

STUDI EKSPERIMENTAL PENDINGIN PASIF LAMPU *LIGHT EMITTING DIODE* UNTUK APLIKASI FOTOGRAFI

Yudi Sumantri¹, 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 Soleh Iskandar Bogor

¹uedhay10@gmail.com, ²gatot@ft.uika-bogor.ac.id, ³nurrohman14@gmail.com

ABSTRACT

Energy is all around us in a very clear shape and utilization. Along with the changing times, the energy is being intensively investigated with the intention to do enhancement to optimize an effective and efficient energy source. Light Emitting Diode (LED), which is one of the electronic component, is not foreign in human life. LEDs are now widely used, such as in children's toys, traffic signs, the indicator light for the electronic equipment industry as well as photography. SMD 3528 LED strip light is a type of LED that is most widely used today. In addition to its relatively small dimensions is also due to the low electrical power consumption. In the world of photography, lighting sources is absolute existence. This study was conducted to determine the characteristics of LED Strip lights SMD 3528 with passive cooling for photographic purposes. From the experimental results, it was obtained the greater input power of is given, the value of the points that were tested was greater. Among other things, LED temperature, the temperature of the middle heat sink, the heat-sink and the outside air (ambient) and the resulting brightness. Material and cross-sectional area and shape of the heat sink greatly affected the absorption and release of heat that occurs on passive cooling.

Keywords: Passive Cooler, Heatsink, LED Strip SMD 3528

PENDAHULUAN

Berbicara masalah energi sudah barang tentu merupakan hal yang sangat menarik. Karena energi ada disekitar kita dan sudah sangat jelas bentuk dan pemanfaatannya. Seiring dengan perkembangan jaman, energi sedang gencar diteliti dengan maksud melakukan penyempurnaan untuk mengoptimalkan secara efektif dan efisien sumber energi tersebut. Salah satu energi yang ada adalah energi panas, baik dari alam yaitu matahari maupun sumber buatan (non alam). Perpindahan panas terjadi karena ada sumber dari panas itu sendiri dan ada obyek yang dialiri atau terkena hantaran. Perpindahan panas adalah perpindahan energi akibat perbedaan temperatur. Total energi yang masuk

pada sistem sama dengan total energi yang keluar dari sistem [1].

Aplikasi pemanfaatan energi dalam dunia elektronik salah satu contoh bukti pesatnya perkembangan yang terjadi. Salah satu contoh dalam dunia pencahayaan, yang dahulu menggunakan pijar dan neon sekarang secara berangsur beralih kepada lampu *LED*. Alasannya sudah jelas, bahwa lampu *LED* lebih efektif dan efisien terhadap sumber energi. Lampu *LED* mempunyai umur yang panjang, ketahanan uji yang baik dan efisiensi yang tinggi[2]. Dibandingkan dengan lampu pijar atau lampu neon *LED* menghabiskan 50% energi[3]. Akan tetapi penanganan panas yang terjadi pada *LED* haruslah semaksimal mungkin, karena akan berpengaruh terhadap usia *LED* tersebut. Salah satu penanganan panas yang terbaik yaitu

menggunakan metode pendingin pasif atau menggunakan *heatsink*. Pendingin pasif atau *heatsink* menyeimbangkan temperatur melalui penyebaran aliran energi secara alami, baik secara konduksi, konveksi maupun radiasi.

Ada tiga metode dasar perpindahan panas, yaitu *konduksi*, *konveksi* dan *radiasi*. Perpindahan panas pada *LED* terjadi pada semikonduktor yang menghasilkan cahaya dan menyimpan panas.

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

$$Q_{cond} = k \cdot A \frac{\Delta T}{\Delta X} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

Q_{cond} adalah jumlah panas yang ditransfer (W),
 K adalah konduktivitas *thermal* material (W/m K),
 A adalah luas bahan yang mengalirkan panas (m^2),
 ΔT adalah *gradien* suhu di material ($^{\circ}C$),
 Δx adalah jarak panas melakukan perjalanan (m)[4].

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

$$Q_{conv} = h \cdot A \cdot \Delta T \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

Q_{conv} adalah jumlah panas yang ditransfer melalui konveksi (W),
 h adalah koefisien perpindahan panas (W/m²K),
 A adalah luas permukaan (m^2),
 ΔT adalah *gradien* suhu di material ($^{\circ}C$), biasanya perbedaan antara permukaan suhu dan suhu udara *ambient* [4].

Radiasi adalah transfer energi panas melalui medan elektromagnetik.

$$Q_{rad} = \epsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_s^4 - T_f^4) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

Q_{rad} adalah jumlah panas yang ditransfer melalui radiasi (W)
 ϵ adalah emisivitas permukaan (berdimensi)
 σ adalah tetapan *Stefan-Boltzmann* konstan ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)
 A adalah luas permukaan (m^2)
 T_s adalah suhu permukaan material ($^{\circ}C$)

T_f adalah suhu cairan *medium* ($^{\circ}C$), biasanya dirujuk ke suhu udara *ambient*[3].

1.2 Thermal Resistance

Permukaan padat-udara merupakan hambatan termal (*Thermal resistance*) terbesar[5]. *Thermal resistance* didefinisikan sebagai kenaikan *temperature* diantara 2 lokasi panjang garis panas ketika 1 Watt dari panas adalah menjadi tidak teratur.

$$R_{x-y} = \frac{(T_x - T_y)}{q} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

T_x = Temperatur pada lokasi x ($^{\circ}C$),
 T_y = Temperatur pada lokasi y ($^{\circ}C$),
 q = Total panas diuraikan ($^{\circ}C/W$).

1.3 Junction Temperature

Temperature persimpangan LED adalah ukuran kritis perakiraan usia nyala lampu LED. *Temperature junction* akan mengurangi performa dan usia lampu LED, hal itu menyebabkan kehilangan lumen [5].

$$T_j = T_{sp} + R_{th} \cdot q \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

T_j adalah suhu persimpangan ($^{\circ}C$),
 T_{sp} adalah suhu yang diukur pada titik solder ($^{\circ}C$),
 R_{th} adalah *thermal resistance* dari komponen ($^{\circ}C / W$),
 q adalah kekuatan *thermal* (W).

METODOLOGI PENELITIAN

Adapun 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*, *multitester* untuk mengukur temperatur, *Ampere* dan *Voltase*, dan *lux* meter untuk mengukur intensitas cahaya. Penelitian ini menggunakan sebuah lampu *LED Strip SMD 3528 12 Volt*.

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

Bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel berikut :

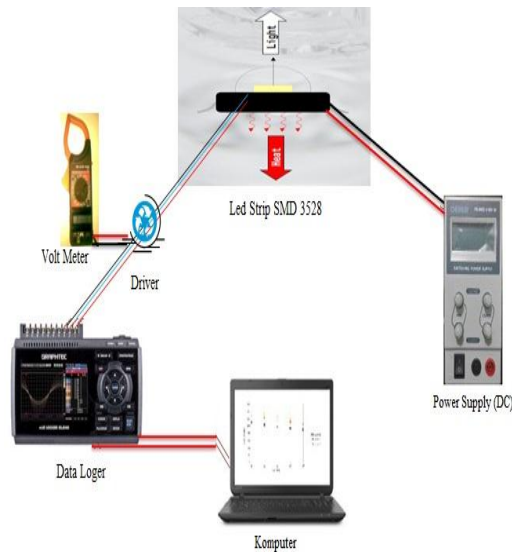
Tabel 1. Bahan Penelitian

No	Bahan	Jumlah
1	Lampu LED Strip SMD 3528 (12 Volt)	5 Roll
2	Heatsink (Plat Aluminium dan Tembaga) @ 40 cm x 60 cm	2 Lembar
3	Fram (Bingkai)	1 Pcs
4	Kabel Roll	1 M
5	Driver Variabel	1 Unit
6	Socket Lampu	1 Pcs
7	Solder	1 Unit
8	Kawat Timah	1 Roll

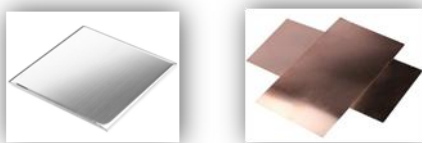
Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2. Alat Penelitian

No	Alat	Jumlah
1	Thermo Couple	1 Unit
2	Power Supply	1 Unit
3	Data Loger	1 Unit
4	Multitester	5 Meter
5	Lux Meter	1 Unit
6	Komputer	1 Unit



Gambar 1. Set Up Eksperimen



Gambar 2. Heatsink Yang Digunakan

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

HASIL DAN BAHASAN

Dari penelitian yang dilakukan pada *LED Strip SMD 3528* dengan *heatsink* plat aluminium, maka dipasang titik pengujian untuk pengambilan data. Diantaranya, dipermukaan *LED*, tengah *heatsink*, sisi *heatsink*, udara sekitar (*ambien*) dan kecerahan dari *LED*.

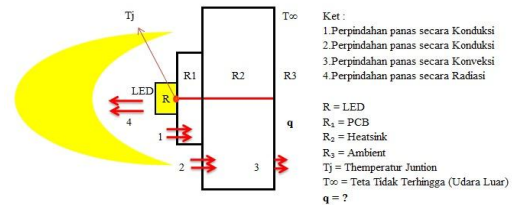
Tabel 3. Pengujian Menggunakan Plat Aluminium

Titik Pengujian	Voltase (V=Volt)	8	9	10	11	12
	Daya (P=Watt)	1,76	7,56	16,2	27,06	39,96
	Arus (I=Ampere)	0,22	0,84	1,62	2,46	3,33
T3 (LED)		29,18	32,45	37,85	44,28	51,20
T4 (Tengah Heatsink)°C		29,48	32,38	37,13	42,95	49,08
T5 (Sisi Heatsink)°C		29,50	32,53	37,68	43,88	50,40
T6 (Ambien)°C		28,20	28,10	27,70	27,88	27,50
Lux (Kecerahan) Lumen/m ²		166,93	692,83	1247,75	1771,00	2260,00

Tabel 4. Pengujian Menggunakan Plat Tembaga

Titik Pengujian	Voltase (V=Volt)	8	9	10	11	12
	Daya (P=Watt)	2	9,27	21,6	33,07	65,2
	Arus (I=Ampere)	0,25	1,03	2,15	3,37	4,60
T3 (LED)		29,50	33,38	38,73	48,38	57,83
T4 (Tengah Heatsink)°C		29,58	33,30	38,28	47,55	56,65
T5 (Sisi Heatsink)°C		29,45	32,83	37,40	46,08	54,25
T6 (Ambien)°C		28,28	27,93	27,48	27,08	26,83
Lux (Kecerahan) Lumen/m ²		178,18	774,43	1483,00	2098,25	2659,25

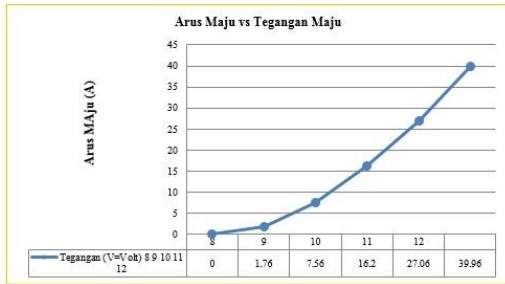
Berdasarkan di atas menunjukkan hasil pengujian dengan *Volt* dari yang terendah yaitu 8 *Volt* sampai yang tertinggi 12 *Volt*. Semakin besar *Volt* akan semakin besar pula daya dan arus yang dihasilkan. Dan kecerahan (*Lux*) yang dihasilkanpun semakin besar pula. Itu menandakan bahwa penggunaan plat tembaga akan lebih efektif dibanding plat aluminium dalam penyerapan panas pada *heatsink*.



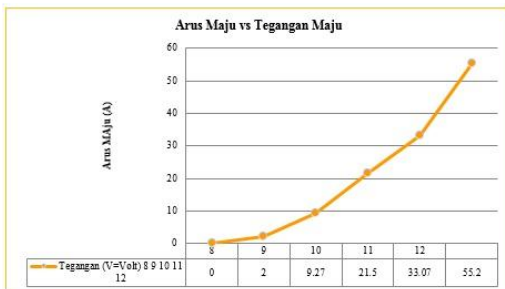
Gambar3. Skema Perpindahan Panas Eksperimen Lampu LED

Panas berpindah secara konveksi dari *heatsink extrude* aluminium menuju lingkungan sekitar. Konveksi alami memiliki peranan utama dalam perpindahan anas pendingin pasif, yaitu

dari *heatsink* menuju lingkungan dibandingkan konduksi dan radiasi.



Gambar 4. Volt vs Arus LED Dengan *Heatsink* Aluminium

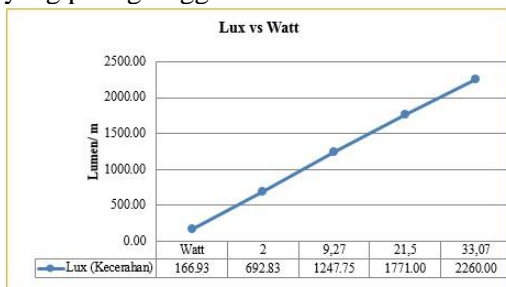


Gambar 5. Volt vs Arus LED Dengan *Heatsink* Tembaga

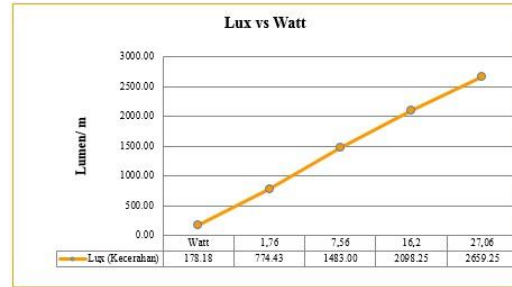
Dari hasil pengujian baik dari penggunaan *heatsink* plat aluminium maupun plat tembaga maka, maka didapat grafik perbandingan dari masing-masing *heatsink* yang digunakan.

Grafik diatas menerangkan panas dialirkan dan diuraikan melalui *heatsink* menuju lingkungan dapat mengurangi tingginya temperatur *junction*, sehingga LED masih dapat berfungsi dengan baik.

Perbandingan mulai dari hasil yang paling rendah dari pengujian, yaitu 2 sampai 55,2 Watt. Dan menghasilkan Lux 166,93 untuk daya yang terendah serta 2260,00 untuk daya yang paling tinggi.



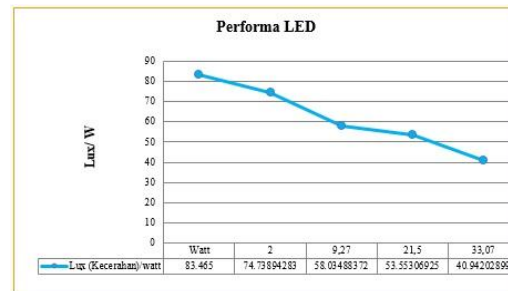
Gambar 6. Lux Terhadap Daya *Heatsink* Aluminium



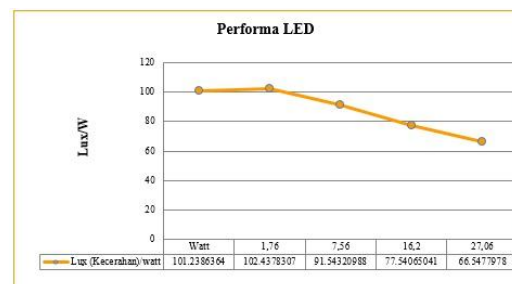
Gambar 7. Lux Terhadap Daya *Heatsink* Tembaga

Dari gambar di atas maka hasil yang didapat kecerahan (Lux) pada LED menunjukkan peningkatan seiring dengan naiknya daya yang diberikan. Dan terbukti lampu LED adalah lampu yang hemat energi, karena mampu menghasilkan lumen yang tinggi. Sesuai dengan karakteristik dari LED, yaitu 25% energinya dirubah menjadi cahaya dan 75% energinya berubah menjadi panas. Berbeda dengan lampu pijar atau lampu *flourecent* dimana energinya 10% dan 90 % berubah menjadi panas.

Untuk mengetahui performa LED strip SMD 3528 yang menggunakan *heatsink* plat aluminium dan plat tembaga didapat dari hasil kecerahan dibagi daya (Lux/Watt) berbanding dengan daya (Watt).

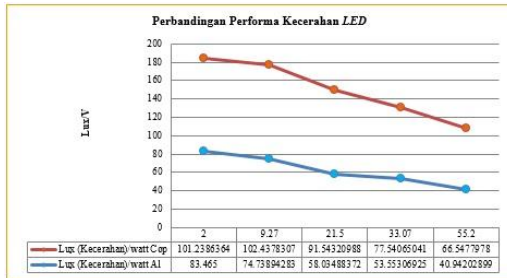


Gambar 8. Performa LED Menggunakan *Heatsink* Aluminium



Gambar 9. Performa LED Menggunakan *Heatsink* Tembaga

Sama halnya dengan performa LED dengan menggunakan *heatsink* plat aluminium, hasil perbandingan menggunakan *heatsink* plat tembaga juga sama. Yaitu semakin besar daya yang dihasilkan akan semakin besar pula *Lux* yang dihasilkan. Akan tetapi performa *LED* akan semakin menurun.

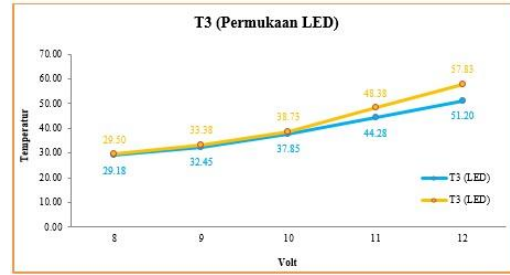


Gambar 10. Performa *Lux Heatsink* Aluminium Dan Tembaga

Pembahasan dari data di atas dijelaskan bahwa performa *LED* semakin menurun saat daya yang dihasilkan semakin tinggi. Ini menunjukkan bahwa saat daya maksimal maka suhu yang dihasilkan *LED* pada persimpangan *junction* semakin tinggi, saat suhu *junction* semakin tinggi maka performa *LED* semakin menurun. Kemungkinan terhentinya fungsi *LED* dapat terjadi jika suhu *junction* mencapai batas maksimal, untuk itulah dilakukan upaya penurunan suhu *junction* untuk menjaga performa *LED* tetap stabil dengan menggunakan pendingin pasif konvensional.

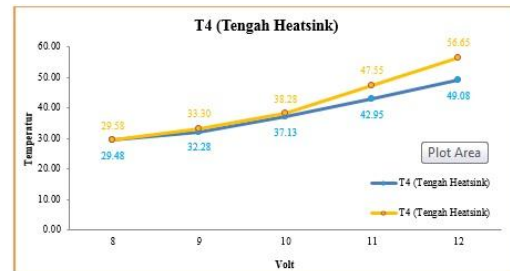
Karena permukaan dan luasan *PCB* pada *LED Strip SMD 3528* tidak dapat diketahui, maka untuk perhitungan *T-Junction* pada *LED Strip* jenis *SMD 3528* ini diabaikan.

Untuk nilai perbandingan perpindahan panas yang terjadi antara *LED* terhadap *Volt* menggunakan *heatsink* plat aluminium dengan plat tembaga, yaitu menggunakan rumus persamaan perpindahan panas secara konveksi.



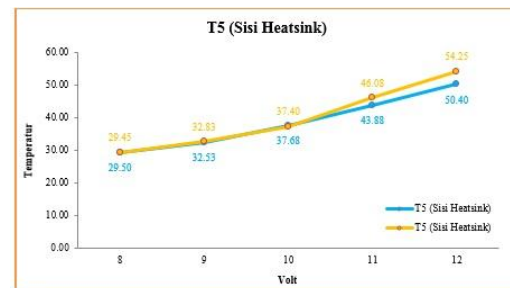
Gambar 11. Perbandingan Temperatur Permukaan *LED*

Perbandingan perpindahan panas yang terjadi antara permukaan tengah *heatsink* terhadap *Volt* menggunakan plat aluminium dengan plat tembaga, yaitu menggunakan rumus persamaan perpindahan panas secara konduksi.



Gambar 12. Perbandingan Temperatur Permukaan Tengah *Heatsink*

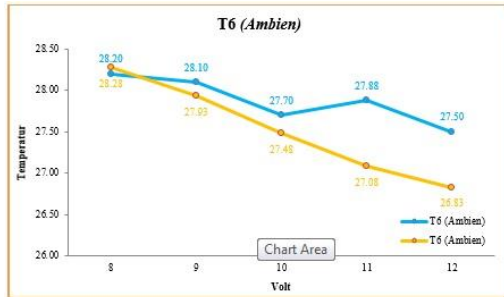
Untuk nilai perbandingan perpindahan panas yang terjadi antara permukaan tengah *heatsink* terhadap *Volt* menggunakan plat aluminium dengan plat tembaga, yaitu menggunakan rumus persamaan perpindahan panas secara konduksi.



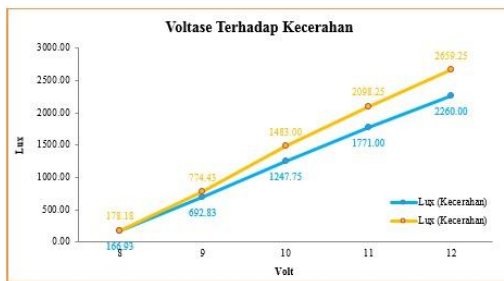
Gambar 13. Perbandingan Temperatur Permukaan Sisi *Heatsink*

Untuk nilai perbandingan temperatur *ambien* (udara luar) terhadap *Volt* menggunakan *heatsink* plat aluminium dengan plat tembaga,

yaitu menggunakan rumus persamaan perpindahan panas secara konveksi.



Gambar 14. Perbandingan Temperatur Terhadap Udara Luar



Gambar 15. Perbandingan Volt Terhadap Lux

Untuk menentukan performa, nilai lux dibagi dengan jumlah daya masukan. Hal ini dapat terjadi Karena nilai temperatur *junction* lebih rendah dibandingkan dengan nilai daya masukan lebih besar.

Penggunaan *heatsink* dengan berbahan plat tembaga mengungguli *heatsink* berbahan plat aluminium. Terbukti dari perbandingan dari beberapa pengujian yang dilakukan. Plat tembaga lebih handal dalam penyerapan panas dikarenakan konduktifitas termal itu sendiri. Sifat tersebutlah yang menjadikan plat tembaga handal, akan tetapi penggunaannya kembali kepada aspek kebutuhan.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka Semakin besar daya masuk yang diberikan, maka nilai dari titik-titik yang diujikan akan semakin besar pula. Antara lain, temperatur LED, temperatur tengah *heatsink*, sisi *heatsink* dan terhadap udara luar (*ambien*) serta kecerahan yang dihasilkan. Bahan dan luas penampang serta bentuk *heatsink* akan sangat

berpengaruh terhadap penyerapan dan pelepasan panas yang terjadi pada pendinginan secara pasif. Sehingga akan berpengaruh terhadap usia dari LED itu sendiri.

Referensi

- [1] Dr Janna, William S, Ph.d, *Engineering Heat Transfer*, Second Edition, Associate Dean For graduate Studies And Research Herff College Of Engineering The University of Memphis, Memphis Tennessee, 2000.
- [2] X. Lu, T. Hua and Y. Wang, *Thermal analysis of hight power LED package with heat pipe heatsink*, Micro electronic journal, 2011.
- [3] Yunianto, Bambang, Pengujian Perpindahan Panas Konveksi Pada *heatsink* Jenis *Extrude*, FT-UNDIP 2008.
- [4] Dr Cengel, Yunus A, Ph.d, *Heat Transfer a Practical Approach*, Second Edition, Mc Graw-Hill Higher Education, Singapura, 2003.
- [5] AVAGO_Thermal Management of PLCC SMD LEDs_ *Aplication Note 5373.pdf*.