BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Data Karakteristik Jalan

Spesifikasi dan kondisi jalan cukup besar pengaruhnya dalam menentukan tingkat kelayakan suatu system penerangan.

3.1.1 Kelas jalan

Kelas jalan merupakan pembagian jalan berdasarkan jenis dan karakteristik jalan yang akan digunakan untuk menentukan koefisian luminasi rata – rata pada permukaan jalan yang berpengaruh pada nilai distribusi penerangan rata – rata dan nilai ambang batas silau. Penentuan kelas jalan dapat dilihat pada table 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Penentuan Kelas Jalan Berdasarkan Spesifikasi dan Kondisi Jalan

Spesifikasi Jalan	Kondisi Jalan	Kelas Jalan
Berkecepatan tinggi, 2 arah dan mempunyai pemisah jalan . Jalan bebas hambatan. Jalan utama.	Tingkat kepadatan dan kompleksitas jalan	
	Tinggi	M1
	Sedang	M2
	Rendah	M3
Bekecepatan tinggi, 2 arah tanpa pemisah jalan, jalan utama	Penkontrolan, pemisah, dan pencampuran lalu lintas	
	Kurang baik	M1
	Baik	M2

lanjutan Tabel 3.1

Spesifikasi Jalan	Kondisi Jalan	Kelas Jalan
Jalan - jalan penting distribusi jalan penghubung	Penkontrolan, pemisah, dan pencampuran lalu lintas	
	Kurang baik	M2
	Baik	M3
Jalan - jalan lingkungan atau lokal	Untuk semua kondisi	M4

Sumber: Hamzah (2008)

3.1.2 Lebar jalan

Lebar jalan mempengaruhi susunan dan tinggi lampu penerangan jalan. Semakin lebar suatu jalan, maka lampu penerangan harus semakin tinggi agar lampu dapat mendistribusikan cahaya dengan baik.

3.2 Data Karakteristik Lampu Penerangan Jalan

Data karakteristik penerangan jalan diperoleh dengan pengukuran langsung dilapangan oleh instansi – instansi terkait, berupa tinggi lampu, jarak spasi antar lampu, sudut kemiringan lampu, dan lumen lampu.

3.2.1 Tinggi lampu penerangan jalan

Tinggi lampu penerangan jalan adalah jarak dari lampu penerangan terhadap permukaan jalan.

3.2.2 Jarak spasi antar lampu penerangan jalan

Jarak spasi antar lampu penerangan jalan adalah panjang antara satu lampu penerangan jalan dengan lampu penerangan jalan lainnya.

3.2.3 Sudut kemiringan lampu penerangan jalan

Sudut kemiringan lampu penerangan jalan maksimum adalah 30°, dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Efek silau pemantulan cahaya dengan permukaan jalan,
2. Umur lampu,
3. Efesiensi penyebaran cahaya.

3.2.4 Lumen lampu penerangan jalan

Lumen adalah unit pengukuran dari besarnya cahaya (arus cahaya) atau disebut juga fluks cahaya.

3.3 Jenis Lampu Penerangan

Jenis lampu penerangan jalan ditinjau dari karakteristik dan penggunaannya secara umum adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Jenis Lampu Penerangan Jalan Secara Umum Menurut Karakteristik dan Penggunaannya

Efisiensi rata - rata (lumen/watt)	**Umur rencana rata-rata (jam)**	**Daya (watt)**	**Pengaruh thpp warna obyek**	**Keterangan**
60 - 70	8.000 - 10.000	18-20 ; 36 - 40	Sedang	untuk jalan kolektor dan lokal.
				efisiensi cukup tinggi tetapi berumur pendek.
				masih dapat digunakan untuk hal-hal yang terbatas.
50 - 55	16.000 - 24.000	125; 250; 400; 700	Sedang	untuk jalan kolektor,lokal dan persimpangan
				efisiensi rendah, umur panjang,dan ukuran lampu kecil
				jenis lampu ini masih dapat digunakan secara terbatas
Lampu gas sodium bertekanan rendah (SOX)	100 - 200	8.000 - 10.000	Sangat buruk	untuk jalan kolektor, lokal, persimpangan, penyebrangan,terowongan,tempat peristirahatan (rest area)
				efisiensi sangat tinggi, umur cukup panjang,ukuran lampu besar, sehingga sulit untuk mengontrol cahayanya,dan cahaya lampu sangat buruk karna warna kuning
				jenis lampu ini dianjurkan digunakan karena faktor efisiensinya yang sangat tinggi.

lanjutan Tabel 3.2

Efisiensi rata - rata (lumen/watt)	**Umur rencana rata-rata (jam)**	**Daya (watt)**	**Pengaruh thpp warna obyek**	**Keterangan**
Lampu gas sodium tekanan tinggi (SON)	110	12.000 - 20.000	150; 250; 400	untuk jalan tol, arteri,kolektor, persimpangan besar/luas, dan interchange
				efisiensi tinggi, ukuran lampu kecil,sehingga mudah pengontrolan cahayanya.
				jenis lampu ini sangat baik dan sangat dianjurkan untuk digunakan

Sumber : SNI 2008

3.4 Karakteristik Penerangan

Karakteristik penerangan akan dianalisis meliputi penerangan rata – rata(L_{AVR}) dan nilai ambang batas silau (*TI*).

3.4.1 Distribusi Penerangan Rata – Rata

Distribusi penerangan rata – rata dihitung dengan rumus

$$(L_{AVR}) = \eta_L \frac{\Phi}{W.S} \times Q_0 \qquad \text{.....(3.1)}$$

Keterangan :

L_{AVR} = Tingkat distribusi penerangan rata – rata permukaan jalan (cd/m^2)

η_L = Faktor hasil luminasi

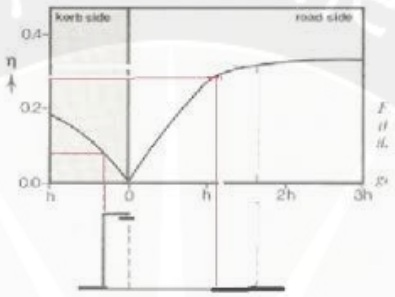
Φ = Lumen lampu (lm)

W = Lebar jalan (m)

S = jarak spasi (m)

Qo = Koefisien luminasi rata – rata pada permukaan jalan ($\frac{cd^2}{m^2}$ *lux*)

Nilai η_L didapat dari diagram factor luminasi sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Faktor Hasil Luminasi

Keterangan :

Nilai η_{L1} untuk kerb side

Nilai η_{L2} untuk road side

Sehingga nilai $\eta_L = \eta_{L1} + \eta_{L2}$

Tabel 3.3 Penentuan Q_0 dari Kelas Jalan

Kelas Jalan	**Nilai rata - rata Q_0**
M1	0,1
M2	0,07
M3	0,07
M4	0,08

Sumber : Hamzah (2008)

3.4.2 Nilai ambang batas silau

Nilai ambang batas silau dapat dihitung dengan rumus

$$TI = 65 \frac{L_V}{L_{AVR}{}^{0,8}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.2)$$

Keterangan :

TI = nilai ambang batas silau (%)

L_v = nilai luminasi dengan pandangan lurus sejajar terhadap jalan (cd/m^2)

Dimana,

$$Lv = \frac{2,8 \times 10^{-3}}{(h-1,5)^2} \times \Phi \times \sum_{i=1}^{12} Yi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.3)$$

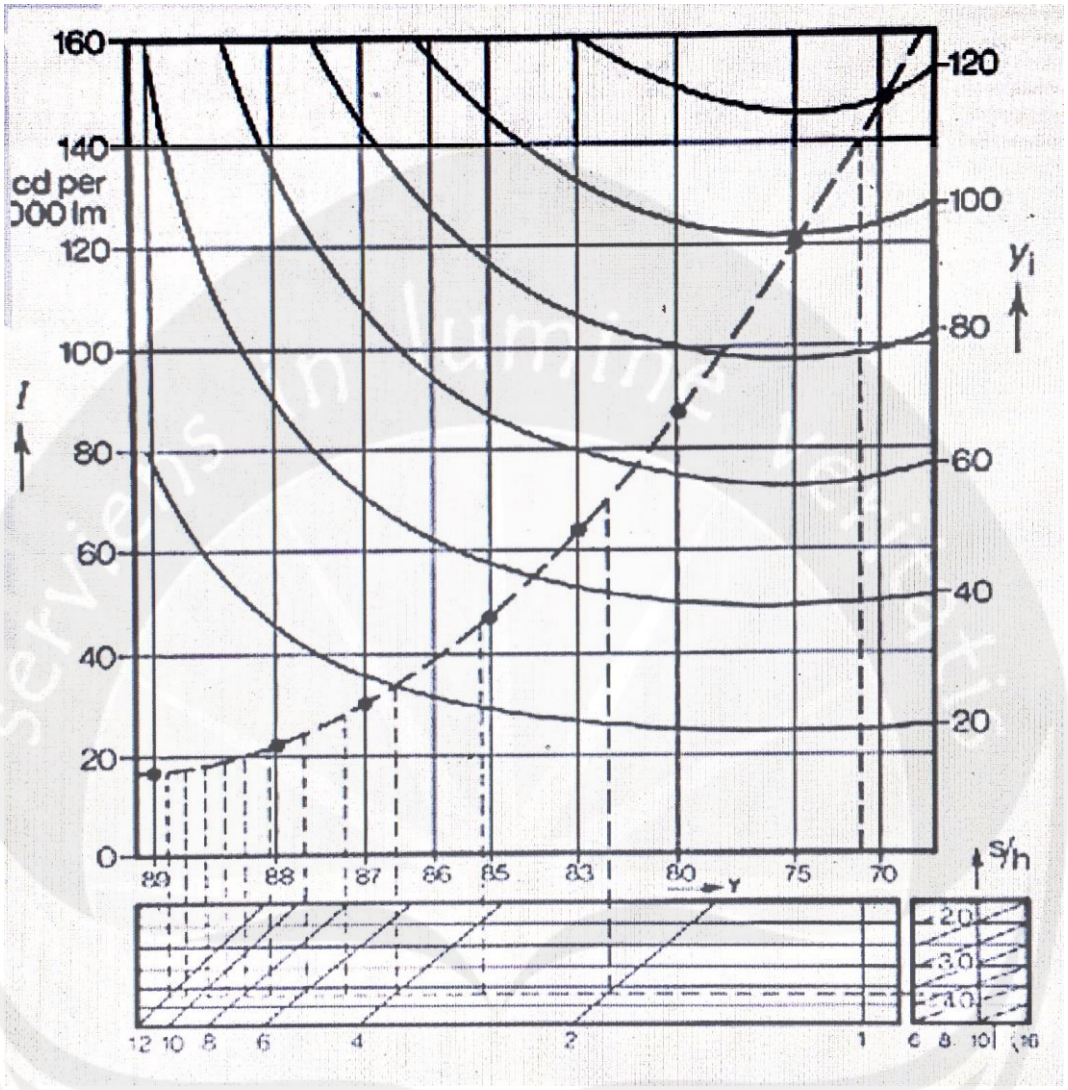
Keterangan :

h = tinggi pemasangan lampu terhadap permukaan jalan (m)

Φ = Lumen lampu (lm)

Yi = nilai yang dibaca di monogram

Nomogram untuk menentukan Yi adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram Monogram Untuk Menentukan Nilai Yi

3.5 Standar Penerangan Jalan

Penelitian ini menggunakan standar kelayakan menurut CIE (*Classification System of the International Commission on Illumination*). Berikut akan disajikan beberapa standar resmi yang direkovelasi CIE, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3.4 Tingkat Distribusi Kemerataan dan Efek Silau CIE

Negara dan Referensi Literal	**Tingkat Distribusi dan Jarak yang Ditentukan**	**Kemerataan Jarak Yang Dilakukan**		**Efek Silau dan Jarak Yang Ditentukan**
CIE 1997	L_{AVR} 0,5 - 2 cd / m^2	*Uo* 0,4	*U1* 0,5 - 0,7	*TI* 10 - 20 %
Jepang (JSR 1967) (JIS 1969)	E_A L_{aV} 0,5 - 2 cd / m2	*Uo* 0,5		Kelas Lumnan *c.0 - n.c.0*

Sumber = Boemmel dan Boer (1980)

Faktor pencahayaan sangan penting dalam penerangan di jalan dimana kemampuan untuk mellihat obyek sangat tergantung pada faktor tersebut yang mencakup :

1. Tingkat distribusi / besaran kuat penerangan atau luminasi pada permukaan jalan.
2. Kemerataan penyebaran cahaya *(uniformity)* dari lampu di permukaan jalan.
3. Batasan tingkat kesilauan yang dapat mengurangi kenyamanan dalam berlalu lintas.

3.5.1 Tingkat distribusi penerangan atau luminasi

Tingkat distribusi penerangan atau luminasi dapat dilihat dengan melihat banyaknya cahaya pada permukaan jalan yang dapat dilihat oleh pengendara adar dapat mengidentifikasi proyek. Kemampuan mengidentifikasi proyek tergantung pada beberapa hal sebagai berikut :

1. Kuat penerangan pada obyek (cd/m^2).
2. Kuat penerangan pada jalan (cd/m^2).

3. Kerataan penerangan.
4. Kontrol kesilauan.

3.5.2 Kerataan penyebaran cahaya

Kerataan Penyebaran cahaya dapat dibagi dalam dua arah yaitu:

1. Kemerataan menyeluruh (U_o)

   Kemerataan menyeluruh adalah resiko dari luminasi terhadap luminasi rata – rata pada permukaan jalan. Kerataan menyeluruh yang baik adalah apabila semua titik pada permukaan jalan dapat dilihat dengan baik.

2. Kerataan yang memanjang (U_1)

   Kerataan memanjang adalah rasio terendah dari luminasi minimum terhadap luminasi maksimal permukaan jalan pada bagian tengah setiap jalur. Kerataan memanjang yang baik akan memberikan kondisi yang aman dan nyaman dalam berkendara tanpa mengalami efek zebra.

3.5.3 Batas tingkat kesilauan

Batas standarisasi CIE batas tingkat kesilauan yang baik adalah antara TI 10% - 20%. Faktor – faktor yang mempengaruhi nilai ambang batas silau adalah sebagai berikut :

1. Tingkat distribusi penerangan atau luminasi.
2. Tingkat pemasangan lampu.
3. Jenis lampu yang digunakan yang menentukan besarnya lumen lampu.

3.6 Persyaratan dan Perencanaan Penerangan Jalan

Penerangan jalan harus memenuhi persyaratan dan perencanaan sebagai berikut :

Tabel 3.5 Persyaratan Perencanaan dan Penempatan Fasilitas Penerangan Jalan

URAIAN		BESARAN-BESARAN
1	Tinggi Tiang Lampu (H)	
	Lampu Standar	10 - 15 m
	Tinggi Tiang rata - rata digunakan	13 m
	Lampu Menara	20 -50 m
	Tinggi Tiang rata - rata digunakan	30 m
2	Jarak Interval hang Lampu (e)	
	Jalan Arteri	3.0 H - 3.5 H
	Jalan Kolektor	3.5 H - 4.0 H
	Jalan Lokal	5.0 H - 6.0 H
	Minimum Jarak Interval Tiang	30 m
3	Jarak Tiang Lampu ke Tepi perkerasan (s1)	minimum 0,7 m
4	Jarak dari Tepi Perkerasan ke Titik Penerangan Terjauh (s2)	minimum L/2
5	Sudut Inklinasi (i)	20° - 30°

Keterangan : H = Tinggi tiang lampu (m), L = lebar badan jalan (m)

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Pembinaan Jalan Kota (1991)

3.7 Kriteria Penempatan

Penempatan lampu jalan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan kemerataan cahaya yang baik, keselatan, keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Sistem penempatan lampu.penerangan jalan yang disarankan adalah sebagai berikut ;

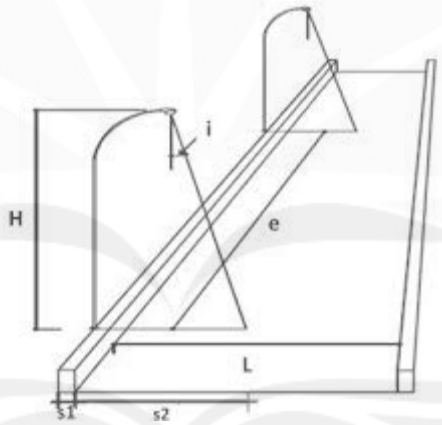
Tabel 3.6 Sistem Penempatan Lampu Penerangan Jalan

Jenis Jalan/Jembatan	**Sistem Penerangan Lampu yang Digunakan**
Jalan Kolektor	Sistem menerus dan parsial
Jalan Arteri	Sistem menerus dan parsial
Jalan Lokal	Sistem menerus dan parsial
Persimpangan,intercharge,Ramp	Sistem menerus
Jembatan	Sistem menerus
Terowongan	Sistem menerus bergradasi

Catatan : Sebaiknya system penempatan lampu direncanakan dengan system menerus

Sumber : SNI 7391 (2008), Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan

Perencanaan dan penempatan lampu penerangan jalan dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini :



Gambar 3.3 Penempatan Lampu Penerangan

Keterangan :

H = tinggi tiang lampu

L = lebar badan jalan , termasuk median bila ada

e = jarak interval antar tiang lampu

s1 = jarak tiang lampu ketepi perkerasan

s2 = jarak dari tepi perkerasan ketitik penyinaran terjauh’

s1 + s2`= proyeksi kerucut cahaya

i = sudut inklinasi pencahayaan atau penerangan

Dalam penempatan lampu penerangan jalan harus mempertimbangkan terhadap tanaman jalan yang telah ada agar kerimbunan pohon tidak menghalangi cahaya.

3.8 Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan

Perbedaan kondisi jalan (lebar jalan, jumlah jalur, jumlah lajur) akan menyebabkan perbedaan pula pada penataan letak lampu penerangan jalan. Pemilihan penempatan lampu penerangan jalan dapat direncanakan seperti tabel 3.6 berikut ini :

Tabel 3.7 Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan

Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan	
Tempat	**Penataan / Pengaturan Letak**
Jalan Satu Arah	di kiri atau kanan jalan
	di kiri atau kanan jalan berselang seling
	di kiri atau kanan jalan berhadapan
	bagian tengah atau median jalan
Jalan Dua arah	bagian tengah atau kombinasi
	kombinasi antara di kiri dan kanan berhadapan dengan bagian tebgah median jalan
	Katenasi

lanjutan Tabel 3.7

Tempat	Penataan / Pengaturan Letak
Persimpangan	Dapat dilakukan menggunakan lampu menara dengan beberapa lampu, umumnya ditempatkan di pulau - pulau, median jalan, diluar daerah persimpangan (dalam damija ataupun dalam dawasja

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Pembinaan Jalan Kota, 1991

Berdasarkan SNI 7291 tentang Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan tahun 2008, batasan penempatan lampu penerangan jalan tergantung dari tipe lampu, tinggu lampu, lebar jalan, dan tingkat kemerataan pencahayaan dari lampu yang digunakan. Jarak antar lampu secara umum, dapat mengikuti batasan seperti pada Tabel 3.7 dan Tabel 3.8. Dalam tabel tersebut dipisahkan antara dua tipe rumah lampu. Rumah lampu (*lantern*) tipe A mempunyai penyebaran sorotan cahaya lebih luas. Tipe lampu ini adalah jenis lampu gas sodium bertekanan rendah. Rumah lampu tipe B mempunyai sorotan cahaya lebih ringan / kecil terutama yang langsung ke jalan, yaitu jenis lampu gas merkuri atau sodium bertekanan tinggi.

Tabel 3.8 Jarak Antara Tiang Lampu Penerangan (e) Berdasarkan Tipikal Distribusi Pencahayaan dan Klarifikasi Rumah Lampu Tipe A

Jenis Lampu	Tinggi Lampu (m)	Lebar Jalan (m)								Tingkat Pencahayaan
		4	5	6	7	8	9	10	11	
35W SOX	4	32	32	32	-	-	-	-	-	3,5 LUX
	5	35	35	35	35	35	34	32	-	
	6	42	40	38	36	33	31	30	29	
55W SOX	6	42	40	38	36	33	32	30	28	6,0 LUX
90W SOX	8	60	60	58	58	52	50	48	46	

lanjutan Tabel 3.8

Jenis Lampu	Tinggi Lampu (m)	Lebar Jalan (m)								Tingkat Pencahayaan
		4	5	6	7	8	9	10	11	
90W SOX	8	36	35	35	33	31	30	29	28	10,0 LUX
135W SOX	10	46	45	45	44	43	41	40	39	
135W SOX	10	-	-	25	24	23	22	21	20	20,0 LUX
180W SOX	10	-	-	37	36	35	33	32	31	
180W SOX	10	-	-	-	-	22	21	20	20	30,0 LUX

Sumber : SNI 7391 (2008).

Tabel 3.9 Jarak Antara Tiang Lampu Penerangan (e) Berdasarkan Tipikal Distribusi Pencahayaan dan Klarifikasi Rumah Lampu Tipe B

Jenis Lampu	Tinggi Lampu (m)	Lebar Jalan (m)								Tingkat Pencahayaan
		4	5	6	7	8	9	10	11	
50W SON atau 80W MBF/U	4	31	30	29	28	26	-	-	-	3,5 LUX
	5	33	32	32	31	30	29	28	27	
70W SON atau 125W MBF/U	6	48	47	46	44	43	41	39	37	
70W SON atau 125W MBF/U	6	34	33	32	31	30	28	26	24	6,0 LUX
100W SON	6	48	47	45	42	40	38	36	34	
150W SON atau 250W MBF/U	8	-	-	48	47	45	43	41	39	10,0 LUX
100W SON	6	-	-	28	26	23	-	-	-	

lanjutan Tabel 3.9

Jenis Lampu	Tinggi Lampu (m)	Lebar Jalan (m)								Tingkat Pencahayaan
		4	5	6	7	8	9	10	11	
250W SON atau 400 MBF/U	10					55	53	50	47	10,0 LUX
250W SON atau 400 MBF/U	10			36	35	33	32	30	28	20,0 LUX
400W SOON	12					39	38	37	36	30,0 LUX

Sumber : SNI 7391 (2008)