas (*boundary layer*).

Perpindahan panas konveksi tergantung pada viskositas fluida dan sifat-sifat termal fluida seperti konduktivitas termal, kalor spesifik dan density.

Viskositas fluida akan mempunyai profil kecepatan aliran dimana fluida yang memiliki viskositas besar, gradient kecepatannya kecil dan pengaruh gaya geser pemukaannya sangat besar, semakin besar kecepatan aliran maka makin besar

gradient temperatur sehingga panas yang dibawa akan semakin besar pula. Pengaruh viskositas pada profil kecepatan dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.2 Pengembangan profil kecepatan aliran

Perpindahan panas konveksi dinyatakan dengan hukum pendinginan Newton melalui persamaan :

$$q_c = h_c A_c (T_c - T_\infty)$$

.....(2-1)

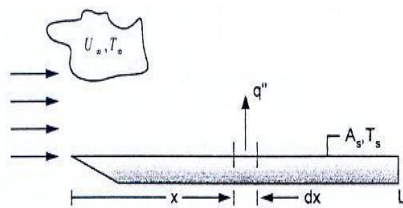
dengan :

q : laju perpindahan panas konveksi (W)

$\bar{h}$  : koefisien Konveksi rerata ( $W/m^2.K$ )

$T_s$  : suhu permukaan (K)

$T_\infty$  : suhu fluida aliran bebas (K)



Gambar 2.3 Perpindahan konveksi melintasi plat datar

Pada suatu permukaan, besarnya koefisien konveksi tidak konstan tetapi berubah-ubah sepanjang daerah perpindahan panas. Untuk itu dikenal istilah koefisien perpindahan panas konveksi lokal yang menyatakan nilai koefisien ini di posisi tertentu pada permukaan perpindahan panas. Koefisien perpindahan panas konveksi rerata merupakan nilai rata-rata koefisien perpindahan panas konveksi lokal pada

seluruh permukaan. Kedua jenis koefisien ini dihubungkan dengan persamaan :

$$\bar{h} = \frac{1}{A_s} \int_{A_s} h_c dA_s$$

.....(2-2)

Dalam kasus perpindahan panas konveksi pada plat datar (gambar 2.3), koefisien perpindahan panas konveksi ini bervariasi sepanjang jarak x dari leading edge.

Harga koefisien perpindahan panas pada konveksi reratanya dapat di tentukan menggunakan persamaan :

$$\bar{h} = \frac{1}{L} \int_0^L h_c dx$$

.....(2-3)

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

.....(2-4)

$$\bar{Nu} = 0,664(Re)^{1/2} (Pr)^{1/3}$$

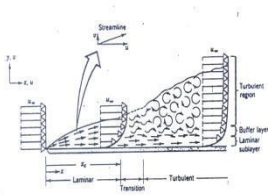
.....(2-5)

Pada setiap persoalan konveksi itu harus menentukan apakah aliran yang terjadi adalah laminar atau turbulen. Aliran laminar adalah aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan-lapisan, atau lamina-lamina, dengan satu lapisan meluncur secara lancar pada lapisan yang bersebelahan dengan saling tukar momentum secara molecular saja. Sedangkan aliran turbulen adalah aliran dengan partikel-partikel fluida yang bergerak dalam lintasan-lintasan yang sangat tidak teratur, dengan mengakibatkan pertukaran momentum dari satu bagian fluida kebagian lainnya dengan cara yang agak menyerupai perpindahan momentum molecular. Gesekan permukaan dan laju perbedaan konveksi sangat tergantung pada keberadaan kondisi tersebut pada gambar di bawah ini, terlihat ada perbedaan tajam antara kondisi laminar dan turbulen.

Pada awalnya, pembentukan lapisan batas itu laminar, tetapi pada suatu jarak kritis karena sifat-sifat fluida, gangguan-gangguan

kecil pada aliran itu membesar dan mulailah terjadi proses transisi hingga akhirnya aliran menjadi turbulen. Karakteristik aliran ini ditentukan oleh kuantitas suatu besaran yang disebut bilangan *Reynold's*.

Asumsi umum untuk perhitungan lapisan batas diambil harga bilangan *Reynold* sebesar  $Re_x \leq 5.10^5$  untuk masa transisi dari aliran laminar menjadi turbulen. Tapi untuk aliran sepanjang plat rata, lapisan batas selalu turbulen untuk  $Re \geq 4.10^6$ .



Gambar 2.4 Pengembangan lapisan batas kecepatan pada plat datar

Ditinjau dari gerakan fluidanya perpindahan panas konveksi secara umum dibedakan menjadi 2 yaitu :

**A. Konveksi Paksa.**

Perpindahan panas konveksi paksa, gerakan fluidanya disebabkan energi dari luar misalnya dengan kompresor, blower, tiupan angin, fan dan lain-lain. Jadi bukan karena gaya *Bouyancy* seperti pada konveksi bebas.

Dalam analisa perpindahan panas konveksi maka factor utama yang harus ditentukan adalah besarnya koefisien perpindahan panas konveksi, dan untuk konveksi paksa akan bergantung dari medan aliran yaitu bilangan Reynold (*Re*) dan bilangan Prandtl (*Pr*) selain dari konduktifitas termal fluida dan bentuk lintasannya.

1. Bilangan Reynold"s.

Bilangan Reynold sebagai penunjuk perbandingan antara gaya inersia dengan gaya gesek fluida yang besarnya adalah :

$$Re = \frac{\rho V x}{\mu} \dots\dots\dots \text{dimana:}$$

dimana :  $\rho$  : massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>).  
 $V$  : kecepatan fluida (m/s).

$x$  : jarak dari tepi depan (m).  
 $\mu$  : viskositas fluida (kg/s.m).  
 atau

$$Re = \frac{Vx}{\nu} \dots\dots\dots$$

Dimana :  $V$  : kecepatan fluida (m/s).  
 $x$  : jarak dari tepi depan (m).  
 $\nu$  : viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/s).

2. Bilangan Prandtl.

Bilangan Prandtl (*Pr*) merupakan parameter yang menunjukkan perbandingan antara viskositas kinematik dengan difusifitas termal dari fluida atau juga merupakan penghubung antara medan kecepatan dan medan suhu, dirumuskan sebagai berikut :

$$Pr = \frac{\nu C_p \rho}{\alpha} = \frac{\mu / \rho}{K / \rho C_p} \dots\dots\dots(2-8)$$

dimana :  $\nu$  : viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/s).  
 $\alpha$  : difusifitas thermal (m<sup>2</sup>/s).  
 $C_p$  : panas jenis (J/kg K).  
 $\mu$  : viskositas absolute fluida (Ns/m<sup>2</sup>).  
 $K$  : konduktifitas panas fluida (W/m K).

3. Bilangan Nusselt.

Untuk menentukan koefisien perpindahan panas konveksi digunakan bilangan Nusselt yang didapat dari percobaan / aksperimen. Bilangan Nusselt didefinisikan sebagai :

$$Nu = \frac{hL}{K_f} \dots\dots\dots(2-9)$$

.....Nu: bilangan(2-6) Nusselt.  
 $h$  : koefisien perpindahan panas konveksi (W/m<sup>2</sup>°K)  
 $L$  : panjang karakteristik (m)

$K_f$  : konduktifitas fluida  
( $W/m^2 \cdot K$ )

a. Kolerasi nilai Nusselt rata-rata pada plat horizontal menurut *Whitaker*

$$Nu = 0,664 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (2-10)$$

aliran laminar

b. Kolerasi nilai Nusselt rata-rata pada plat vertikal menurut *Sogin*

$$Nu = 0,59 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (2-11)$$

c. Kolerasi nilai Nusselt rata-rata pada silinder menurut *Whitaker*

$$Nu = 0,49 Re^{0,4} Pr^{0,33} \quad (2-12)$$

d. Kolerasi nilai Nusselt rata-rata pada prisma menurut *Reiher dan Hilpert*

$$Nu = 0,14 Re^{0,66} \alpha = 0^\circ \quad (2-13)$$

$$Nu = 0,27 Re^{0,59} \alpha = 45^\circ \quad (2-14)$$

e. Kolerasi nilai Nusselt rata-rata pada kerucut menurut *Whitaker*

$$Nu = 0,394 Re^{1/2} \quad (2-15)$$

**B. Konveksi Bebas.**

**METODE PENELITIAN**

Laporan tugas akhir merupakan hasil penelitian terhadap peralatan (dalam hal ini Heat Sink ) yang telah ada di lapangan dan digunakan oleh banyak orang yang ada di sekitar kita saat ini.

Metode yang dipakai dalam menyusun dan menulis laporan tugas akhir ini ada beberapa macam dan cara dimana akan di uraikan sebagai berikut. Untuk menghitung dan menganalisa semua hasil pada bab 3 dan bab 4, dengan menggunakan metode pengaruh pemberian slag pada fin.

Dalam menghitung dan meneliti semua komponen, di pakai pendekatan teori dan praktek dari mata kuliah Perpindahan Panas.

Perpindahan panas konveksi ini terjadi bila aliran fluida bergerak secara alami sehingga tidak ada aliran yang dipaksakan oleh peralatan lain. Aliran fluida secara alami ini disebabkan gaya berat atau gaya gravitasi yang bekerja pada fluida karena gradient massa jenis yang disebut gaya *buoyancy* yang menyebabkan arus konveksi.

Untuk menyelesaikan laju perpindahan panas konveksi pada konveksi bebas ini diperlukan suatu koefisien yakni :

1. Bilangan Grashof (*Gr*).

Bilangan Grashof yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan gaya apung terhadap gaya viskos. Bilangan Grashof sendiri dirumuskan :

$$Gr_L = \frac{g \beta (T_s - T_\infty) L^3}{\nu^2} \quad (2-17)$$

dimana :  $g$  : kecepatan gravitasi ( $m/s^2$ ).

$L$  : dimensi karakteristik (m).

$\nu$  : viskositas kinematik ( $m^2/s$ ).

$\beta$  : koefisien ekspansi volume (1/K).

2. Bilangan Rayleigh

Bilangan Rayleigh dirumuskan :

$$Ra = Gr.Pr \quad (2-18)$$

dimana :  $Ra$  : Bilangan Rayleigh.  
 $Gr$  : Bilangan Grashof.  
 $Pr$  : Bilangan Prandtl.

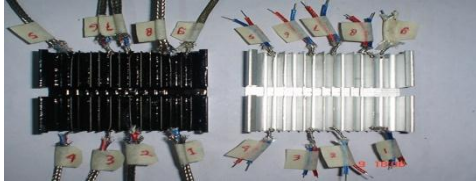
**3.1. Spesifikasi Penelitian**

1. Pada penelitian ini menggunakan fin heat sink CPU COOLER model : TSP3-1 INTEL CELERON UP TO 1.4GHZ.



Gambar : 3.1. Fin Heat Sink

Pada penelitian ini tiap titik pada fin diberi Termokopel untuk mengetahui berapa temperatur di tiap titik fin. Pada penelitian ini ada 9 (sembilan) titik fin yang diambil. Terlihat pada gambar : 3.2



(a)

Gambar : 3.2. a. Fin Heat Sink Menggunakan Slag  
a. Fin Heat Sink Tanpa Slag

2. Termokopel Tipe K  
Alat untuk membantu menghantarkan panas dari fin ke Thermodigital.
3. Elemen pemanas  
Elemen pemanas disini ditempelkan pada Head Sink Base.



(a) (b) (c)

Gambar : 3.3. Elemen Pemanas  
b. 40 Watt b. 30 Watt c. 5 Watt

4. Stop Wacth  
Untuk membantu mengetahui perubahan menit.
5. Thermodigital  
Untuk memudahkan pembacaan temperatur pada benda kerja yang telah di uji.



Gambar : 3.4. Thermodigital

**PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN**

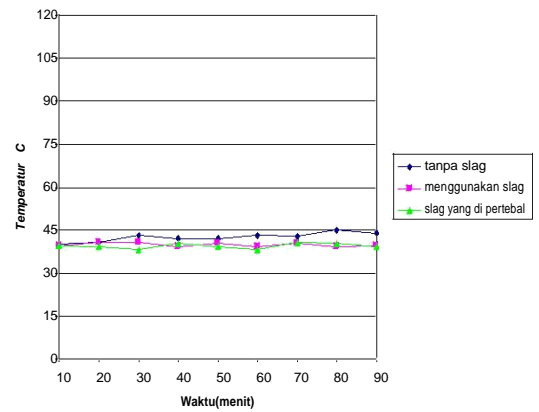
(  
b

**4.1. Hasil pengukuran rata-rata**

Perbandingan temperatur tanpa Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 5 Watt.

Tabel 4.1. Perbandingan temperatur tanpa Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 5 Watt.

Grafik Perbandingan tanpa Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 5 Watt.

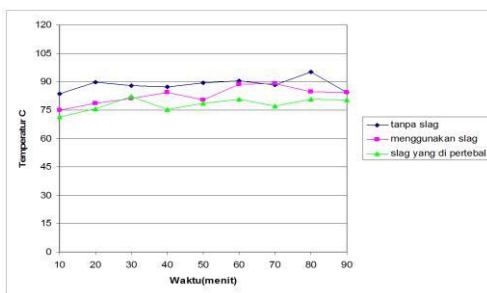


Gambar 4.1. Grafik Perbandingan tanpa Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 5 Watt.

Pada gambar 4.1 dengan elemen pemanas 5 watt fin tanpa slag dari waktu 10 menit sampai dengan 90 menit temperatur selalu naik. Berbeda dengan fin tanpa slag dan fin dengan slag yang di pertebal, dari waktu 10 menit sampai dengan 90 menit temperatur di bawah fin tanpa slag. Dapat di simpulkan bahwa memakai slag dari waktu 10 menit hingga 90 menit temperatur tidak bisa naik. Ini akibat dari laju perpindahan panas terhambat akibat adanya slag. Semakin tebal slag semakin kecil laju perpindahan panas.

Perbandingan temperatur tanpa memakai Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 30 Watt.

Tabel 4.2. Perbandingan temperatur tanpa Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 30 Watt.



Grafik Perbandingan tanpa memakai Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 30 Watt.

Gambar 4.2. Grafik Perbandingan tanpa memakai Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 30 Watt.

Dari gambar 4.2 dengan menggunakan elemen pemanas 30 watt temperatur yang terjadi berbeda dengan menggunakan elemen pemanas 5 watt. Sesuai dengan Hukum

$$\text{Forier } \overline{q} = k \frac{dT}{dx}$$

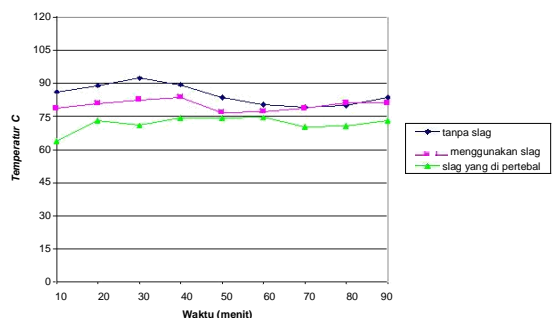
Dari Hukum Fourier dapat diketahui bahwa semakin besar elemen pemanas yang diberikan maka gradien suhu yang terjadi pada penampang

fin atau temperatur pada ujung akan semakin besar. Dari table 4.2 tidak beda jauh dengan tabel 4.1 yaitu fin yang menggunakan slag dapat menghambat laju perpindahan panas sehingga temperatur tidak bisa naik.

Perbandingan temperatur tanpa memakai Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 40 Watt.

Tabel 4.3. Perbandingan temperatur tanpa Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 40 Watt.

Grafik Perbandingan tanpa memakai Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 40 Watt.



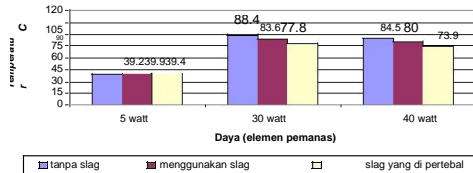
Gambar 4.3. Grafik Perbandingan tanpa memakai Slag, menggunakan Slag dan Slag yang di pertebal. Dengan elemen pemanas 40 Watt.

Dari gambar 4.3 dengan menggunakan elemen pemanas 40 watt temperatur semakin tinggi sesuai dengan Hukum Forier. Pada gambar 4.3 pada fin tanpa slag dari waktu 10 menit hingga 30 menit terjadi kenaikan temperatur namun setelah 30 menit sampai 90 menit temperatur di fin tanpa slag menurun. Pada fin menggunakan slag pada menit ke 10 sampai menit ke 40 temperatur naik. Pada menit ke 40 sampai menit ke 50 fin turun. Terjadi kenaikan temperatur di menit ke 50 sampai dengan menit ke 90. Berbeda dengan yang terjadi pada fin dengan slag yang pertebal, temperatur yang terjadi mulai dari menit ke 10 temperatur rendah



hingga menit ke 90 temperatur tidak dapat naik. Dapat disimpulkan bahwa semakin tebal slag maka akan semakin menghambat laju perpindahan panas yang mana menghambat temperatur tidak bisa naik.

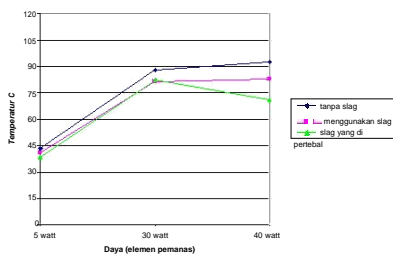
Dari gambar 4.1, 4.2 dan 4.3 di sederhanakan menjadi gambar 4.4 di bawah.



Gambar 4.4 perbandingan temperatur tanpa slag, menggunakan slag dan slag yang dipertebal dengan daya 5 watt, 30 watt dan 40 watt.

Untuk melihat lebih jelas seberapa besar pengaruh slag terhadap laju perpindahan panas tanpa slag, menggunakan slag dan slag yang di pertebal, disini akan kita lihat dari grafik Temperatur dan Daya. Saya ambil 2 (dua) dari sembilan kali pengambilan data yaitu 30 menit dan 70 menit dari elemen pemanas 5 Watt, 30 Watt, dan 40 Watt.

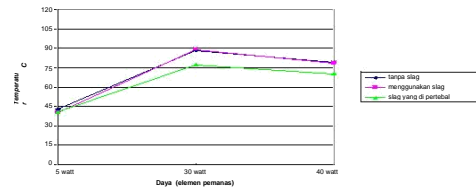
Grafik Temperatur dan Daya setelah 30 menit



Gambar 4.4. Perbedaan laju perpindahan panas tanpa slag, menggunakan slag dan slag yang di pertebal setelah 30 menit. Pada gambar 4.4. perbandingan temperatur dengan daya (elemen pemanas) 5 watt, 30 watt dan 40 watt setelah menit ke 30. ketika menggunakan elemen pemanas 5 watt, temperatur yang terjadi pada fin tanpa slag lebih tinggi dari fin yang menggunakan slag dan fin dengan slag yang dipertebal. Dilihat dari gambar 4.4. semakin besar elemen pemanas yang berikan maka temperatur yang dialami pada fin tanpa slag dan fin menggunakan slag semakin tinggi. Berbeda

dengan fin yang dipertebal pada pemberian elemen pemanas 5 watt ke 30 watt temperatur naik, tetapi setelah diberi elemen pemanas 40 watt temperatur turun.

Grafik Temperatur dan Daya setelah 70 menit



Gambar 4.5. Perbedaan laju perpindahan panas tanpa slag, menggunakan slag dan slag yang di pertebal setelah 70 menit.

Pada gambar 4.5. perbandingan temperatur dengan daya (elemen pemanas) 5 watt, 30 watt dan 40 watt setelah menit ke 70. berbeda pada gambar 4.4. pada gambar 4.5. Disini dapat diketahui bahwa dengan elemen pemanas 40 watt di menit ke 70 terjadi penurunan temperatur baik itu fin tanpa slag, fin menggunakan slag dan fin dengan slag yang dipertebal. Coba lihat kembali pada gambar 4.4, setelah pemakaian elemen pemanas 40 watt di menit ke 30 terjadi penurunan temperatur. Dari penelitian ini di dapat bahwa dengan elemen pemanas yang besar, panas tidak dapat bersirkulasi dengan udara secara bergantian.

Pada gambar 4.6 dapat di lihat ketika pemberian elemen pemanas, panas merambat kebagian-bagian fin lalu terjadi sirkulasi udara. Terjadinya penghambatan laju perpindahan panas akibat elem pemanas terlalu besar di sebabkan ketika

panas yang merambat keujung fin tidak dapat bersirkulasi antara udara dengan panas yang di timbulkan. Permasalahan ini terjadi juga karena pengaruh tebal fin dan jarak antara fin dengan fin yang lain. Pada model hest sink yang di pakai dalam penelitian ini terjadi penghambatan laju perpindahan panas akibat daya elemen pemanas terlalu besar.

### 4.3. Perhitungan Hasil Pengujian

Berikut ini akan dibahas mengenai perhitungan

laju perpindahan panas pada ujung fin dan base fin. Dengan tebal fin  $t = 1.5\text{mm}$  ( $0,0015\text{m}$ ), dan panjang fin =  $26\text{ mm}$  ( $0.026\text{m}$ ), lebar fin  $w = 15\text{ mm}$  ( $0,015$ ).

Dimana :

Temperatur ruang percobaan  $T = 32,6^0\text{ C}$

dimana  $T_{\infty} = 32,6^0\text{ C} + 273$   $T_{\infty} = 305,6^0\text{ K}$

Dari data yang di dapat nilai Interpolasi pada lampiran I tabel 1

Di mana :

$$k = 26,7144 \times 10^{-3} \text{ W/m}^{\circ} \text{ K}$$

Diagram "Reynold", pada  
7-1-2014

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$= \frac{1,1800368 \text{ kg/m}^3 \times 16,45336 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}}{0,008\text{m} \cdot 187,2432 \cdot 10^{-7} \text{ kg/ms}}$$

$$= \frac{0,1553 \cdot 10^{-6} \text{ kg/ms}}{187,2432 \cdot 10^{-7} \text{ kg/ms}} = 0,0008294$$

$$Nu = 0,664(Re)^{1/2} (Pr)^{1/3}$$

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

$$p = \dots$$

2.0000000000  
0.0000000000  
0.0000000000  
0.0000000000  
0.0000000000  
0.0000000000  
0.0000000000  
0.0000000000  
0.0000000000  
0.0000000000

$$t = 1,5 \text{ mm} = 0,0015 \text{ m}$$

$$A_c = 0,015 \times 0,0015 = 0,0000225 \text{ m}^2$$

$$A_f = .t = 26 \text{ mm} = 0,026 \text{ t} = 15 \text{ mm} = 0,015 \text{ Af} = 0,026 \times 0,015 = 0,00039 \text{ m}^2$$

$$m = \sqrt{\frac{h \cdot p}{k \cdot A_c}} = \sqrt{\frac{0,07568 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ} \text{ K} \times 0,033}{0,02671 \text{ W/m}^{\circ} \text{ K} \times 0,0000225 \text{ m}^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,02497}{0,000006009}} = \sqrt{4155,433} = 64,4626$$

Bilangan Grashof pada

$$L_{vert} = 6\text{cm} = 6\text{cm} \times 0,0328 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 0,197 \text{ ft mL} = m \cdot L_{vert}$$

$$= 64,4626 \cdot 0,197 = 12,6991 \text{ m}$$

$$\frac{h}{m \cdot k} = \frac{0,0758 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ} \text{ K}}{64,4626 \cdot 0,02671 \text{ W/m}^{\circ} \text{ K}} \cdot Pr = 0,70556$$

$$= \frac{0,0758}{1,7217}$$

Nilai perhitungan fin tanpa slag dengan elemen pemanas 5 watt

$\theta_b$  = base fin, di dapat dari nilai hasil rata-rata dari hasil percobaan di titik 9

$$\text{Yaitu : } 37,4^0\text{ C} + 273 = 310,4^0\text{ K}$$

$$M = \sqrt{h \cdot p \cdot k \cdot A_c \cdot \theta_b} = \sqrt{0,000004658} = 0,02158 \text{ W}$$

Laju perpindahan panas pada fin tanpa slag dengan elemen pemanas 5 watt.

$$q_{sirip} = M \frac{\sinh mL + (h/m \cdot k) \cosh mL}{\cosh mL + (h/m \cdot k) \sinh mL}$$

$$= 0,02158 \text{ W} \frac{0,2198 + (0,0440)0,9755}{0,9755 + (0,0440)0,2198}$$

$$= 0,02158 \text{ W} \frac{0,2198 + 0,042922}{0,9755 + 0,09671}$$

$$= 0,02158 \text{ W} \frac{0,2627}{1,07221} = 0,05287 \text{ W}$$

Efektivenes pada fin

$$\epsilon_{sirip} = \frac{q_{sirip}}{h \cdot A_{c,b} \cdot \theta_b} = \frac{0,05287 \text{ W}}{0,07568 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ} \text{ K} \times 0,0000225 \text{ m}^2 \times 310,4^0 \text{ K}}$$

$$= \frac{0,05287}{0,005285}$$

$$= 10,0037$$

Efisiensi pada fin

$$\eta_{sirip} = \frac{q_{sirip}}{h.A_f . \theta_b}$$

$$= \frac{0,05287W}{0,07568W/m^2 \cdot 0 K \times 0,00039m^2 \times 310,4 K}$$

$$= \frac{0,05287}{0,0916}$$

$$= 0,5764$$

Nilai perhitungan fin tanpa slag dengan elemen pemanas 30 watt

$\theta_b$  = base fin, di dapat dari nilai hasil rata-rata dari hasil percobaan di titik 9  
Yaitu :  $83,6^{\circ} C + 273 = 356,6^{\circ} K$

$$M = \sqrt{h \cdot p \cdot k \cdot A_c \cdot \theta_b}$$

$$= \sqrt{0,07568W/m^2 \cdot 0 K \times 0,033x0,02671W/m \cdot 0 K \times 0,000225m^2 \times 356,6^{\circ} K}$$

$$= \sqrt{0,000005352}$$

$$= 0,02313 W$$

Laju perpindahan panas pada fin tanpa slag dengan elemen pemanas 30 watt.

$$M = \frac{\sinh mL + (h/m.k) \cosh mL}{\cosh mL + (h/m.k) \sinh mL} q_{sirip}$$

$$= \frac{0,02313W \cdot 0,2198 + (0,0440)0,9755}{0,9755 + (0,0440)0,2198}$$

$$= \frac{0,02313W \cdot 0,2198 + 0,042922}{0,9755 + 0,09671}$$

$$= 0,02313W \cdot 1,07221 \cdot 0,2627$$

$$= \frac{0,05667}{0,006072}$$

$$= 9,3330$$

Efisiensi pada fin

$$\eta_{sirip} = \frac{q_{sirip}}{h.A_f . \theta_b}$$

$$= \frac{0,05667W}{0,07568W/m^2 \cdot 0 K \times 0,00039m^2 \times 356,6 K}$$

$$= \frac{0,05667}{0,0105}$$

$$= 5,3971$$

Nilai perhitungan fin tanpa slag dengan elemen pemanas 40 watt

$\theta_b$  = base fin, di dapat dari nilai hasil rata-rata dari hasil percobaan di titik 9  
Yaitu :  $83,9^{\circ} C + 273 = 356,9^{\circ} K$

$$M = \sqrt{h \cdot p \cdot k \cdot A_c \cdot \theta_b}$$

$$= \sqrt{0,000005356}$$

$$= 0,02314 W$$

Laju perpindahan panas pada fin tanpa slag dengan elemen pemanas 40 watt.

$$q_{sirip} = M \frac{\sinh mL + (h/m.k) \cosh mL}{\cosh mL + (h/m.k) \sinh mL}$$

$$= 0,02314W \cdot \frac{0,2198 + (0,0440)0,9755}{0,9755 + (0,0440)0,2198}$$

$$= 0,02314W \cdot \frac{0,2198 + 0,042922}{0,9755 + 0,09671}$$

$$= 0,02314W \cdot \frac{0,2627}{1,07221}$$

$$= 0,05669 W$$

$$= 0,05667 \text{ W}$$

Efektivenes pada fin

$$\varepsilon_{\text{sirip}} = \frac{q_{\text{sirip}}}{h \cdot A_{c,b} \cdot \theta_b}$$

$$= \frac{0,05667 \text{ W}}{0,07568 \text{ W m}^2 \cdot 0 \text{ K} \times 0,0000225 \text{ m}^2 \times 356,6^0 \text{ K}}$$

Efektivenes pada fin

$$\varepsilon_{\text{sirip}} = \frac{q_{\text{sirip}}}{h \cdot A_{c,b} \cdot \theta_b}$$

$$= \frac{0,05669}{0,006077}$$

$$= 9,3286$$

Efisiensi pada fin

$$\eta_{\text{sirip}} = \frac{q_{\text{sirip}}}{h \cdot A_f \cdot \theta_b}$$

$$= \frac{0,05669 \text{ W}}{0,07568 \text{ W m}^2 \cdot 0 \text{ K} \times 0,00039 \text{ m}^2 \times 356,9^0 \text{ K}}$$

$$= \frac{0,05669 \text{ W}}{0,0105 \text{ W m}}$$

$$= 5,3990$$

Nilai perhitungan fin menggunakan slag dengan elemen pemanas 5 watt

$\theta_b$  = base fin, di dapat dari nilai hasil rata-rata dari hasil percobaan di titik 9  
Yaitu :  $40,0^0 \text{ C} + 273 = 313^0 \text{ K}$

$$M = \frac{h \cdot p \cdot k \cdot A_c \cdot \theta_b}{0,07568 \text{ W m}^2 \cdot 0 \text{ K} \times 0,033 \times 0,02671 \text{ W m}^2 \cdot 0 \text{ K} \times 0,000225 \text{ m}^2 \times 313^0 \text{ K}}$$

$$= \frac{0,000004697}{0,02167 \text{ W}}$$

Laju perpindahan panas pada fin menggunakan slag dengan elemen pemanas 5 watt.

$$q_{\text{sirip}} = M \frac{\sinh mL + (h \cdot m \cdot k) \cosh mL}{\cosh mL + (h \cdot m \cdot k) \sinh mL}$$

$$= 0,02167 \text{ W} \frac{0,2198 + (0,0440)0,9755}{0,9755 + (0,0440)0,2198}$$

$$= 0,02167 \text{ W} \frac{0,2198 + 0,042922}{0,9755 + 0,09671}$$

$$= 0,02167 \text{ W} \frac{0,2627}{1,07221}$$

$$= 0,05309 \text{ W}$$

Efektivenes pada fin

$$\varepsilon_{\text{sirip}} = \frac{q_{\text{sirip}}}{h \cdot A_{c,b} \cdot \theta_b}$$

Nilai perhitungan fin menggunakan slag dengan elemen pemanas 30 watt

$\theta_b$  = base fin, di dapat dari nilai hasil rata-rata dari hasil percobaan di titik 9

Yaitu :  $75,8^0 \text{ C} + 273 = 348,8^0 \text{ K}$

$$M = \frac{h \cdot p \cdot k \cdot A_c \cdot \theta_b}{0,000005235}$$

$$= 0,02288 \text{ W}$$

Laju perpindahan panas pada fin menggunakan slag dengan elemen pemanas 30 watt.

$$q_{\text{sirip}} = M \frac{\sinh mL + (h \cdot m \cdot k) \cosh mL}{\cosh mL + (h \cdot m \cdot k) \sinh mL}$$

$$= 0,02288 \text{ W} \frac{0,2198 + (0,0440)0,9755}{0,9755 + (0,0440)0,2198}$$

$$= 0,02288 \text{ W} \frac{0,2198 + 0,042922}{0,9755 + 0,09671}$$

$$= 0,02288 \text{ W} \frac{0,2627}{1,07221}$$

$$= 0,05605 \text{ W}$$

Efektivenes pada fin

$$\varepsilon_{\text{sirip}} = \frac{q_{\text{sirip}}}{h \cdot A_{c,b} \cdot \theta_b}$$

$$= \frac{0,05605 \text{ W}}{0,07568 \text{ W m}^2 \cdot 0 \text{ K} \times 0,0000225 \text{ m}^2 \times 348,8^0 \text{ K}}$$

$$= \underline{\underline{0,05605}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,07568 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot 0,0000225 \text{ m}^2 \cdot 313 \text{ K}}{0,00594} \\
 &= 94360 \\
 &= \frac{0,05309}{0,00533} \\
 &= 9,9606 \\
 \text{Efisiensi pada fin} \\
 \eta_{\text{ sirip}} &= \frac{q_{\text{ sirip}}}{h \cdot A_f \cdot \theta_b} \\
 &= \frac{0,05605 \text{ W}}{0,07568 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot 0,00039 \text{ m}^2 \cdot 348,8 \text{ K}}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{0,05605}{0,0102}$$

$$= 5,4950$$

Nilai perhitungan fin menggunakan slag dengan elemen pemanas 40 watt

$\theta_b$  = base fin, di dapat dari nilai hasil rata-rata dari hasil percobaan di titik 9

$$\text{Yaitu : } 78,2^{\circ} C + 273 = 351,2^{\circ} K$$

$$M = \sqrt{h \cdot p \cdot k \cdot A_c \cdot \theta_b}$$

$$= \sqrt{0,07568 W / m^2 \cdot ^{\circ} K \times 0,033 \times 0,02671 W / m \cdot ^{\circ} K \times 0,000225 m^2 \times 351,2^{\circ} K}$$

$$= \sqrt{0,00000527}$$

$$= 0,0229 W$$

Laju perpindahan panas pada fin menggunakan slag dengan elemen pemanas 40 watt.

### KESIMPULAN

Setelah melakukan perhitungan dan pembahasan terhadap hasil percobaan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Perbandingan fin tanpa slag, fin menggunakan slag dan fin dengan slag yang dipertebal. Dari perhitungan didapat bahwa Slag dapat menghambat laju perpindahan panas.
2. Dengan menggunakan elemen pemanas 40 watt atau elemen pemanas yang terlalu tinggi dengan menggunakan fin heat sink CPU COOLER model : TSP3-1 INTEL CELERON UP TO 1.4GHZ. panas yang merambat melalui fin tidak dapat bersirkulasi dengan udara, karena terlalu panasnya daya yang diberikan.
3. Efisiensi pada fin tanpa slag, fin menggunakan slag dan fin dengan slag yang dipertebal. Pada fin dengan slag

$$q_{\text{sirip}} = M \frac{\sinh mL + (h/m \cdot k) \cosh mL}{\cosh mL + (h/m \cdot k) \sinh mL}$$

$$= 0,0229 W \frac{0,2198 + (0,0440)0,9755}{0,9755 + (0,0440)0,2198}$$

$$= 0,0229 W \frac{0,2198 + 0,042922}{0,9755 + 0,09671}$$

$$= 0,0229 W \frac{0,2627}{1,07221}$$

$$= 0,05610 W$$

Efektivenes pada fin

$$\epsilon_{\text{sirip}} = \frac{q_{\text{sirip}}}{h \cdot A_c \cdot \theta_b}$$

$$= \frac{0,05610 W}{0,07568 W / m^2 \cdot ^{\circ} K \times 0,000225 m^2 \times 351,2^{\circ} K}$$

$$= \frac{0,05610}{0,00598}$$

$$= 9,3812$$

yang dipertebal mengalami efisiensi

$$\text{yang paling rendah. } \eta_{\text{sirip}} = \frac{q_{\text{sirip}}}{h \cdot A_f \cdot \theta_b}$$

itu disebabkan terjadinya hambatan laju perpindahan panas sehingga nilai temperatur yang dialami pada fin dengan slag yang di pertebal menjadi kecil.

4. Nilai efektifenes yang terendah juga dialami oleh fin dengan slag yang di pertebal dengan elemen pemanas 40 watt. Disini didapat bahwa dengan slag yg dipertebal dan daya semakin besar bukan dapat memberikan laju perpindahan panas semakin maksimal tetapi sebaliknya. Dengan slag yang semakin tebal dan daya yang semakin besar akan menghambat laju perpindahan panas.

