

ANALISIS KINERJA LAMPU *LIGHT EMITTING DIODE, HIGH PRESSURE SODIUM* DAN *METAL HALIDE*

(Studi Kasus pada Penerangan Jalan Umum Kota Bandung)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Ibnu Malik Al Hamas

E5051.1503510

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2019

ANALISIS KINERJA LAMPU *LIGHT EMITTING DIODE, HIGH PRESSURE SODIUM* DAN *METAL HALIDE*

(Studi Kasus pada Penerangan Jalan Umum Kota Bandung)

Oleh

Ibnu Malik Al Hamas

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Ibnu Malik Al Hamas 2019

Universitas Pendidikan Indonesia

Mei 2019

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, di foto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Ibnu Malik Al Hamas

E. 5051. 1503510

LEMBAR PENGESAHAN

Ibnu Malik Al Hamas

E.5051.1503510

Konsentrasi Teknik Tenaga Elektrik

**Analisis Kinerja Lampu *Light Emitting Diode, High Pressure Sodium dan Metal Halide*
(Studi Kasus pada Penerangan Jalan Umum Kota Bandung)**

Disetujui dan disahkan oleh :

Dosen Pembimbing I



Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si.
NIP. 19721113 199303 1 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Dadang Lukman Hakim, M.T.
NIP. 19610604 198603 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Indonesia



Prof. Dr. Budi Mulyanti, M.Si.
NIP. 19630109 199402 2 001

ABSTRAK

Lampu Light Emitting Diode (LED) sudah banyak diterapkan pada Penerangan Jalan Umum (PJU) di setiap negara, tetapi tidak sedikit ada yang masih menggunakan lampu konvensional seperti High Pressure Sodium (HPS) dan Metal Halide (MH). Paper ini memaparkan hasil evaluasi efisiensi dan kinerja fotometrik dari lampu penerangan jalan. Tingkat iluminasi dan rasio pemerataan akan dihitung untuk membuat perbandingan kuantitatif antara lampu LED dengan lampu konvensional sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Studi dilakukan pada tiga ruas jalan yang berbeda di kota Bandung dengan spesifikasi lampu yang berbeda-beda yaitu lampu LED, HPS, dan MH. Kondisi pada lapangan akan disimulasikan menggunakan perangkat lunak DIALux Evo 8.1. Hasil dari paper ini adalah didapatkan bahwa jenis lampu LED adalah lampu yang paling efektif dan efisien dibandingkan dengan lampu konvensional. Penelitian ini akan bermanfaat bagi Dinas Pekerjaan Umum untuk membuat keputusan pemilihan lampu teknologi baru untuk penerangan jalan, pemilihan jenis lampu harus mempertimbangkan aspek kebutuhan dan kualitas cahaya.

Kata Kunci: Penerangan jalan Umum, HPS, LED, MH, kinerja fotometrik, efisiensi energi

ABSTRACT

Light Emitting Diode (LED) lamps have been widely applied to street lighting in every country, but not a few still using conventional lamps like High Pressure Sodium (HPS) and Metal Halide (MH). This research presents the results of evaluating efficiency and photometric performance from street lighting lamps. The level of illumination and uniformity ratio will be calculated to make a quantitative comparison between LED lights and conventional lamps according to Indonesian National Standards. Research carried out on three different Street Lightings in Bandung with three different lights specification. Conditions in the field will be simulated using DIALux software. the results of this research are obtained that LED lamp is the most effective and efficient type of lamps compared with conventional lamps. This Research will be useful for the Public Works Agency in making decision on the selection of the new lamps technology for street lighting, determining the type of lamp should depends on needs and light quality.

Keywords: Street lighting, HPS, LED, MH, photometric performance, efficiency energy

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TENTANG KEASLIAN SKRIPSI DAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	5
DAFTAR TABEL	7
DAFTAR GAMBAR.....	8
DAFTAR LAMPIRAN.....	11
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Struktur Organisasi Skripsi.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penerangan Jalan Umum	5
2.2 Jenis Lampu Penerangan Jalan Umum	7
2.2.1 Low Pressure Sodium	8
2.2.2 High Pressure Sodium	10
2.2.3 High Pressure Mercury	12
2.2.4 Metal Halide	13
2.2.5 Light Emitting Diode	15
2.3 Regulasi Penerangan Jalan Umum	17
2.3.1 Kriteria Perencanaan dan Kriteria Penempatan	17
2.4 Dialux Evo 8.1	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Prosedur Penelitian	24
3.2 Objek Penelitian	26
3.2.1 Objek Penelitian Lampu Hps	26
3.2.2 Objek Penelitian Lampu Metal Halide	27

3.2.3	Objek Penelitian Lampu LED	28
3.3	Teknik Pengambilan Data	29
3.4	Teknik Pengolahan Data.....	31
3.4.1	Perangkat Penunjang Penelitian	31
3.4.2	System Requirement DIALux Evo	31
3.4.3	Teknik Analisis Data	32
BAB IV	TEMUAN DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Kondisi PJU di Area Penelitian	33
4.1.1	Kondisi PJU di Jalan Sindang Sirna (<i>Site 1</i>)	33
4.1.2	Kondisi PJU di Jalan Kebon Kawung (<i>Site 2</i>)	34
4.1.3	Kondisi PJU di Jalan Cipedes Atas (<i>Site 3</i>)	35
4.2	Analisis PJU di Area Penelitian	37
4.2.1	Analisis PJU di <i>Site 1</i>	37
4.2.2	Analisis PJU di <i>Site 2</i>	38
4.2.3	Analisis PJU di <i>Site 3</i>	39
4.2.4	Simulasi Penerangan Jalan Umum Menggunakan DIALux Evo 8.1.41	
4.2.5	Analisis Kesesuaian PJU di Area Penelitian dengan Standar SNI.56	
4.2.6	Penggunaan Energi Listrik untuk PJU.....	59
4.2.6.1	PJU Site 1.....	59
4.2.6.2	PJU Site 2.....	60
4.2.6.3	PJU Site 3.....	61
4.3	Perbandingan Kinerja dari PJU Area Penelitian	62
4.3.1	Perbandingan Lux Rata-rata dan Rasio Kemerataan	62
BAB V	SIMPULAN DAN REKOMENDASI	63
5.1	Simpulan	63
5.2	Rekomendasi	64
	DAFTAR PUSTAKA	65
	LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis lampu penerangan jalan menurut PM No. 27 Tahun 2018	7
Tabel 2.2 Jenis-jenis lampu penerangan menurut SNI 731-2008	7
Tabel 2.3 Perbandingan tingkat pemerataan pencahayaan	17
Tabel 2.4 Kualitas Pencahayaan normal menurut (SNI 7391:2008)	18
Tabel 2.5 Penempatan lampu jalan	19
Tabel 2. 6 Besaran-besaran Kriteria Penempatan	20
Tabel 3.1 Data Profil Jalan Sindang Sirna.....	26
Tabel 3.2 Data profil jalan Cipedes Atas	27
Tabel 3. 3 Data profil jalan Kebon Jati	28
Tabel 4.1 Spesifikasi Tiang di <i>Site</i> 1 Pengukuran Lapangan.....	34
Tabel 4.2 Spesifikasi Tiang di <i>Site</i> 2 Menurut Pengukuran	35
Tabel 4.3 Spesifikasi Tiang di <i>Site</i> 3 Menurut Pengukuran	36
Tabel 4.4 Pengukuran Lampu HPS di Jalan <i>Site</i> 1	38
Tabel 4.5 Pengukuran Lampu LED di <i>Site</i> 2	39
Tabel 4.6 Pengukuran lampu Metal Halide di <i>Site</i> 3	40
Tabel 4.7 Spesifikasi lampu Philips Spectrum SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A45 41	
Tabel 4.8 Philips CitySoul gen2 LED Large BPP531 T35 1 xGRN145/740 A DF	46
Tabel 4.9 Spesifikasi lampu SLC 7422Q/3-70QP.GL	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kontruksi Lampu <i>Low Pressure Sodium</i>	9
Gambar 2.2 monokromatik spektrum lampu LPS	10
Gambar 2.3 Kontruksi Lampu High Pressure Sodium (HPS).....	11
Gambar 2.4 monokromatik spektrum lampu HPS.....	11
Gambar 2.5 Kontruksi Lampu High Pressure Mercury (HPM)	12
Gambar 2.6 monokromatik spektrum lampu HPM.....	13
Gambar 2.7 Kontruksi Lampu <i>Metal Halide</i>	14
Gambar 2.8 monokromatik spektrum dari lampu <i>metal halida</i> (MH)	15
Gambar 2.9 monokromatik spektrum lampu LED	16
Gambar 2.10 Gambaran umum PJU	19
Gambar 2.11 Tipikal penempatan lampu 1 arah	21
Gambar 2.12 Tipikal penempatan lampu 2 arah	21
Gambar 2.13 Tampilan awal DIALux evo	22
Gambar 2. 14 Tampilan menu Street Lighting pada Dialux Evo	23
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.	24
Gambar 3.2 Peta Kota Bandung	26
Gambar 3.3 Peta Jalan Sindang Sirna.....	27
Gambar 3.4 Kondisi Existing Pju Jalan Sindang Sirna.....	27
Gambar 3.5 Peta Jalan Cipedes Atas	28
Gambar 3. 6 Kondisi Existing PJU Jalan Cipedes Atas	28
Gambar 3.7 Peta Jalan Kebon Kawung	29
Gambar 3.8 Kondisi PJU existing Jalan Kebon Kawung	29
Gambar 3. 9 <i>Analog Light Meter Lux Meter</i> Sanwa LX3132	30
Gambar 3. 10 Meteran Laser Digital Sanfix Sd 100a	31
Gambar 4.1 Struktur Tiang untuk Pengukuran	33
Gambar 4.2 Lampu PJU di Site 1	34
Gambar 4.3 Lampu PJU di Site 2	35
Gambar 4.4 Lampu PJU di Site 3	37
Gambar 4.5 Pengukuran Iluminasi PJU	37
Gambar 4.6 Philips Spectrum SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A45	41

Gambar 4.7 Profil Area Studi Existing Site 1.....	42
Gambar 4.8 Parameter PJU Existing Site 1	42
Gambar 4.9 Data PJU Existing Site 1	43
Gambar 4.10 Ilustrasi 3d PJU dengan Tingkat Penyebaran Pencahayaan Site 1.....	44
Gambar 4. 11 Indeks Warna Penyebaran Iluminasi pada Jalan Raya Site 1	44
Gambar 4.12 Titik Iluminasi di <i>Site 1</i>	45
Gambar 4.13 Indeks Warna Penyebaran Iluminasi Trotoar Kiri Site 1	45
Gambar 4.14 Indeks Warna Penyebaran Iluminasi Trotoar Kanan Site 1	46
Gambar 4.15 Philips CitySoul gen2 LED Large BPP531 T35 1 xGRN145/740 A DF ...	46
Gambar 4.16 Profil Area Studi Existing Site 2	47
Gambar 4.17 Parameter PJU Existing Site 2	47
Gambar 4.18 Data PJU Existing Site 2.....	48
Gambar 4.19 Ilustrasi 3d PJU dengan Tingkat Penyebaran Pencahayaan Site 2	49
Gambar 4.20 Indeks Warna Penyebaran Iluminasi pada Jalan Raya Site 2	49
Gambar 4.21 Titik Iluminasi di <i>Site 2</i>	50
Gambar 4.22 Indeks Warna Penyebaran Iluminasi Trotoar Kiri Site 2	50
Gambar 4.23 Indeks Warna Penyebaran Iluminasi Trotoar Kanan Site 2.....	50
Gambar 4.24 Lampu SLC 7422Q/3-70QP.GL	51
Gambar 4.25 Profil Area Studi Existing Site 3	52
Gambar 4.26 Parameter PJU Existing Site 3	52
Gambar 4.27 Data PJU Existing Site 3	53
Gambar 4.28 Ilustrasi 3d PJU dengan Tingkat Penyebaran Pencahayaan Site 3	54
Gambar 4.29 Indeks Warna Penyebaran Iluminasi pada Jalan <i>Site 3</i>	54
Gambar 4.30 Titik Iluminasi di Jalan Site 3	54
Gambar 4.31 Indeks Warna Penyebaran Iluminasi Trotoar Kiri <i>Site 3</i>	55
Gambar 4.32 Indeks Warna Penyebaran Iluminasi Trotoar Kanan <i>Site 3</i>	55
Gambar 4.33 Perbandingan rata-rata lux lampu HPS di jalan <i>Site 1</i>	56
Gambar 4.34 Perbandingan rata-rata lux lampu LED di jalan <i>Site 2</i>	56
Gambar 4.35 Perbandingan rata-rata lux lampu MH di jalan <i>Site 3</i>	57
Gambar 4.36 Perbandingan rasio pemerataan lampu HPS di <i>Site 1</i> dengan SNI	57
Gambar 4.37 Perbandingan rasio pemerataan lampu LED di <i>Site 2</i> dengan SNI	58
Gambar 4.38 Perbandingan rasio pemerataan lampu MH di <i>Site 3</i> dengan SNI	58
Gambar 4. 39 Perbandingan Persentasi Tingkat Kesilauan Lampu	59
Gambar 4.40 Perbandingan jumlah lux rata rata dari tiap lampu <i>High Pressure Sodium</i> ,	

<i>Metal Halide, dan Light Emitting Diode</i>	62
Gambar 4.41 Perbandingan Rasio Kemerataan	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi lampu Philips SPECTRUM SPP368 1XSON-T150W SGR
CP P-A45

Lampiran 2. Spesifikasi lampu SLC 7422Q/3-70QP.GL

Lampiran 3. Spesifikasi lampu Philips LED BPP531 T35 1 xGRN145/740 A DF

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Orabi, M., Abdelkarim, E., Qahouq, J. A. A., & Aroudi, A. El. (2011). Design and development of energy-free solar street LED light system. *2011 IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies - Middle East, ISGT Middle East 2011*. <https://doi.org/10.1109/ISGT-MidEast.2011.6220812>
- Alzubaidi, S., & Soori, P. K. (2012). Study on Energy Efficient Street Lighting System Design. *IEEE International Power Engineering and Optimization Conference*, (June), 291–295. <https://doi.org/10.1109/PEOCO.2012.6230877>
- Avotins, A., Apse-Apsitis, P., Kunickis, M., & Ribickis, L. (2014). Towards smart street LED lighting systems and preliminary energy saving results. *2014 55th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University, RTUCON 2014*, 130–135. <https://doi.org/10.1109/RTUCON.2014.6998219>
- Beeraladinni, B., Pattebahadur, A., Mulay, S., & Vaishampayan, V. (2017). Effective street light automation by self responsive cars for smart transportation. *Proceedings - 2nd International Conference on Computing, Communication, Control and Automation, ICCUBEA 2016*. <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2016.7860112>
- Biansoongnern, S., & Plangklang, B. (2017). Efficiency improvement of energy management for LED street lightings. *2017 International Electrical Engineering Congress, IEECON 2017*, 9–12. <https://doi.org/10.1109/IEECON.2017.8075780>
- Costa, M. A. D., Costa, G. H., Dos Santos, A. S., Schuch, L., & Pinheiro, J. R. (2009). A high efficiency autonomous street lighting system based on solar energy and LEDs. *2009 Brazilian Power Electronics Conference, COBEP2009*, 265–273. <https://doi.org/10.1109/COBEP.2009.5347688>
- De-Castro, A. G., & Moreno-Munoz, A. (2012). LED street lighting : A power quality comparison among street light technologies, 1–19.
- Djuretic, A., & Kostic, M. (2018). Actual energy savings when replacing high-pressure sodium with LED luminaires in street lighting. *Energy*.

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.05.179>

- Standar Nasional Indonesia (2008). Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan.
- Jiang, Y., Li, S., Guan, B., Zhao, G., & Boruff, D. (2018). ScienceDirect Field evaluation of selected light sources for roadway lighting. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 5(5), 372–385.
<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2018.05.002>
- Lau, S. P., Merrett, G. V., & White, N. M. (2013). Energy-Efficient Street Lighting through Embedded Adaptive Intelligence, 53–58.
- Mahmoud, M. M. A. S. (2018). Typical Economic Model for Calculating the Saving Norm of Replacement HPS Street Lighting by LED Fixtures in Access Road of Gas Production Company at GCC. *2018 5th International Conference on Electrical and Electronic Engineering (ICEEE)*, 189–192.
- Marga, B. (1991). LAMPU PENERANGAN JALAN PERKOTAAN DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA, (12).
- Mrabet, B. M., & Chamman, A. M. (2017). A Study of the Impact of a High Pressure Sodium (HPS) Lamps on Power Quality, 56–61.
- Nefedov, E., Maksimainen, M., Sierla, S., & Flikkema, P. (2014). Energy Efficient Traffic-Based Street Lighting Automation, 1718–1723.
- Nogueira, F. J., Vitoi, L. A., Gouveia, L. H., Casagrande, C. G., Pinto, D. P., Braga, H. A. C., & Member, I. S. (2014). Street Lighting LED Luminaires Replacing High Pressure Sodium Lamps : Study of Case.
- Painter, K. (1996). The influence of street lighting improvements on crime , fear and pedestrian street use , after dark, 35, 193–201.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2018). PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR PM 27 TAHUN 2018.
- Polycarpou, A., Yiannou, I., & Christofides, N. (2014). COMPARISON OF MH AND LED PERFORMANCE FOR SPORT LIGHTING APPLICATION.
- Rafiq, A., Sameen, A., Shafaq, M., Parveen, H., & Haque, A. (2015). A Reliable and Low Cost Control Circuit of Electronic Ballast for Metal Halide HID Lamps, 1–6.

- Revathy, M., Ramya, S., Sathiyavathi, R., Bharathi, B., & Anu, V. M. (2017). Automation of Street Light For Smart City, 918–922.
- Rio Laksono Pambudi. (2017). DESAIN PENERANGAN JALAN UMUM PADA TIPE JALAN KOLEKTOR SEKUNDER.
- Samy, B. (2017). Wireless Street Lighting System Using ZigBee Cluster Library, 132–135.
- Setyaningsih, E., Wardhani, L., Fat, J., & Zureidar, I. (2014). Performance of LED lights installed on DKI Jakarta streets (Case study on Pattimura street & Satrio street, South Jakarta). *Proceedings - 2014 Electrical Power, Electronics, Communications, Control and Informatics Seminar, EECCIS 2014. In Conjunction with the 1st Joint Conference UB-UTHM* , 45–50.
<https://doi.org/10.1109/EECCIS.2014.7003717>
- Silva, A. F. C. V. (2016). An educational approach to a Lighting Design Simulation using DIALux evo Software.
- van Bommel, W. (2015). *Road Lighting Fundamentals, Technology and Applications*.
- Viraktamath, S. V., & Attimarad, G. V. (2011). Power Saving Mechanism for Street Lights using Wireless Communication, (Icscn), 282–285.
- Ylinen, A., & Halonen, L. (2016). The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America Mesopic Design – LED Street Lighting Case Study Road Lighting Quality , Energy Efficiency , and Mesopic Design – LED Street Lighting Case, 2724(February), 8–24.
<https://doi.org/10.1582/LEUKOS.2011.08.01.001>