

PERBANDINGAN UNJUK KERJA LAMPU JENIS HPL-N DAN SON-T SEBAGAI LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM

Luqman Assaffat¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kasipah 12 – 14, Semarang – Indonesia
email : assaffat@yahoo.com

ABSTRAK

Penerangan jalan umum diperlukan untuk mempermudah dan membantu manusia dalam melihat obyek di jalan pada waktu malam hari atau suasana gelap. Penerangan jalan umum mempunyai 3 fungsi, yaitu sebagai fungsi keamanan, fungsi ekonomi dan fungsi estetika.

Terdapat dua jenis lampu penerangan jalan umum yang sering digunakan selama ini, yaitu lampu jenis HPL – N dan lampu jenis SON – T. Kedua jenis lampu tersebut termasuk ke dalam keluarga jenis lampu tabung atau discharge lamp. Pengujian terhadap unjuk kerja dari kedua jenis lampu tersebut akan dapat memberikan gambaran dan rekomendasi, lampu manakah yang terbaik digunakan sebagai lampu penerangan jalan umum, khususnya jalan utama kota.

Kata kunci : Lampu penerangan jalan umum, Iluminasi, Biaya Energi Listrik, Efisiensi

1. Latar Belakang

Penerangan jalan umum mempunyai 3 fungsi, yaitu sebagai fungsi keamanan, fungsi ekonomi dan fungsi estetika. Suatu kota tanpa lampu penerangan jalan akan seperti kota mati, dan dimungkinkan akan terjadi banyak kasus kejahatan, kecelakaan, dan akan sangat berdampak buruk terhadap kehidupan sosial kota pada malam hari. Suatu kota dengan penerangan lampu jalan yang baik, akan mengangkat wajah kota menjadi lebih baik, cantik dan indah, selain berdampak lebih baik terhadap kehidupan sosial masyarakat kota.

Salah satu pembangunan infrastruktur perkotaan adalah pembangunan dan pemasangan lampu penerangan jalan umum. Dalam pelaksanaan pembangunan lampu penerangan jalan umum diperlukan perencanaan yang baik, sehingga pemasangan lampu penerangan jalan umum tersebut mempunyai efisiensi yang tinggi, mempunyai kuat penerangan yang cukup dan biaya operasionalnya yang murah. Salah satu cara untuk memperoleh tujuan perencanaan tersebut adalah pemilihan jenis lampu yang tepat, yang akan digunakan sebagai lampu penerangan jalan umum.

Terdapat dua jenis lampu penerangan jalan umum yang sering digunakan selama ini, yaitu lampu jenis HPL – N dan lampu jenis SON – T. Kedua jenis lampu tersebut termasuk ke dalam keluarga jenis lampu tabung atau discharge lamp.

2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisa perbandingan intensitas cahaya antara lampu jenis HPL – N dan lampu jenis SON – T
2. Menganalisa perbandingan kuat penerangan antara lampu jenis HPL – N dan lampu jenis

SON –T apabila digunakan sebagai lampu penerangan jalan umum

3. Menganalisa perbandingan konsumsi energi listrik dan biaya penggunaannya, antara lampu jenis HPL – N dan lampu jenis SON –T jika digunakan sebagai lampu penerangan jalan umum

3. Iluminasi

Arus cahaya atau disebut juga fluks cahaya adalah aliran rata-rata energi cahaya yang dipancarkan setiap detik, yang merupakan jumlah keseluruhan watt cahaya di mana jumlah tersebut adalah semua hasil kali antara energi setiap panjang gelombang dengan faktor kepekaan mata. Fluks cahaya dinyatakan dalam satuan lumen (lm). Satu watt cahaya kira-kira sama dengan 680 lumen. Angka perbandingan 680 ini dinamakan ekuivalen pancaran fotometris. Setiap lampu mempunyai nilai efikasi, yaitu perbandingan besarnya lumen yang dihasilkan setiap lampu dengan daya nyata lampu, yaitu :

$$efikasi = \frac{\Phi}{P} \dots\dots\dots(1)$$

Intensitas cahaya adalah energi radiasi yang dipancarkan oleh lampu sebagai cahaya ke suatu jurusan tertentu. Intensitas cahaya dinyatakan dalam candela (cd). Istilah candela berasal dari kata *candle* yang berarti lilin, merupakan satuan tertua pada teknik penerangan dan diukur berdasarkan intensitas cahaya standar. Suatu sumber cahaya ditempatkan di dalam bola dan memancarkan 1 cd ke setiap jurusan, akan menyebabkan permukaan bola akan mendapatkan penerangan yang merata. Apabila intensitas cahaya 1 cd melalui sudut ruang 1sr (steradian), maka akan mengalir arus cahaya 1 lumen, sehingga intensitas cahaya dapat didefinisikan sebagai arus

cahaya per satuan sudut ruang yang dipancarkan ke suatu arah tertentu.

$$I_c = \frac{\Phi}{\omega} \dots\dots\dots(2)$$

Apabila suatu sumber cahaya berbentuk titik ditempatkan di pusat bola, di mana bola dilingkupi oleh sudut ruang sebesar 4π steradian, maka persamaan 2 menjadi :

$$I_c = \frac{\Phi}{4\pi} \dots\dots\dots(3)$$

Atau

$$\Phi = 4\pi I_c \dots\dots\dots(4)$$

Intensitas penerangan atau iluminasi di suatu bidang adalah fluks atau arus cahaya yang jatuh pada bidang seluas 1 m^2 . Intensitas penerangan diukur dalam satuan lux (lx), yang besarnya adalah 1 lumen per m^2 .

$$\tilde{E} = \frac{\Phi}{A} \dots\dots\dots(5)$$

Apabila suatu sumber cahaya di tempatkan pada pusat bola, maka :

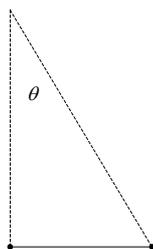
$$\tilde{E} = \frac{4\pi I_c}{A} \dots\dots\dots(6)$$

Luas permukaan bola adalah $4\pi r^2$ (r adalah jari-jari bola) maka :

$$\tilde{E} = \frac{4\pi I_c}{4\pi r^2} \dots\dots\dots(7)$$

Umumnya bidang yang diterangi bukanlah permukaan bola, sehingga persamaan di atas hanya berlaku untuk satu titik tertentu (Titik P) dari bidang tegak lurus yang diterangi seperti pada gambar 1 (S adalah titik sumber cahaya), maka :

$$\tilde{E}_P = \frac{I_c}{h^2} \dots\dots\dots(8)$$



Gambar 1. Sumber cahaya terhadap titik penerangan

Apabila titik Q mempunyai jarak r terhadap sumber cahaya S, seperti yang diperlihatkan pada gambar 1, maka intensitas penerangan di titik Q adalah :

$$\tilde{E}_Q = \frac{I_c}{r^2} \dots\dots\dots(9)$$

$$\tilde{E}_Q = \frac{I_c}{h^2 + l^2} \dots\dots\dots(10)$$

karena $h = r \cos \theta$

maka persamaan 10 menjadi :

$$\tilde{E}_Q = \frac{I_c}{(h/\cos \theta)^2} \dots\dots\dots(11)$$

$$\tilde{E}_Q = \frac{I_c}{h^2} \cos^2 \theta \dots\dots\dots(12)$$

$$\tilde{E}_Q = \tilde{E}_P \cos^2 \theta \dots\dots\dots(13)$$

4. Penerangan Jalan Raya

Penerangan jalan mempertimbangkan beberapa aspek, antara lain :

- a) Kuat penerangan
- b) Distribusi cahaya
- c) Tingkat kesilauan cahaya
- d) Arah pancaran cahaya dan pembentukan bayangan
- e) Warna dan perubahan warna
- f) Lingkungan

Terdapat lima klasifikasi jalan beserta kuat rata-ratanya, seperti yang diperlihatkan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Kuat penerangan pada setiap jenis jalan

No	Jenis Jalan	Kuat Penerangan Rata-rata
1	Jalan bebas hambatan atau TOL	> 20 Lux
2	Jalan Utama, jalan yang menuju atau melingkar kota	15 – 20 Lux
3	Jalan penghubung, percabangan jalan utama	7 – 10 Lux
4	Jalan Kampung atau lokal	3 – 5 Lux
5	Jalan Setapak atau gang	3 – 5 Lux

Kehilangan cahaya pada sumber penerangan jalan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu :

- a. Penurunan kemampuan sumber penerangan (lampu dan armatur) karena pemakaian
- b. Pengotoran terhadap armaturnya, dapat disebabkan pengotoran maupun perubahan sifat lastik maupun prismatic penutup armatur.

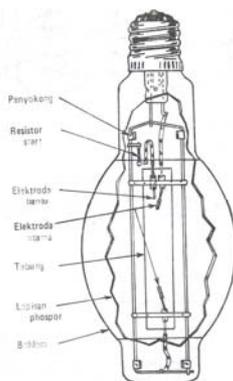
Tabel 2. Faktor kehilangan cahaya pada lampu penerangan jalan raya

Keadaan Lingkungan	Waktu Pemakaian (Tahun)		
	1	2	3
Sangat Bersih	0,98	0,94	0,93
Bersih	0,95	0,92	0,90
Sedang	0,92	0,87	0,84
Kotor	0,87	0,81	0,75
Sangat Kotor	0,72	0,63	0,57

5. Lampu HPL – N

Lampu HPL – N adalah jenis lampu merkuri fluorezen bertekanan tinggi, di mana lampu jenis merupakan keluarga lampu tabung. HPL – N adalah nama produk dari lampu jenis merkuri fluorezen yang dikenal di Eropa. Di Inggris dan Australia lampu merkuri fluorezen bertekanan tinggi dikenal dengan nama MBF, di Amerika dikenal dengan nama HX dan DX, sedangkan di Jepang lebih dikenal dengan nama HF.

Prinsip kerja lampu merkuri sama dengan prinsip kerja lampu tabung fluorezen, di mana cahaya yang dihasilkan berdasarkan terjadinya lucutan elektron (*electron discharge*) di dalam tabung lampu. Konstruksi lampu merkuri berbeda dengan konstruksi lampu fluorezen. Lampu merkuri terdiri dari dua tabung, yaitu tabung dalam yang disebut *Arc Tube* dan tabung luar yang disebut bohlam (*Bulb*). Tabung dalam diisi merkuri yang berguna untuk menghasilkan radiasi ultraviolet dan gas argon yang berfungsi untuk keperluan *starting*. Sedangkan bohlam luar berfungsi sebagai tabung dan menjaga kestabilan suhu di sekitar tabung.



Gambar 2. Konstruksi Lampu HPL – N

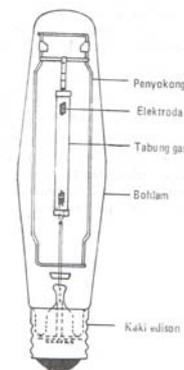
Lampu jenis ini harus menggunakan ballast untuk membatasi arus listrik. Biasanya ballast lampu merkuri berupa reaktor autotrafo, tergantung dari karakteristiknya. Lampu merkuri bekerja pada daya yang rendah. Pada dasarnya, jenis sinar yang dihasilkan oleh lampu merkuri

adalah dominan radiasi ultraviolet yang harus diubah menjadi cahaya tampak (*Visible light*) dengan cara melapisi dinding bagian dalam bohlam dengan serbuk fosfor, sama halnya dengan lampu fluorezen.

Lampu HPL – N atau lampu merkuri bertekanan tinggi fluorezen mempunyai umur rata-rata 12.000 jam sampai 20.000 jam. Sedangkan fluks cahaya yang dihasilkan berkisar antara 1.800 lumen sampai 54.200 lumen. Karena colour renderingnya cukup baik, sehingga lampu ini baik digunakan untuk penerangan jalan umum dan industri.

6. Lampu SON – T

Lampu sodium tekanan tinggi lebih sering disebut lampu SON – T. Prinsip kerjanya sama dengan lampu sodium tekanan rendah atau SOX – E, yaitu berdasarkan pelepasan elektron di dalam tabung lampu. Lampu sodium tekanan tinggi SON maupun sodium tekanan rendah SOX adalah keluarga lampu tabung atau *discharge lamp*. Sesuai dengan namanya, lampu ini mempunyai tekanan gas di dalam tabungnya kira-kira 250 mm Hg, sehingga temperatur kerja tabung lampu ini juga tinggi.



Gambar 3. Konstruksi Lampu SON – T

Lampu sodium tekanan tinggi terdiri dari dua tabung, yaitu tabung gas atau arc tube, dan tabung luar atau bohlam. Tabung gas terbuat dari bahan yang tahan terhadap uap sodium yang harus bekerja pada temperatur tinggi, misalnya stellox. Di dalam tabung gas diisikan sodium dan merkuri. Merkuri berfungsi untuk menaikkan tekanan gas dan tegangan kerja lampu sampai batas tertentu. Selain sodium dan merkuri, di dalam tabung gas juga dimasukkan gas mulia Neon untuk keperluan *starting*. Bohlam luar terbuat dari gelas yang sama sekali terpisah dari udara luar. Bohlam ini berfungsi untuk mencegah tabung gas dari kerusakan akibat bahan kimia dan juga berfungsi untuk mempertahankan kestabilan temperatur tabung gas.

Karena diameter tabung gas terlalu kecil, maka lampu sodium tekanan tinggi tidak

mempunyai elektroda bantu seperti pada lampu merkuri. Untuk keperluan starting, diperlukan campuran gas argon, xenon serta penambahan perlengkapan start diluar tabung gas. Lampu sodium tekanan tinggi membutuhkan waktu kira-kira sampai 10 menit untuk dapat menyala normal. Hal ini disebabkan sodium di dalam tabung gas membutuhkan pemanasan awal sampai dapat menghasilkan cahaya yang sebenarnya. Sedangkan untuk penyalaan ulang, lampu sodium tekanan tinggi akan membutuhkan waktu yang lebih singkat dari pada penyalaan normal, karena gas dalam tabung masih dalam keadaan panas tinggi saat lampu dimatikan.

Lampu SON – T atau lampu sodium tekanan tinggi mempunyai efisiensi yang baik sekitar 90 sampai 120 lm/watt serta mempunyai umur 12.000 – 20.000 jam. Lampu ini sesuai untuk penerangan jalan umum, namun lampu ini mempunyai colour rendering yang rendah, sehingga perubahan warna obyek ang disinari sangat besar.

7. Energi Listrik Yang Diserap Oleh Lampu

Energi adalah daya kerja yang telah digunakan dalam satu satuan waktu, sehingga :

$$W = P.t \dots\dots\dots(14)$$

Daya listrik lebih sering menggunakan satuan kWatt dan dalam satuan waktu jam (hours), sehingga persamaan 2.28 menjadi :

$$W = 2,78.10^{-7} Pt \text{ kWh} \dots\dots\dots(15)$$

Karena PLN menjual energi listrik kepada konsumen menggunakan daya kompleks VA, maka energi listrik yang diserap oleh lampu adalah :

$$W = \frac{kW}{pf} x \text{ jam} = \frac{kWH}{pf} \dots\dots\dots(16)$$

Biaya penggunaan lampu adalah energi yang diserap lampu dikalikan dengan tarif energi per kWhnya, maka :

$$\text{Biaya} = W \times \text{tarif} \dots\dots\dots(17)$$

$$\text{Biaya} = \frac{kWH}{pf} \times \text{tarif} \dots\dots\dots(18)$$

8. Hasil Pengujian dan Analisa

Hasil pengujian dan pengukuran kuat penerangan terhadap ke empat buah lampu dengan nilai ketinggian yang bervariasi, dan

dengan tegangan kerja 220 volt, maka di dapatkan data sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Penerangan Terhadap Ketinggian Lampu

Jenis Lampu	Kuat Penerangan Lampu (lux)					
	h= 1	h= 2	h= 3	h= 4	h= 5	h= 6
SON-T 80 W	2700	872	410	217	142	102
SON-T 250 W	6850	1930	960	508	320	222
HPL-N 80 W	135	42	20	14	12	10
HPL-N 250 W	452	162	81	43	32	28

Dari tabel 3. di atas, di dapatkan bahwa kuat penerangan lampu dipengaruhi oleh ketinggian lampu terhadap obyek yang diterangi. Semakin jauh obyek dari sumber cahaya, maka kuat penerangan yang diterima obyek tersebut akan semakin kecil. Hal ini diperlihatkan oleh gambar 4. tentang grafik kuat penerangan, sesuai dengan data pengukuran.



Gambar 4. Grafik kuat penerangan terhadap ketinggian lampu

Gambar 4. juga memperlihatkan bahwa besarnya kuat penerangan adalah berbanding terbalik dengan kuadrat ketinggian lampu dan grafik berbentuk parabola. Dari tabel data 3. dan gambar 4. memberikan gambaran dan fakta bahwa kuat penerangan lampu SON-T untuk kedua lampu dengan daya yang berbeda jauh lebih baik jika dibandingkan dengan kuat penerangan lampu HPL-N.

Perhitungan intensitas cahaya terhadap semua jenis lampu, dengan variabel ketinggian, didapatkan hasil berikut :

Tabel 4. Perhitungan Intensitas Cahaya Lampu SON-T

h (m)	h ² (m ²)	SON-T 80 W		SON-T 250 W	
		\tilde{E} (lx)	$I_c = \tilde{E}h^2$ (cd)	\tilde{E} (lx)	$I_c = \tilde{E}h^2$ (cd)
1	1	2700	2700	6850	6850
2	4	872	3488	1930	7720

3	9	410	3690	960	8640
4	16	217	3472	508	8128
5	25	142	3550	320	8000
6	36	102	3672	222	7992

Tabel 5. Perhitungan Intensitas Cahaya Lampu HPL-N

h (m)	h^2 (m ²)	HPL-N 80 W		HPL-N 250 W	
		\tilde{E} (lx)	$I_c = \tilde{E}h^2$ (cd)	\tilde{E} (lx)	$I_c = \tilde{E}h^2$ (cd)
1	1	135	135	452	452
2	4	42	168	162	648
3	9	20	180	81	729
4	16	14	224	43	688
5	25	12	300	32	800
6	36	10	360	28	1008

Hasil perhitungan intensitas cahaya yang diperlihatkan oleh tabel 4 dan 5 didapatkan bahwa intensitas cahaya dengan variabel h (tinggi lampu) menghasilkan nilai yang berbeda. Karena intensitas cahaya yang dipancarkan oleh sumber bersifat tetap, maka nilai rata-rata, yaitu :

- Lampu Son-T 80 W = 3428,7 cd
- Lampu Son-T 250 W = 7888,3 cd
- Lampu HPL 80 W = 227,83 cd
- Lampu HPL 250 W = 720,83 cd

Dari hasil perhitungan tersebut, apabila dibandingkan kedua jenis lampu antara jenis Son-T dan HPL-N, maka lampu jenis Son-T mempunyai intensitas cahaya yang lebih baik dan lebih terang cahayanya dari pada lampu HPL-N. Intensitas cahaya lampu Son-T 80 W adalah sebesar 15 kali intensitas cahaya lampu HPL-N 80 W. Sedangkan lampu Son-T 250 W mempunyai intensitas cahaya sebesar 11 kali intensitas lampu HPL-N 250 W.

Analisa kuat penerangan lampu sebagai penerangan jalan umum, ditinjau dari tiga hal, yaitu :

1. Kuat penerangan pada bidang tegak lurus dari lampu penerangan
2. Kuat penerangan pada bidang yang membentuk sudut penerangan
3. Kuat penerangan pada bidang antara dua tiang lampu penerangan

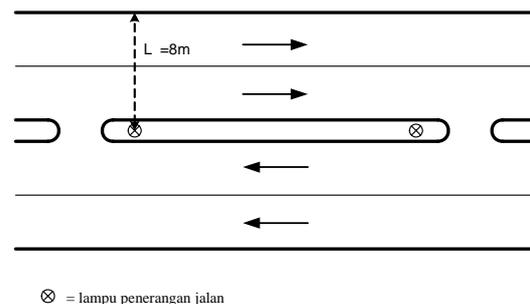
Lampu penerangan jalan umum yang dipasang pada jalan utama kota, biasanya dipasang pada ketinggian 8 meter dari permukaan jalan raya. Perhitungan kuat penerangan keempat buah lampu pada ketinggian $h = 8$ meter, pada bidang tegak lurus dari lampu penerangan, dengan menggunakan nilai intensitas cahaya rata rata lampu, diperlihatkan oleh tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 6. Perhitungan kuat penerangan untuk pemasangan 8 m

Jenis Lampu	h (m)	h^2 (m ²)	I_c (cd)	$\tilde{E}_P = \frac{I_c}{h^2}$ (lx)
SON-T 80 W	8	64	3428.7	53.57
SON-T 250 W	8	64	7888.3	123.25
HPL-N 80 W	8	64	227.83	3.56
HPL-N 250 W	8	64	720.83	11.26

Berdasarkan tabel perhitungan di atas, maka lampu HPL-N 80 W dan HPL-N 250 W tidak memenuhi standar kuat penerangan untuk jalan utama kota yang di persyaratkan, yaitu antara **15 – 20 lux**. Sedangkan lampu SON-T 80 W dan SON-T 250 W sudah memenuhi standar minimal untuk penerangan jalan utama.

Jalan utama kota biasanya dibangun dengan lebar minimal 16 meter untuk dua arah, seperti diperlihatkan pada gambar 4.2. Apabila tiang lampu penerangan jalan dibangun di tengah-tengah jalan (dipulau jalan), maka jarak antara lampu penerangan jalan dengan tepi jalan terluar adalah 8 meter. Variabel sudut penerangan lampu dari $l = 1$ m sampai $l = 8$ m untuk penerangan ke samping jalan, adalah :



Gambar 5. Skema pemasangan lampu penerangan pada jalan utama

Perhitungan kuat penerangan pada bidang jalan raya, dengan sudut penerangan yang bervariasi sesuai dengan tabel 7, serta dengan batas maksimum sampai jarak tepi jalan raya $l = 8$ m, diperlihatkan oleh tabel 8.

Tabel 7. Perhitungan sudut penerangan lampu

l (m)	l^2 (m)	h^2	$r = \sqrt{h^2 + l^2}$	$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{h}{r}\right)$ Rad	θ ($^\circ$)
1	1	65	8,06	0,124	7
2	4	68	8,25	0,245	14
3	9	73	8,54	0,359	21
4	16	80	8,94	0,464	27
5	25	89	9,43	0,559	32
6	36	100	10,00	0,644	37
7	49	113	10,63	0,719	41
8	64	128	11,31	0,785	45

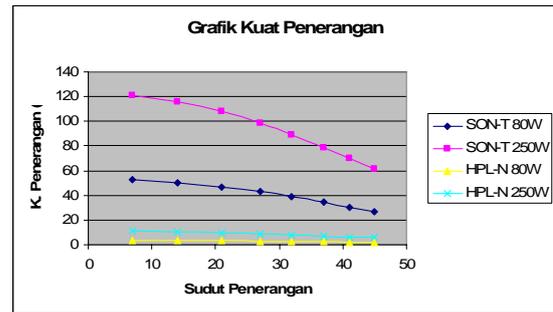
Catatan : Tinggi lampu adalah 8 m

Tabel 8. Perhitungan Kuat Penerangan Dengan Variabel Sudut Penerangan

l (m)	θ ($^\circ$)	r^2 (m 2)	$\tilde{E}_Q = \frac{I_c}{r^2}$ (lux)			
			SON-T 80W $I_c =$ 3428,7 cd	SON-T 250W $I_c =$ 7888,3 cd	HPL-N 80W $I_c =$ 227,83 cd	HPL-N 250W $I_c =$ 720,83 cd
1	7	65	52,75	121,36	3,51	11,09
2	14	68	50,42	116,00	3,35	10,60
3	21	73	46,97	108,06	3,12	9,87
4	27	80	42,86	98,60	2,85	9,01
5	32	89	38,52	88,63	2,56	8,10
6	37	100	34,29	78,88	2,28	7,21
7	41	113	30,34	69,81	2,02	6,38
8	45	128	26,79	61,63	1,78	5,63

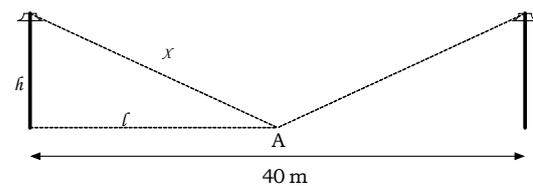
Perhitungan kuat penerangan dengan variabel sudut penerangan memperlihatkan bahwa semakin besar sudut penerangannya atau semakin jauh jarak dari bidang tegak lurus penerangan (tiang lampu) menuju ke tepi jalan, maka kuat penerangan yang diterima akan semakin kecil. Hal ini juga diperlihatkan oleh grafik kuat penerangan terhadap sudut penerangan pada gambar 6.

Untuk penerangan terjauh pada tepi jalan ($l = 8$ m), kuat penerangan dengan lampu SON-T 80W adalah 26,79 lux dan SON-T 250W adalah 61,63 lux sehingga masih memenuhi standar yang ditetapkan yaitu antara 15 – 20 lux. Sedangkan bila menggunakan lamapu HPL-N tidak memenuhi syarat yang ditentukan, karena kuat penerangannya kurang dari 15 lux untuk kedua buah lampu HPL-N.



Gambar 6. Grafik kuat penerangan terhadap sudut penerangan

Lampu penerangan jalan utama perkotaan biasanya dipasang dengan ketinggian lampu 8 m dan jarak antar tiang lampu adalah 40 m seperti gambar 7. Daerah bidang penerangan antara kedua buah tiang lampu, akan mendapatkan cahaya dari kedua lampu tersebut, sehingga kuat penerangan lampu yang diterima pada bidang penerangan adalah jumlah kuat penerangan dari kedua lampu tersebut.



Gambar 7. Jarak antara tiang lampu penerangan pada jalan utama kota

Pada gambar 7 di atas juga memperlihatkan bahwa titik A adalah titik tengah antara kedua tiang lampu penerangan. Apabila lampu satu (sebelah kiri) digunakan sebagai acuan jarak l , maka perhitungan kuat penerangan yang diterima bidang penerangan pada daerah antara kedua tiang lampu, dari $l = 0$ sampai $l = 40$ diperlihatkan oleh tabel 9 dan tabel 10 berikut ini.

Tabel 9. Kuat penerangan lampu HPL-N di daerah antara dua tiang lampu

l (m)	Lampu HPL-N 80W			Lampu HPL-N 250W		
	E_1 (lx)	E_2 (lx)	E	E_1 (lx)	E_2 (lx)	E
0	3,56	0,14	3,70	11,26	0,43	11,70
4	2,85	0,17	3,02	9,01	0,53	9,54
8	1,78	0,21	1,99	5,63	0,66	6,29
12	1,10	0,27	1,36	3,47	0,85	4,32
16	0,71	0,36	1,07	2,25	1,13	3,38
20	0,49	0,49	0,98	1,55	1,55	3,11
24	0,36	0,71	1,07	1,13	2,25	3,38
28	0,27	1,10	1,36	0,85	3,47	4,32

32	0,21	1,78	1,99	0,66	5,63	6,29
36	0,17	2,85	3,02	0,53	9,01	9,54
40	0,14	3,56	3,70	0,43	11,26	11,70

Tabel 10. Kuat penerangan lampu SON-T di daerah antara dua tiang lampu

l m	Lampu SON-T 80W			Lampu SON-T 250W		
	E_1 (lx)	E_2 (lx)	E	E_1 (lx)	E_2 (lx)	E
0	53,57	2,06	55,63	123,25	4,74	128,00
4	42,86	2,52	45,38	98,60	5,80	104,40
8	26,79	3,15	29,94	61,63	7,25	68,88
12	16,48	4,04	20,53	37,92	9,30	47,23
16	10,71	5,36	16,07	24,65	12,33	36,98
20	7,39	7,39	14,78	17,00	17,00	34,00
24	5,36	10,71	16,07	12,33	24,65	36,98
28	4,04	16,48	20,53	9,30	37,92	47,23
32	3,15	26,79	29,94	7,25	61,63	68,88
36	2,52	42,86	45,38	5,80	98,60	104,40
40	2,06	53,57	55,63	4,74	123,26	128,00

Hasil perhitungan pada tabel 9 dan 10, apabila dibuat grafik kuat penerangan terhadap jarak l dari tiang pertama sampai tiang ke dua, maka diperlihatkan pada gambar 8. berikut ini.



Gambar 8. Grafik kuat penerangan terhadap jarak dari tiang pertama ke tiang dua

Tabel 9 dan 10 serta gambar 8. memperlihatkan bahwa kuat penerangan di daerah antara kedua tiang lampu penerangan jalan umum, yang menggunakan lampu SON-T lebih baik dari pada menggunakan lampu HPL-N. Kuat penerangan pada titik A yang terletak di tengah-tengah, adalah kuat penerangan yang paling rendah, yang diterima oleh bidang penerangan (jalan raya). Dari tabel 4.7. didapatkan hasil bahwa dengan menggunakan lampu Son-T 250 W kuat penerangan pada titik A adalah 34 lux masih memenuhi standar yang dipersyaratkan untuk jalan utama (15 – 20 lux). Sedangkan apabila menggunakan lampu Son-T 150 W, kuat penerangan pada titik A adalah 14,78 lux sedikit di bawah standar yang dipersyaratkan. Sedangkan apabila menggunakan lampu HPL-N, seperti yang terlihat pada tabel 9

tidak memenuhi kuat penerangan yang dipersyaratkan, karena kurang dari 15 lux.

Hasil pengujian dan pengukuran besaran listrik terhadap ke dua jenis lampu dengan tegangan kerja 220 volt, maka di dapatkan data sebagai berikut :

Tabel 11. Hasil Pengujian Tegangan, Arus dan Frekuensi

Jenis Lampu	Tegangan (V)	Arus (A)	Frekuensi (Hz)
SON-T 80 W	222,9	0,42	49,8
SON-T 250 W	223,8	1,25	50,11
HPL-N 80 W	222,8	0,84	49,99
HPL-N 250 W	222,4	1,87	50,04

Tabel 11. tentang hasil pengujian terhadap tegangan, arus dan frekuensi memperlihatkan bahwa ke empat buah lampu yang diberikan tegangan kerja 220 mempunyai frekuensi kerja normal, yaitu antara 49,5 Hz sampai 50,5 Hz. Apabila dibandingkan antara kedua jenis lampu, didapatkan bahwa lampu SON-T 80 W menyerap arus listrik 0,42 A, setengah dari arus yang diserap lampu HPL-N 80W yaitu 0,84 A. Sedangkan lampu SON-T 250W menyerap arus listrik 1,25 A lebih kecil dari lampu HPL-N 250W yang menyerap arus 1,87 A

Hasil pengujian dan pengukuran daya dan faktor daya terhadap ke dua jenis lampu dengan tegangan kerja 220 volt, maka di dapatkan data seperti pada table 12.

Tabel 12 memperlihatkan bahwa, untuk spesifikasi daya lampu yang sama, lampu SON-T memberikan daya keluaran (daya kerja aktif, watt) yang lebih kecil dibandingkan dengan lampu HPL-N. Walaupun daya aktifnya lebih kecil, lampu SON-T memberikan intensitas cahaya yang lebih baik dari pada lampu HPL-N. Dengan demikian lampu SON-T memberikan efisiensi yang lebih baik dari pada lampu HPL-N, hal ini dapat dibuktikan dengan lebih tingginya daya reaktif lampu HPL-N dari pada daya reaktif lampu SON-T, di mana daya reaktif ini bisa dikatakan sebagai daya yang terbuang.

Tabel 12 Hasil Pengujian Daya dan Faktor Daya

Tipe Lampu	Daya Komp. (kVA)	Daya Aktif (kW)	Daya Reaktif (kVAR)	Pf
SON-T 80 W	0,091	0,078	0,041	0,854
SON-T 250 W	0,280	0,255	0,082	0,909
HPL-N 80 W	0,188	0,091	0,164	0,483
HPL-N 250 W	0,417	0,256	0,327	0,613

Faktor daya lampu HPL-N sangat rendah di bawah 0,5, sedangkan faktor daya lampu SON-T sangat baik, di atas 0,8. Sehingga mengakibatkan lampu HPL-N akan menyerap daya suber PLN lebih besar dari pada lampu SON-T , untuk spesifikasi daya lampu yang sama. Untuk lampu dengan daya 80 watt, lampu SON-T hanya menyerap daya 0,091 kVA sedangkan lampu HPL-N menyerap daya 0,188 kVA. Demikian juga untuk lampu dengan daya 250 watt, lampu SON-T hanya menyerap daya 0,280 kVA sedangkan lampu HPL-N menyerap daya 0,417 kVA.

PLN menjual daya ke konsumennya berupa daya kompleks VA, sehingga perhitungan energi yang diserap serta biaya operasionalnya menggunakan acuan daya kompleks VA. Perhitungan konsumsi energi listrik dan biaya operasional satu buah lampu dengan asumsi bahwa lampu menyala selama 375 jam setiap bulannya serta tarif listrik per kVAh nya Rp. 493, adalah seperti pada tabel 13.

Dari tabel perhitungan 13 tersebut diperoleh bahwa untuk spesifikasi daya lampu yang sama, energi listrik yang diserap oleh lampu SON-T lebih kecil jika dibandingkan dengan lampu HPL-N. Biaya perbulan yang akan dikeluarkan untuk pemakaian satu lampu SON-T 80W adalah Rp. 16.823,63 dan SON-T 250W adalah Rp. 51.765,00 jauh lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan lampu HPL-N, di mana HPL-N 80W adalah Rp. 34.756,50 dan HPL-N 250W Rp. 77.092,88.

jika menggunakan lampu SON-T dari pada lampu HPL-N

3. Lampu SON-T menyerap arus listrik lebih sedikit dari pada lampu HPL-N
4. Energi listrik yang diserap lampu jenis SON-T lebih sedikit dari pada lampu jenis HPL-N
5. Biaya operasional setiap bulan untuk satu lampu, pemakaian lampu SON-T lebih murah dari pada lampu HPL-N
6. Lampu jenis SON-T mempunyai efisiensi yang lebih baik bila digunakan sebagai lampu penerangan jalan umum, jika dibandingkan dengan lampu jenis HPL-N

10. DAFTAR PUSTAKA

1. Alois Koller, 1986, *Rangkaian Arus Listrik*, PT. Intermedia, Jakarta
- 2.
3. Michael Neidle, 1991, *Teknologi Instalasi Listrik*, Penerbit Erlangga, Jakarta
4. Muhaimin, Drs, M.T., 2001, *Teknologi Pencahayaan*, PT. Refika Aditama, Bandung
5. Joseph A. Edminister, 1984, *Rangkaian Listrik*, Penerbit Erlangga, Jakarta
6. Paul A. Tipler, 2001, *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 2*, Penerbit Erlangga, Jakarta
7. P. Van Harten, 1985, *Instalasi Listrik Arus Kuat 2*, Penerbit Bina Cipta, Jakarta
8. R. Panjaitan, Drs., 1996, *Lampu Listrik dan Penggunaannya*, Penerbit Tarsito, Bandung
9. —, 2005, *Product Catalog*, Philips Electronics N.V., Indonesia

Tabel. 13. Perhitungan energi listrik dan biaya operasional

Jenis Lampu	Daya PLN (kVA)	Energi Listrik (kVAh)	Biaya per bulan (Rupiah)
SON-T 80W	0,091	34,13	16.823,63
SON-T 250W	0,28	105,00	51.765,00
HPL-N 80W	0,188	70,50	34.756,50
HPL-N 250W	0,417	156,38	77.092,88

9. Kesimpulan

Setelah melakukan serangkaian pengujian dan analisa data, perbandingan unjuk kerja lampu SON-T dan HPL-N sebagai lampu penerangan jalan umum, di mana perbandingan kedua jenis lampu tersebut menggunakan pembandingan spesifikasi daya lampu yang sama, maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa :

1. Lampu jenis SON-T mempunyai intensitas cahaya yang lebih baik dari pada lampu HPL-N
2. Kuat penerangan yang diterima oleh bidang penerangan atau media jalan raya, lebih baik