

STUDI EKSPERIMENTAL PENDINGIN PASIF LAMPU *LIGHT EMITTING DIODE* UNTUK APLIKASI PADA PENERANGAN RUANGAN

Rahmat Hidayat¹, Gatot Eka Pramono², Nurrohman³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin

²*Material and Manufacturing Process (MaMP) Laboratory*

³*Energy Laboratory*

Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jalan Raya Sholeh Iskandar Bogor, Km. 2

rahmathidayat2003@gmail.com

ABSTRACT

In the present day, light emitting diode (LED) is used for domestic purposes up to the industry, such as for lighting room. Although relatively expensive, LED are highly in demand by the public because it produces a brighter light and uses very low power so it can save electrical energy. LED produces heat emanating from the chip. Generation of heat will result in the degradation of performance of the LED. To keep the performance of the LED light remains good, a process is needed for the LED to have a better heat dissipation. It is achieved by using heatsink as an element to release heat. This research is a fundamental research which aims to determine heat transfer characteristics on LED of Chip on Board (COB) type. From the experimental results, it is obtained that the greater the value of the input voltage, the higher the value of lux but the performance of the LED decreases with higher junction temperature value. The performance and light produced by the LED are highly dependent on the type of heatsink materials. When aluminum used the value of lux obtained was 1363 lm/m² while for aluminum-copper combination the value of lux obtained was 1251 lm/m². The value of heatsink area greatly affected the temperature of the thermal pad.

Keyword: light emitting diode, LED, heatsink

PENDAHULUAN

Pada masa sekarang lampu *light emitting diode* (LED) sudah banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga sampai dengan industri. LED untuk keperluan rumah tangga lebih cenderung kepada kebutuhan penerangan, misalnya lampu untuk penerangan ruangan sedangkan pada industri diterapkan barang-barang elektronik dan otomotif, misalnya untuk layar televisi dan pada lampu kendaraan. Meskipun harganya relatif mahal, namun lampu LED sangat diminati oleh masyarakat dikarenakan hasilnya lebih terang dan penggunaan

dayanya sangat rendah sehingga dapat lebih menghemat energi listrik.

Jenis lampu LED yang banyak digunakan untuk penerangan menggunakan jenis *Chip On Board* (COB), karena mempunyai cahaya yang terang dan tegangan rendah. Lampu LED menghasilkan panas yang berasal dari *chip* lampu LED. Timbulnya panas akan mengakibatkan performa dari lampu LED tersebut menurun, bahkan pada tingkat yang lebih serius dapat mengakibatkan lampu LED tersebut mengalami kerusakan. Untuk menjaga agar performa lampu LED tetap baik maka di butuhkan proses pembuangan panas yang baik dengan menggunakan *heatsink* sebagai elemen pelepas panas, sedangkan efektifitas

heatsink tergantung dari jenisnya. Jenis *heatsink* yang sering digunakan adalah *heatsink plate* bersirip jenis *Extruded*.

Pada penelitian ini cenderung untuk mengetahui karakteristik dari lampu LED jenis COB dengan sistem pendingin pasif menggunakan *heatsink* konvensional. Harapan kedepan penelitian ini bisa dikembangkan lebih lanjut sehingga dapat menghasilkan lampu LED yang paling optimal.

Perpindahan panas adalah transfer energi yang terjadi akibat perbedaan suhu. Perbedaan suhu ini dianggap sebagai pendorong yang menyebabkan panas mengalir [5].

Konduksi adalah perpindahan panas melalui bahan padat dengan cara kontak langsung. Material logam biasanya menjadi konduktor terbaik untuk perpindahan panas.

$$Q_{\text{cond}} = k \cdot A \frac{\Delta T}{\Delta X} \quad (2.1)$$

Dimana :

Q_{cond} adalah jumlah panas yang ditransfer melalui konduksi (W),

K adalah konduktivitas *thermal* dari material (W / m K),

A adalah luas penampang bahan yang mengalirkan panas (m^2),

ΔT adalah gradien suhu di material ($^{\circ}\text{C}$), Δx adalah jarak untuk panas harus melakukan perjalanan (m).

Konveksi adalah transfer panas melalui pergerakan cairan dan gas. Dalam sistem lampu LED, biasanya transfer panas dari material konduktor ke udara *ambient*.

$$Q_{\text{conv}} = h \cdot A \cdot \Delta T \quad (2.2)$$

Dimana :

Q_{conv} adalah jumlah panas yang ditransfer melalui konveksi (W),

h adalah koefisien perpindahan panas (W / m^2K),

A adalah luas permukaan (m^2),

ΔT adalah gradien suhu di material ($^{\circ}\text{C}$), biasanya perbedaan antara suhu permukaan dan suhu udara lingkungan.

Permukaan padat-udara merupakan hambatan termal (*Thermal resistance*) terbesar [6]. *Thermal resistance* didefinisikan sebagai kenaikan *temperature* diantara 2 lokasi panjang garis panas ketika 1 Watt dari panas adalah menjadi tidak teratur.

$$R_{x-y} = \frac{(T_x - T_y)}{q} \quad (2.4)$$

Dimana :

T_x = Temperatur pada lokasi x ($^{\circ}\text{C}$),

T_y = Temperatur pada lokasi y ($^{\circ}\text{C}$),

q = Total panas diuraikan ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$).

Panjang gelombang yang dominan, luminositas dan tegangan maju dari lampu LED semua tergantung pada suhu persimpangan LED [7]. *Temperature* persimpangan LED adalah ukuran kritis perkiraan usia nyala lampu LED. Lampu LED punya ukuran maksimum *temperature junction*. *Temperature junction* akan mengurangi performa dan usia lampu LED, hal itu menyebabkan kehilangan lumen [6].

$$T_j = T_{\text{sp}} + R_{\text{th}} \cdot q \quad (2.5)$$

Dimana :

T_j adalah suhu persimpangan ($^{\circ}\text{C}$),

T_{sp} adalah suhu yang diukur pada titik solder ($^{\circ}\text{C}$),

R_{th} adalah *thermal resistance* dari komponen ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$),

q adalah kekuatan *thermal* (W).

Pendingin pasif menyeimbangkan temperatur melalui penyebaran aliran energi secara alami, baik secara konduksi, konveksi maupun radiasi. Pendingin pasif salah satunya *heatsink* sering digunakan pada perangkat komputer. *Heatsink* adalah logam dengan *design* khusus yang terbuat dari bahan aluminium atau tembaga (bisa merupakan kombinasi dari kedua bahan tersebut) yang berfungsi untuk memperluas transfer panas. *Heatsink* digunakan untuk menyerap panas yang biasanya dipadukan dengan *fan* pada *heatsink* untuk mengoptimalkan penyerapan panas dengan mengalirkan udara untuk menjaga *thermal* dari *heatsink*, semakin luas

area permukaan *heatsink* maka akan semakin cepat proses pendinginannya.

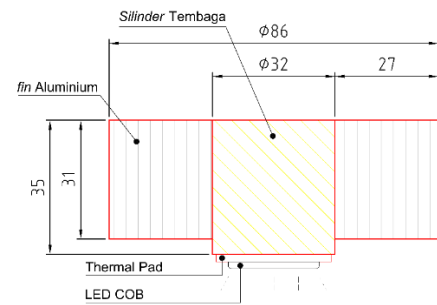
Heatsink bekerja selama proses penghasilan panas lampu LED itu bekerja. *Heatsink* akan menerima panas dari LED pada permukaan yang bersentuhan kemudian panas tersebut akan dialirkan menyebar ke seluruh bagian permukaan *heatsink* dengan sama rata besarnya melalui sirip siripnya. Panas yang telah menyebar ke seluruh permukaan *heatsink* akan diuraikan ke ruang bebas. Jika *heatsink* untuk LED masih belum dapat menstabilkan *thermal, temperature junction* LED maka dibutuhkan komponen tambahan berupa *fan* untuk mendinginkan pendingin pasif *heatsink*

METODOLOGI PENELITIAN

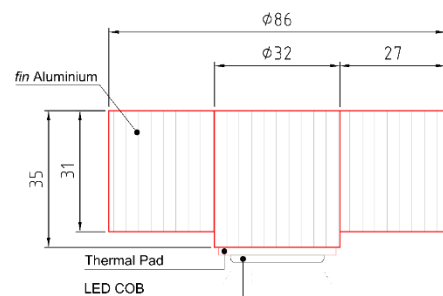
Metode penelitian dibagi menjadi dua macam yaitu dengan studi pustaka dan eksperimen. Eksperimen dilakukan di Laboratorium *Energy* Universitas Ibn Khaldun Bogor. Eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan data *logger*, multimeter untuk mengukur temperatur, Ampere dan Voltase, dan lux meter untuk mengukur intensitas cahaya.

Pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan cara lampu LED dipasang pada *heatsink*, kemudian dipasang pada tripod dengan jarak antara lampu LED dengan lux meter berjarak 1 meter, beberapa titik dari rangkaian LED dihubungkan pada data logger dan cahaya dari lampu LED diarahkan menyinari lux meter. Pertama melakukan pengujian lampu LED *heatsink* aluminium dengan tegangan listrik 26 V, pengambilan data setelah lampu LED menyala selama 60 menit, data diambil pada bagian T1 *Thermal Pad*, T2 base *heatsink*, T3 fin *heatsink*, T4 ambient dan lux. Kemudian tegangan lampu LED diganti menjadi 27 V, 28 V, 29 V, 30 V, 31 V, 32 V, dan 33 V per 60 menit.

Penelitian ini menggunakan sebuah lampu LED *Chip On Board* (COB) dan 2 *Heatsink*.



Gambar. 1 Heatsink 1 Aluminium Kombinasi Tembaga



Gambar. 2 Heatsink 2 Aluminium

Adapun spesifikasi lampu *Chip On Board* (COB) yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Daya maksimum : 10 W.
2. *Thermal resistance* : $2,0^{\circ} \text{C} / \text{W}$.
3. *Temperature junction* maksimum : 120°C .
4. Tegangan Maju : 26 – 33 Volt
5. Suhu Operasi : -30°C to 85°C

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Untuk bahan dan alat penelitian dikelompokkan menjadi 2 bagian antara lain:

2.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 1. Bahan Penelitian

No	Bahan	Jumlah
1	Lampu LED COB	1 Pes
2	Heatsink	2 Pes
3	Reflektor Head Lamp	1 Pes
4	Kabel Roll	1 M
5	Driver Variabel	1 Unit
6	Socket Lampu	1 Pes
7	Solder	1 Pes
8	Kawat Timah	1 Roll
9	Termokopel Tipe K	2 M

Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2. Alat Penelitian

No	Alat	Jumlah
1	Data Logger	1 pcs
2	Multitester	1 pcs
3	Power Suply	1 pcs
4	Lux Meter	1 pcs



Gambar 3. Peralatan Penelitian

Eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan data logger untuk mengukur temperatur, multitester untuk mengukur

ampere dan voltase, dan lux meter untuk mengukur intensitas cahaya. Studi eksperimen menggunakan lampu *Chip On Board* (COB) dengan menggunakan peralatan yang terdiri dari data logger GL240 (6 channel) dengan termokopel type K, DC power supply dengan jangkauan tegangan 0-40 V dan arus 5 A, dan sebuah laptop untuk mengolah data



Gambar 4. Set Up Eksperimen



Gambar 5. Heatsink yang digunakan

Akan dibandingkan pengaruh daya masukan terhadap performa LED, temperatur *thermal pad* dan temperatur *heatsink*

HASIL DAN BAHASAN

Spesifikasi diatas bisa dijadikan gambaran secara umum mengenai studi eksperimental pendingin pasif lampu LED *Chip On Board* (COB) untuk aplikasi pada penerangan ruangan. Pengujian rangkaian LED dilakukan dalam ruangan yang memiliki

nilai lumens 0, Dari hasil pengujian mendapatkan data sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Heatsink 1

No	Pengujian	Volt	26	27	28	29	30	31	32	33	
		Menit	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		Ampere	0,02	0,04	0,09	0,12	0,17	0,25	0,34	0,43	
1	T Thermal Pad		27,4	28,9	31,4	34,6	39,6	45,5	52,5	59,2	
2	T Base Heatsink		27,4	28,8	31,4	34,7	39,5	45,5	52,4	59,1	
3	T Fin Heatsink		27,9	29,2	31,6	34,9	39,7	45,5	52,2	58,6	
4	T Ambient		26,1	27,4	26,7	26,4	26,1	26,2	25,4	25,5	
5	Lux (Lumen/m ²)		27,4	110	257	434	655	866	1086	1251	

Tabel 4. Hasil Pengujian Heatsink 2

No	Pengujian	Voltase	26	27	28	29	30	31	32	33	
		Menit	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		Arus (ampere)	0,02	0,04	0,07	0,12	0,18	0,25	0,34	0,44	
1	T Thermal Pad		28,1	29,6	33,1	37,5	43,1	49,9	58,1	67,2	
2	T Base Heatsink		27,9	29,5	32,8	37	42,5	48,8	56,3	64,6	
3	T Fin Heatsink		28,3	29,8	33,1	37,3	42,5	48,8	55,6	63,3	
4	T Ambient Heatsink		26,9	26,6	26,8	26,4	26,3	26,1	26,4	26,1	
5	Lux Heatsink		27,6	123	293	486,3	581,2	925,7	1167	1363	

Panas akan dialirkan secara konduksi dari LED chip ke thermal Pad/PCB, kemudian konduksi berakhir pada heatsink extrude bersirip. Panas berpindah secara konveksi dari heatsink extrude aluminium menuju lingkungan sekitar. Konveksi alami memiliki peranan utama dalam perpindahan panas pendingin pasif, yaitu dari heatsink menuju lingkungan dibandingkan konduksi dan radiasi.

Untuk menghitung daya ($p=Watt$) yang dihasilkan dari settingan Voltase pada saat penelitian, maka didapatkan nilai di bawah ini sesuai dengan rumus :

$$P = I \times V \quad (4.1)$$

Dimana :

P= Daya lampu dalam satuan (watt)

I = Arus masuk dalam satuan (ampere)

V= Voltase yang dihasilkan dalam satuan (volt)

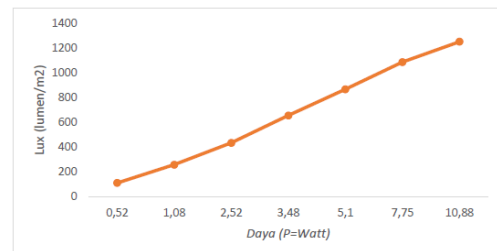
Tabel 5. Data Arus LED Dengan Heatsink 1 (Kombinasi Tembaga)

Voltase (V=Volt)	26	27	28	29	30	31	32	33
Arus (I=Ampere)	0,02	0,04	0,09	0,12	0,17	0,25	0,34	0,43
Daya (P=Watt)	0,52	1,08	2,52	3,48	5,1	7,75	10,9	14,2

Tabel 6. Data Arus LED Dengan Heatsink 2 (Aluminium)

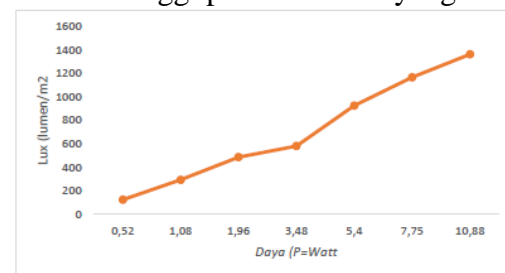
Voltase (V=Volt)	26	27	28	29	30	31	32	33
Arus (I=Ampere)	0,02	0,04	0,07	0,12	0,18	0,25	0,34	0,44
Daya (P=Watt)	0,52	1,08	1,96	3,48	5,4	7,75	10,88	14,52

Perbandingan data daya vs lux yang dihasilkan oleh heatsink 1 dan heatsink 2.



Gambar 6. Grafik Lux Terhadap Daya Heatsink 1

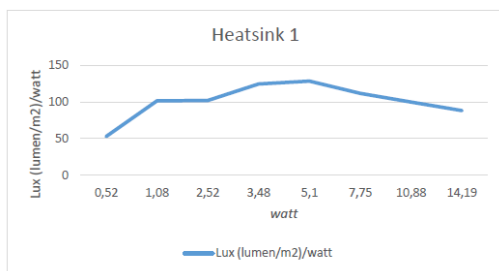
Gambar diatas menunjukkan pengaruh daya masukan terhadap lux yang terjadi pada heatsink 1. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan semakin tinggi nilai daya maka semakin tinggi pula nilai Lux yang dihasilkan.



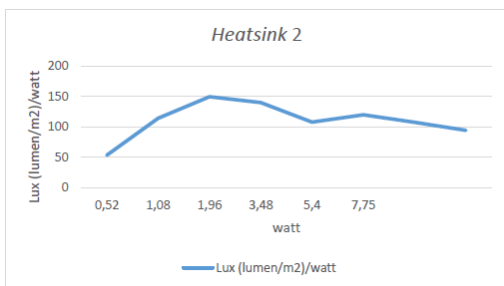
Gambar 7. Grafik Lux Terhadap Daya Heatsink 2

Gambar diatas menunjukkan pengaruh daya masukan terhadap lux yang terjadi pada heatsink 2. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan semakin tinggi nilai daya maka semakin tinggi pula nilai Lux yang dihasilkan.

Dibawah ini menunjukkan performa LED yang semakin menurun dengan naiknya nilai Lux.



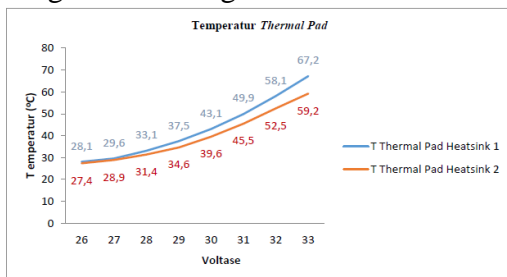
Gambar 8. Grafik Lux/Watt Terhadap Daya Heatsink 1



Gambar 9. Grafik Lux/Watt Terhadap Daya Heatsink 2

Karakteristik panas yang terjadi dapat diambil data menggunakan data logger, berikut dibawah ini adalah hasil pengujian.

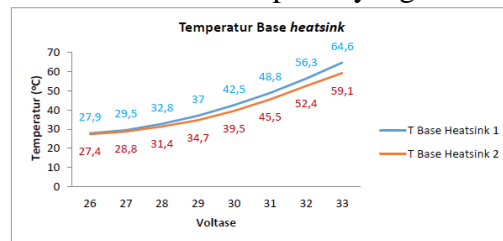
Grafik hasil pengujian tegangan masukan yang diberikan yaitu, 26V, 27V, 28V, 29V, 30V, 31V, 32V, 33V. dapat dilihat dengan data sebagai berikut :



Gambar 10. Grafik Pengaruh Tegangan Masukan Terhadap Temperatur Thermal Pad

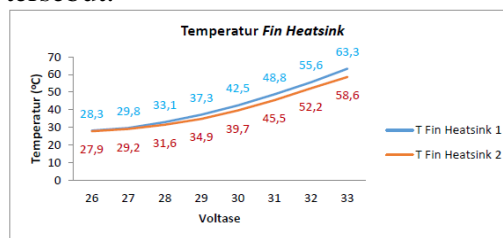
Gambar diatas menunjukkan Grafik pengaruh tegangan masukan terhadap temperatur *Thermal Pad*. Dari grafik tersebut nilai temperatur relatif *thermal pad* yang paling rendah adalah heatsink 2 dan

temperatur yang paling tinggi adalah heatsink 1. Hal ini bisa jadi karena perbedaan luas permukaan atau perbedaan bentuk heatsink itu sendiri. Dari grafik tersebut juga didapat bahwa semakin besar tegangan masukan maka semakin besar panas yang dihasilkan.



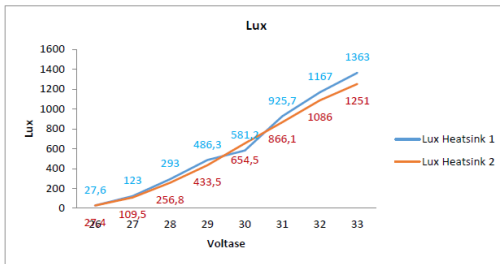
Gambar 11. Grafik Pengaruh Tegangan Masukan Terhadap Temperatur Base Heatsink

Base heatsink adalah permukaan yang menempel pada *thermal pad* dan pada bagian ini base plate paling pertama menerima aliran konduksi dari *thermal pad*. Gambar 4.6 Grafik menunjukkan nilai relatif pada permukaan *base heatsink*, maka dapat dilihat nilai temperatur relatif heatsink 1 paling tinggi untuk setiap tegangan masukan. Hal ini bisa jadi karena perbedaan bahan pada permukaan base plate diantara heatsink tersebut.



Gambar 12. Grafik Pengaruh Tegangan Masukan Terhadap Temperatur Fin Heatsink

Gambar 12 menunjukkan grafik pengaruh tegangan masukan terhadap temperature relatif heatsink. Dari grafik didapatkan temperatur relatif *fin heatsink* yang paling tinggi adalah heatsink 1. heatsink 2 menunjukkan nilai temperatur lebih rendah daripada heatsink 1. hal ini bisa jadi karena desain atau konfigurasi fin-finnya yang mudah melepas panas.



Gambar 13 Grafik Pengaruh Tegangan Masukan Terhadap Nilai Lux

Gambar 13 menunjukkan pengaruh tegangan masukan terhadap lux. Dari grafik terlihat bahwa nilai lux paling tinggi adalah heatsink 1. Dan dari grafik tersebut dapat disimpulkan semakin tinggi nilai tegangan maka semakin tinggi pula nilai Lux yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian rangkaian LED jenis *Chip On Board* (COB) dengan menggunakan 2 heatsink yang berbeda, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Semakin besar nilai tegangan masukan maka semakin tinggi nilai lux akan tetapi performa LED semakin menurun dengan tingginya nilai temperatur junction.
- 2) Konduktifitas bahan diluas area heatsink sangat berpengaruh pada temperatur thermal pad.
- 3) Performa lampu LED sangat bergantung kepada jenis pendingin dan bahan yang digunakan, LED dengan *heatsink* 1 lebih besar nilai lux yaitu 1363 dibandingkan dengan *heatsink* 2 yaitu 1251.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Janna, William S, *Engineering Heat Transfer*, Second Edition, Associate Dean For graduate Studies And Research Herff College Of Engineering The University of Memphis, Memphis Tennessee, 2000.
- [2] Cengel, Yunus A, *Heat Transfer a Practical Approach*, Second Edition, Mc Graw-Hill Higher Education, Singapura, 2003.

- [3] Yuniyanto, Bambang, Pengujian Perpindahan Panas Konveksi Pada *heatsink* Jenis *Extrude*, FT-UNDIP 2008.
- [4] X. Lu, T. Hua and Y. Wang, *Thermal analysis of hight power LED package with heat pipe heatsink*, Micro electronic journal, 2011.
- [5] Infomasi pada <http://www.cree.com/~media/Files/Cree/LED%20Component%20and%20Modules/XLamp%20Aplication%20Notes/XLampThermalManagement.pdf>.
- [6] AVAGO *Thermal Management of PLCC SMD LEDs_Aplication Note 5373.pdf*.
- [7] Prendergast, Patrick, *PSoC Applications Engineer*, Cypress Semiconductor Corp.pdf