

PERANCANGAN LPJU JENIS LAMPU LED DI JALAN TOL TEMBALANG – BANYUMANIK DENGAN MENGGUNAKAN DIALUX EVO

Bambang Winardi¹, Ajub Ajulian Zahra², Agung Nugroho³
Universitas Diponegoro^{1,2,3}
bbwinar@gmail.com¹
ayubaz@gmail.com²
agung.nugroho@gmail.com³

ABSTRACT

Public street lighting is the light used to illuminate the road at night so motorists can see more clearly the road to be traversed. LPJU can improve traffic safety and the safety of road users. LPJU also used as lighting on the highway. The toll road is a facility that is now urgently needed by the community. The increasing number of toll road users is needed anyway good street lighting and suitable standards on the toll road. Lighting area of Semarang toll road using the types of SON-T lamps and LED. The final task is designing the lighting motorway Tembalang - Banyumanik KM 12 (800) - KM 13 (800) use a type of LED lights and take the measurement data such as road width, road type, height and pole models are often used. This study did simulation software to aid calculation DIALux EVO illumination, luminance, glare level and evenness of street lighting. The simulation results with the EVO software DIALux be concluded for motorway Tembalang - Banyumanik KM 12 - KM 13 chose to use GE LED lights R250 217W by using a pole 10 meters high. With such variation requires the distance between the pole 18 meters so within that range 1 km requires 55 poles less than the other variations.

Keywords: Public street lighting, LED, DIALUX EVO

ABSTRAK

Lampu penerangan jalan umum merupakan lampu yang digunakan untuk menerangi jalan pada malam hari sehingga pengendara dapat melihat lebih jelas jalan yang akan dilalui. LPJU dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas dan keamanan dari para pengguna jalan. LPJU juga digunakan sebagai penerangan pada jalan tol. Jalan tol merupakan fasilitas yang saat ini sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Semakin banyaknya pengguna jalan tol maka dibutuhkan pula penerangan jalan yang baik dan sesuai standart pada jalan tol tersebut. Lampu penerangan jalan tol dikawasan Semarang menggunakan jenis lampu SON-T dan LED. Penelitian ini melakukan perancangan lampu penerangan jalan tol Tembalang – Banyumanik KM 12 (800) – KM 13 (800) menggunakan jenis lampu LED dan mengambil data pengukuran seperti lebar jalan, tipe jalan, tinggi dan model tiang yang sering digunakan. Penelitian ini melakukan simulasi dengan perangkat lunak DIALUX EVO untuk membantu perhitungan iluminasi, luminasi, tingkat silau dan pemerataan penerangan jalan. Hasil simulasi dengan perangkat lunak DIALUX EVO tersebut didapat kesimpulan untuk jalan tol Tembalang – Banyumanik KM 12 – KM 13 memilih menggunakan lampu LED GE R250 217W dengan menggunakan tinggi tiang 10 meter. Dengan variasi tersebut membutuhkan jarak antar tiang 18 meter sehingga dalam jarak yang berkisar 1 km membutuhkan 55 tiang lebih sedikit dibandingkan variasi lain.

Kata Kunci: Lampu Penerangan Jalan Umum, LED, DIALUX EVO

PENDAHULUAN

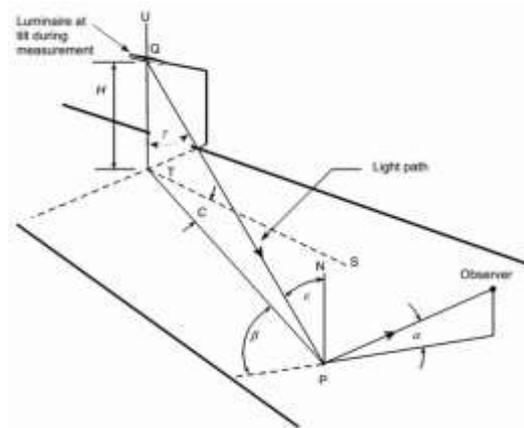
Lampu penerangan jalan umum merupakan lampu yang digunakan untuk menerangi jalan pada malam hari sehingga pejalan kaki, pesepeda dan pengendara dapat melihat dengan lebih jelas jalan yang akan dilalui pada malam hari. Lampu penerangan jalan dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas dan keamanan dari para pengguna jalan. Lampu penerangan jalan juga digunakan sebagai penerangan pada jalan tol. Jalan tol merupakan fasilitas yang saat ini sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Semakin banyaknya pengguna jalan tol maka dibutuhkan pula penerangan jalan yang baik dan sesuai standart pada jalan tol tersebut. Lampu penerangan jalan tol dikawasan Semarang pada biasanya menggunakan jenis lampu SON-T dan LED. Penerangan jalan yang dibutuhkan oleh pengguna jalan adalah penerangan yang tidak memberikan kesilauan yang berlebihan serta berguna untuk memperjelas pandangan, memberikan rasa aman dan nyaman ketika berkendara pada malam hari. Bukan hanya merancang dalam hal penerangan yang baik saja, melainkan harus juga melihat dari segi tepat guna dan ekonomis.

Saat ini, masih banyaknya LPJU yang masih kurang memadai atau kurang sesuai dengan standar penerangan jalan. Adanya faktor yang mempengaruhi dalam tingkat penerangan dan kualitas penerangan jalan yaitu dari volume lalu lintas baik berupa kendaraan bermotor, pejalan kaki dan sebagainya. Faktor kondisi jalan dari persimpangan jalan dan lebarnya jalan. Faktor tekstur perkerasan dan jenis perkerasan yang mempengaruhi pemantulan cahaya lampu penerangan.[2]

Jalan Tol Tembalang – Banyumanik pada tahun 2016 nanti akan menjadi jalan Tol dalam kota. Oleh karena itu dibutuhkan penambahan lampu penerangan jalan di beberapa titik demi keselamatan para pengguna jalan tol. Maka dibutuhkan perancangan lampu penerangan jalan pada jalan Tol Tembalang – Semarang khususnya pada KM 12 (800) – KM 13 (800) agar didapatkan penerangan jalan yang baik, tepat guna, ekonomis dan sesuai dengan standarnya. Dikarenakan penggunaan lampu SONT yang masih memiliki kekurangan dalam efisiensi energi (daya) dan maka perancangan lampu penerangan jalan ini menggunakan jenis lampu LED generator.

METODE PENELITIAN

Metode perhitungan kualitas penerangan dilakukan dengan melihat kondisi perhitungan observasi, seperti berikut ini:[3]



Gambar 1. hubungan antara sudut dengan jarak pada titik observasi

Luminasi (L)

Kepadatan cahaya atau luminasi adalah ukuran kepadatan radiasi cahaya yang jatuh pada suatu bidang dan diarahkan ke arah mata sehingga mata mendapatkan kesan terang. Dengan kata lain, kepadatan cahaya adalah kuat cahaya atau ukuran pancaran cahaya dari bidang tertentu dalam candela (cd) dibagi dengan bidang penglihatan dalam m². Satuan kepadatan cahaya (L) dinyatakan dalam candela/m². [3]

Dirumuskan dengan:

$$L = \frac{I(C,\gamma).r.\Phi.MF.10^{-4}}{H^2} \quad (1)$$

keterangan:

L = luminasi (cd/m²)

I(C,γ) = intensitas cahaya di arah (C,γ) dalam cd/klm

r = pengurangan cahaya luminasi dengan acuan sudut datang

Φ = banyaknya lumen/ fluks cahaya

MF = koefisien maintenance factor

H = tinggi tiang lampu

Semakin tinggi kepadatan cahaya suatu permukaan maka semakin terang pula permukaan itu tampak oleh mata. Meskipun tingkat kuat penerangan sudah memenuhi rekomendasi yang diminta, tidak berarti bahwa kepadatan distribusinya baik dan dapat juga distribusinya tidak merata sehingga dapat menimbulkan kontras yang terlalu besar

Iluminasi (E)

Satu objek yang pada siang hari dapat dengan mudah dilihat, dapat saja tidak terlihat pada malam hari karena penglihatan bergantung pada tingkat kuat penerangan. Tingkat kuat penerangan sebagian besar ditentukan oleh kuat cahaya yang jatuh pada suatu luas bidang atau permukaan yang disebut sebagai iluminasi

rata-rata. Iluminasi rata-rata dalam lux adalah arus cahaya yang dipancarkan dalam lumen dibagi dengan luas bidang atau area dalam m² [3]

Dirumuskan dengan:

$$E = \frac{I(C,\gamma) \cdot \cos^3 \varepsilon \cdot \Phi \cdot MF}{H^2} \quad (2)$$

keterangan:

E = iluminasi cahaya horizontal (lux)
 ε = sudut dari cahaya pantul pada titik ukur

Threshold Increment TI (ambang batas silau)

Silau terutama disebabkan oleh distribusi cahaya yang tidak merata, misalnya akibat lampu yang salah dan bergantung pada kepadatan cahaya, besarnya sumber cahaya yang berada di depan sudut penglihatan, posisi muka, perbedaan kontras antara permukaan yang gelap dan terang. Silau akan menyebabkan penglihatan berkurang dan akan menyebabkan kelelahan pada mata. Silau yang disebabkan oleh sumber cahaya buatan dapat dihindari dengan memakai armatur yang dilengkapi louver atau optik mirror.[3]

Dirumuskan dengan:

$$TI = \frac{k \cdot E_e}{L_{av}^{0.8} \cdot \theta^2} \quad (3)$$

Dan

$$k = 641 \cdot \left[1 + \left(\frac{A}{66,4} \right)^4 \right] \quad (4)$$

keterangan:

k = konstanta dari usia orang yang mengobservasi
A = usia manusia
E = iluminasi dalam (lux/1000 lumen) dengan jarak observasi 2,75(H-1,5)
 θ = sudut datangny cahaya

HASIL DAN PEMBAHASAN

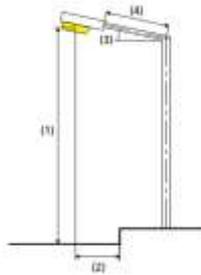
Kondisi Lapangan

Berikut ini merupakan hasil pengukuran dilapangan yang diperoleh dari PT. Jasa Marga (Persero) Tbk. Cabang Semarang. Pada jalan tol Tembalang – Banyumanik KM 12 – KM 13 yang akan dilakukan perancangan lampu penerangan jalan telah di lakukan pengukuran. Berikut data hasil pengukurannya :

Ruas jalan : 2 lajur dengan lebar lajur jalur utama 7,2 meter
Lebar bahu jalan luar : 2,83 meter
Lebar bahu jalan dalam : 1.17 meter
Lebar median : 2,62 meter

Hasil Simulasi

Sebelum melakukan simulasi penerangan, terlebih dahulu mengetahui tinggi lampu, panjang lengan lampu (stang ornamen), sudut lengan lampu, dan jenis lampu yang dipakai. Berikut ini merupakan gambar contoh visual tiang lampu



Gambar 2. Contoh visual tiang lampu

Keterangan:

1. Tinggi lampu dari jalan
2. Jarak armatur lampu dengan tepi jalan
3. Sudut stang ornamen
4. Panjang lengan lampu

Setelah mengetahui tipe penerangan lampu maka melakukan perhitungan penerangan dengan 3 variasi lampu dan 3 variasi tinggi tiang untuk perbandingan pencahayaan dengan variabel sebagai berikut:

Tipe jalan : CIE C2 (aspal) 0.07

Maintenance factor : 0.9

Sudut stang ornamen : 0°

Letak lampu berada di tengah dengan menggunakan 2 lengan

Dari hasil simulasi yang telah dilaksanakan, maka dapat dianalisa lampu jenis apakah yang lebih baik diterapkan dalam sistem penerangan jalan tol tersebut. Pada tiap jenis lampu memiliki variasi jarak dan tinggi tiang lampu yang berbeda-beda, disebabkan untuk mendapatkan kualitas lampu penerangan jalan yang memenuhi SNI, maka diperlukan penggantian jarak dan tinggi tiang lampu dari kondisi awal lampu penerangan jalan.

Berikut ini merupakan tabel perbandingannya :

Tabel 1. Perbandingan 3 jenis lampu dengan variasi tinggi 10 meter

	LED GE R250 217W	LED GE R250 178W	LED GE R250 118W	SNI
Lumen	16300 lm	13200 lm	8800 lm	
Jarak lampu	18 meter	15 meter	10 meter	
Tinggi lampu	10 meter	10 meter	10 meter	
Stang ornamen	2,5 meter	2,5 meter	2,5 meter	
Iluminasi	42 lux	53 lux	47 lux	15-20lux
G1 (kemerataan)	0,48	0,714	0,786	0,14-0,2
Luminasi avg	1,90 cd/m ²	1,72 cd/m ²	1,72 cd/m ²	1,5 cd/m ²
Uo	0,49	0,69	0,74	0,4
U1	0,51	0,76	0,87	0,5-0,7
TI	1%	1%	1%	10-20%

Tabel 2. Perbandingan 3 jenis lampu dengan tinggi tiang 12 meter

	LED GE R250 217W	LED GE R250 178W	LED GE R250 118W	SNI
Lumen	16300 lm	13200 lm	8800 lm	
Jarak lampu	15 meter	11 meter	7 meter	
Tinggi lampu	15 meter	15 meter	15 meter	
Stang ornamen	2,5 meter	2,5 meter	2,5 meter	
Iluminasi	40 lux	43 lux	45 lux	15-20lux
G1 (kemerataan)	0,79	0,86	0,87	0,14-0,2
Luminasi avg	1,74 cd/m ²	1,72 cd/m ²	1,80 cd/m ²	1,5 cd/m ²
Uo	0,76	0,80	0,82	0,4
Ul	0,87	0,90	0,96	0,5-0,7
TI	0%	1%	0%	10-20%

Tabel 3. Perbandingan 3 jenis lampu dengan tinggi tiang 15 meter

	LED GE R250 217W	LED GE R250 178W	LED GE R250 118W	SNI
Lumen	16300 lm	13200 lm	8800 lm	
Jarak lampu	17 meter	13 meter	8 meter	
Tinggi lampu	12 meter	12 meter	12 meter	
Stang ornamen	2,5 meter	2,5 meter	2,5 meter	
Iluminasi	40 lux	46 lux	49 lux	15-20lux
G1 (kemerataan)	0,69	0,83	0,82	0,14-0,2
Luminasi avg	1,79 cd/m ²	1,73 cd/m ²	1,87 cd/m ²	1,5 cd/m ²
Uo	0,68	0,78	0,78	0,4
Ul	0,076	0,85	0,90	0,5-0,7
TI	0%	1%	1%	10-20%

Setelah melakukan simulasi penerangan, sehingga didapatkan hasil dari tiap jenis lampu memberikan hasil kualitas pencahayaan yang berbeda pula. Pada jalan tol Banyumanik KM 12 – KM 13 dengan kondisi lebar jalan rata-rata 11,2 meter, penggunaan armatur LED GE R250 217W dengan tinggi lampu 10 meter dan jarak antar lampu 18 meter lebih sesuai digunakan untuk penerangan lampu tersebut. Selain banyak memenuhi SNI (Standart Nasional Indonesia) pada titik tersebut yang kurang lebih berjarak 1 Km hanya membutuhkan 56 lampu. Sehingga dari segi ekonomi dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan.

Perbandingan Hasil Simulasi dan Perhitungan

Setelah melakukan perhitungan secara manual dan melakukan simulasi dengan menggunakan *software* Dialux Evo didapatkan beberapa data. Berikut ini merupakan perbandingan data perhitungan dan simulasi.

Tabel 4. Perbandingan iluminasi antara simulasi dengan perhitungan dengan tinggi tiang 10 meter

	Simulasi	Perhitungan
LED GE R250 217 W	1,90 cd/m ²	1,83 cd/m ²
LED GE R250 178 W	1,72 cd/m ²	1.81 cd/m ²
LED GE R250 118 W	1,72 cd/m ²	1,78 cd/m ²

Berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan pada Tabel 4. didapat bahwa dengan tinggi yang sama yaitu 10 meter, lampu LED GE R250 178 W memiliki lux yang paling besar yaitu 53 lux pada hasil simulasi dan 54 lux pada hasil perhitungan.

Tabel 5. Perbandingan luminasi antara simulasi dengan perhitungan tinggi tiang 10 meter

	Simulasi	Perhitungan
LED GE R250 217 W	47 lux	42 lux
LED GE R250 178 W	53 lux	54 lux
LED GE R250 118 W	45 lux	47 lux

Berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan pada Tabel 5 didapat bahwa dengan tinggi yang sama yaitu 10 meter, lampu LED GE R250 217 W memiliki luminasi atau kepadatan cahayayang jatuh paling besar yaitu 1,90 cd/m²pada hasil simulasi dan 1,83 cd/m²pada hasil perhitungan.

Tabel 6. Perbandingan batas silau antara simulasi dengan perhitungan 10 meter

	Simulasi	Perhitungan
LED GE R250 217 W	1 %	3 %
LED GE R250 178 W	1 %	3 %
LED GE R250 118 W	1 %	2 %

Berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan pada Tabel 6 didapat bahwa dengan tinggi yang sama yaitu 10 meter, 3 jenis lampu di atas memiliki hasil presentase tingkat silau yang relatif sama yaitu berkisar 1 % pada simulasi dan 3 % pada perhitungan.

KESIMPULAN

Pada pemilihan lampu penerangan jalan, untuk sistem penerangan jalan baru, maka disarankan untuk menggunakan lampu LED GE R250 217W dengan jarak antar lampu 18 meter dan tinggi lampu 10 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas, Ricky. 2015. Analisis Kualitas Pencahayaan Serta Biaya Operasional Lampu Penerangan Jalan Jenis Sont Dan Led Di Jalan Tol Srandol-Krapyak Dengan Menggunakan Dialux Evo. Penelitian : Semarang: Teknik Elektro, Universitas Diponegoro.
- CIE 140. 2000. Tecnical Report Road Lighting Calculations. Austria : IHS.
- European Standard EN 13201-2. 2003. Performance requirements. German: CEN.
- European Standard EN 13201-3. 2003. Calculation of performance. German: CEN.
- GE lighting: <http://www.gelighting.com/LightingWeb/na/solutions/outdoor-lighting/roadway>
- Gómez-Lorente, Daniel., Rabaza, O., Estrella, A. Espín. 2013. A new methodology for calculating roadway lighting design based on a multi-objective evolutionary algorithm. *Expert Systems with Applications*. 40.2156–2164.
- Jackett, Michael., Frith, William. 2013. Quantifying the impact of road lighting on road safety A New Zealand Study. *IATSS Reasearch*. 36. 139-145.
- Mark, S. Rea. 2000. *The IESNA Lighting Handbook Reference & Application 9th*. New York: IESNA.
- Mayretta, Santa. 2014. *Evaluasi Penerangan Lampu Jalan (Studi Kasus Jalan W.R Supratman Kota Bandung, Jawa Barat)*. Skripsi. Yogyakarta: Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Pratomo, Angga. 2008. *Perencanaan Penataan Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Kabupaten Semarang UPJ Ungaran*. Skripsi. Semarang: Teknik Elektro, Universitas Diponegoro.
- Pringatun, Sri., Karnoto., Prasetyo, M.Tony. 2011. Analisis Komparasi Pemilihan Lampu Penerangan Jalan Tol. *Media ElektriKa*. 4. 1.
- Reyer, Alexander. 1998. *Light Measurement Handbook*. United States of America: Internasional Light Inc.
- Simpson, Robert S. 2003. *Lighting control : technology and applications*. Italy: Focal Press.
- SNI 7391. 2008. *Spesifikasi PeneranganJalan di Kawasan Perkotaan*. Jakarta : BadanStandardisasi Nasional.
- Syarifudin, Ilyas Achmad. *Rancang Bangun Penataan Lampu Penerangan Jalan Umum Di Kota Sintang*, Skripsi. Pontianak: Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura.