

PENELITIAN SISTEM PENERANGAN YANG BAIK PADA SUATU INDUSTRI

Sugianto dan Accid Kurnia

Program Studi Teknik Elektro FTI- ISTN

Jalan Moh. Kahfi II Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640

Email : Sugiantoistn13@gmail.com**Abstrak**

Kelistrikan penerangan adalah suatu kebutuhan yang sangat penting pada suatu perusahaan industry, yang lebih penting lagi pada area perusahaan pabrik gas. Sejauh ini penerangan yang dibutuhkan disesuaikan dengan kebutuhan. Lokasi atau luas area dibutuhkan dengan jumlah intensitas yang diperlukan. Hal ini penting sekali perlu dilakukan perhitungannya kebutuhan penerangannya dan type mounted fluorescent dengan sudut 90 derajat ditempatkan pada handrail, dan dengan instalasi sesuai dengan kebutuhan lampu iluminasinya dan area. Kemudian semua lampu akan diperhitungkan sesuai dengan iluminasi yang efektif, diantara jarak antara lampu, dengan simulasi perhitungan penerangan dan tegangan dalam rangkaian. Juga perhitungan akan dapat memberikan perencanaan listrik yang efektif dalam mendesain untuk lokasi atau area.

Kata kunci : *gas plant area, fluorescent lamps, task lighting, effective of lighting design.*

Abstract

Lighting is one of the most important to support company's productivity, especially in gas plant area. To meet the lighting needs usually used artificial lighting. To ensure the location have enough light intensity, it's important to do calculations for fluorescent lamps that mounted at 90° angle placed on the handrail, and the installation of task lighting that used to illuminate the process area. Then the lighting calculation will calculate the lamps illumination intensity, the distance between the lights, simulation by using lighting calculation software and the calculation of voltage drop from the lighting circuit. So the calculation can give an effective plan of lighting design for that area..

Key Word : *gas plant area, fluorescent lamps, task lighting, effective of lighting design.*

1. PENDAHULUAN

Sistem penerangan merupakan hal yang harus diperhatikan dengan baik pada kehidupan saat ini, terutama pada wilayah yang memiliki produktifitas yang tinggi. Seperti pada pabrik gas yang menerapkan sistem produksi siang dan malam. Salah satu hal yang mempengaruhi proses produksi adalah penerangan, karena penerangan memegang peranan penting dalam pekerjaan suatu industri. Penerangan yang baik dapat memberikan pengaruh yang baik pada proses produksi, peningkatan kecermatan dalam beroperasi, suasana kerja yang lebih nyaman, dan menjaga keselamatan para pekerja.

Keutamaan dan keistimewaan pada Liquefied Natural Gas (LNG) plant atau pabrik gas adalah:

- Semua peralatan harus sesuai dengan klasifikasi area dimana peralatan penerangan akan dipasang.

- Adanya standar yang diterapkan pada sistem penerangan yang digunakan baik pada penerangan dalam ruangan maupun penerangan luar ruangan.

2. PEMELIHARAAN PERALATAN DAN KARAKTERISTIK AREA PABRIK GAS.

Project yang dikerjakan adalah Project Gorgon, yang terletak di Pulau Barrow, Australia. pulau Borrow adalah pulau kelas 'A', yang memiliki arti bahwa area pada project ini sangat dilindungi oleh pemerintah Australia. Area tempat dimana Project ini dibangun pada ekosistem dari beberapa hewan yang dilindungi pemerintah Australia seperti burung-burung laut dan juga kehidupan laut seperti penyu. Sehingga sistem pencahayaan yang baik yang tidak mempengaruhi ekosistem sekitar area produksi harus diperhatikan. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada project ini yaitu :

- Tidak boleh ada cahaya yang keluar dari pagar yang mengelilingi area.
- Cahaya langit harus serendah mungkin.
- Menggunakan standar minimum untuk cahaya pada saat operasi dan juga maintenance.

Sebagai patokan dalam melakukan perancangan dan juga pemilihan peralatan digunakan standar yang dapat dijadikan pegangan yaitu AS 1680 (*Interior Lighting Series*) AS2293.1 (*Emergency Escape Lighting and Exit Signs for Buildings*) yang tergabung dalam instruction work.

Tabel II.1 Besar Intensitas Cahaya yang dianjurkan berdasarkan *Australian Standard*.

Area	Tingkat Penerangan		Lokasi Titik Pengukuran
	Intensitas cahaya pada kondisi normal	Area Task Lighting Lux (E)	
Area pompa dan valve	20	50	Tanah
Area Operasi	20	50	Lantai
Area Tangga (pada saat lampu aktif)	20	50	Lantai
Area Instrumen dan Peralatan Produksi	20	50	Sebatas Mata
Area Pemisah (produksi)	20	50	sebatas jendela pemanau
Area Akses untuk Maintenance	1	10	Lantai
Tangga (pada saat lampu tidak aktif)	1	10	Lantai

3. BATASA MASALAH

Beberapa masalah yang akan dibahas dalam Tugas penelitian ini menyangkut instalasi listrik pada Area Gedung pabrik gas ini yang dibutuhkan dengan menggunakan perhitungannya secara manual dan dengan metode MGi32. Kemudian dari hasil perhitungan tersebut nanti akan dibandingkan sehingga akan diketahui hasil analisisnya.

Maka dibuat suatu batasan masalah sebagai berikut:

- 1.) Tinjauan teori dasar bahan – bahan dalam pemasangan instalasi yang disahkan dalam peraturan umum instalasi listrik antara lain :
 - a. Pemakaian kabel listrik
 - b. Menentukan kapasitas MCB
 - c. Jenis dan hubungan saklar dan stop kontak dalam pemakaian
 - d. Fitting lampu

2.) Gambar teknik menggunakan software AutoCAD

- 1.) Perhitungan pemakaian

- 2.) Perhitungan titik lampu dengan metode perhitungan manual.

II.1 Arah Posisi Lampu

Arah posisi lampu dibagi menjadi dua, yaitu perhitungan pada arah vertical atau pada posisi 0° dan Perhitungan pada arah horisontal atau pada posisi 90°

Kebutuhan intensitas lampu disesuaikan dengan kondisi serta ruangnya dan jumlah lampu yang dibutuhkan dengan type dan besarnya intensitasnya. Untuk penentuan jumlah lampu dan besar kuat cahaya atau lumen terlebih dahulu dilakukan perhitungan. Untuk jenis lampu yang dipasang disesuaikan dengan kondisi lokasinya apakah aman atau lokasi yang lebih seifi keamanannya.

II.2 Pemilihan Lampu Flourescent.

Lampu yang akan digunakan adalah lampu tipe eLLK 92018/18. Lampu yang dipilih adalah lampu yang memiliki kode I2DIP66T80oC, ini menunjukkan bahwa lampu ini bisa digunakan pada area yang mengandung acetone, amonia, ethyl, alkohol, bensin, dan propane. Sehingga lampu ini aman untuk digunakan pada area perencanaan.

Sedangkan untuk lampu task digunakan lampu HADAR HDL Series 160. Pada lampu ini tertera spesifikasi zone yang terdapat pada name plate yaitu Ex t IIIC T103°C Db dimana pada lampu ini dilengkapi proteks untuk kebocoran gas dan juga dapat melindungi lampu dari masuknya gas ethylene yang dapat menyebabkan gas tersulut pada saat penyalaan lampu.

3. PERHITUNGAN PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN PADA PABRIK GAS

3.1 Perhitungan Manual Intensitas Penerangan dan Jarak Antar Lampu

Sebelum melakukan perhitungan intensitas penerangan dan jarak antar lampu, dilakukan perhitungan untuk mengetahui titik pengukuran, digunakan persamaan (3.1) untuk jarak sisi c, sudut α dan sudut θ , berdasarkan gambar III.9.

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

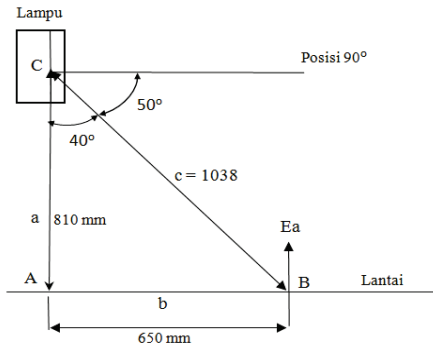
daya instalasi listrik

$$c = \sqrt{810^2 + 650^2} = 1038 \text{ mm}$$

sedangkan untuk sudut α dan sudut θ adalah sebagai berikut:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{650}{810} = 40^\circ$$

Perhitungan dilakukan pada sudut 90° sebagai awal. Gambar IV.1 memberikan gambaran posisi lampu beserta jarak dan sudut pengukuran.



Gambar 3.1 Penempatan posisi lampu pada sudut 90°

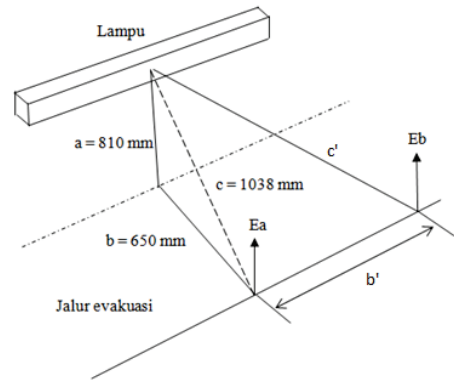
Setelah sisi miring dan sudut diketahui maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan intensitas cahaya pada titik B (E_a) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$E_a = \frac{I \times \cos \alpha \times LLF}{c^2}$$

$$E_a = \frac{336 \times 0,7 \times 0,85}{1,038^2}$$

$$E_a = 203,36 \text{ lux}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa intensitas cahaya pada titik $E_a = 203,36 \text{ lux}$. Titik ini merupakan titik dimana dilakukan pengukuran yaitu ditengah jalur evakuasi yang telah dijelaskan sebelumnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui jarak lampu. Perhitungan dilakukan pada setiap sudut menyamping dari lampu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 3.2 Posisi titik perhitungan pada posisi Y-Y

Perhitungan selanjutnya adalah untuk menentukan jarak c' . Digunakan persamaan (3.1) sehingga perhitungan sisi c' adalah:

$$c' = \sqrt{c^2 + b'^2}$$

$$c' = \sqrt{1,038^2 + 0^2}$$

$$c' = 1,038 \text{ m}$$

setelah jarak c' diketahui maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan intensitas cahaya pada sudut $\beta = 0^\circ$ dengan data pola radiasi (*photometric*).

$$E_b = \frac{I \times \cos \beta \times LLF}{c'^2} \times \cos 40^\circ$$

$$E_b = \frac{336 \times 1 \times 0,85}{1,038^2} \times \cos 40^\circ = 203,36 \text{ Lux}$$

3.2 Perhitungan lampu *flourescent* pada ketinggian 2,5 m.

Selanjutnya dilakukan perhitungan lampu *flourescent* yang terletak di tengah Proses area yang ditujukan untuk menerangi jalur evakuasi yang terletak di daerah proses area. Pemasangan lampu dilakukan pada ketinggian 2,5 m menghadap ke bawah, lampu yang digunakan adalah lampu tanpa penutup samping, digunakan persamaan (2.7) untuk menghitung intensitas cahaya berdasarkan arah Y-Y, karena pemasangan lampu secara memanjang pada area jalur evakuasi maka perhitungan hanya dilakukan untuk arah Y-Y, perhitungan untuk sudut 0° dengan arah Y-Y adalah sebagai berikut:

$$E_b = \frac{I \times \cos \beta \times LLF}{c'^2}$$

$$E_b = \frac{375 \times 1 \times 0,85}{2,5^2}$$

$$E_b = 51 \text{ lux}$$

3.3 Perhitungan lampu *flourescent* pada ketinggian 2,5 m.

Selanjutnya dilakukan perhitungan lampu *flourescent* yang terletak di tengah Proses area yang ditujukan untuk menerangi jalur evakuasi yang terletak di daerah proses area. Pemasangan lampu dilakukan pada ketinggian 2,5 m menghadap ke bawah, lampu yang digunakan adalah lampu tanpa penutup samping, digunakan persamaan (2.7) untuk menghitung intensitas cahaya berdasarkan arah Y-Y, karena pemasangan lampu secara memanjang pada area jalur evakuasi maka perhitungan hanya dilakukan untuk arah Y-Y, perhitungan untuk sudut 0° dengan arah Y-Y adalah sebagai berikut:

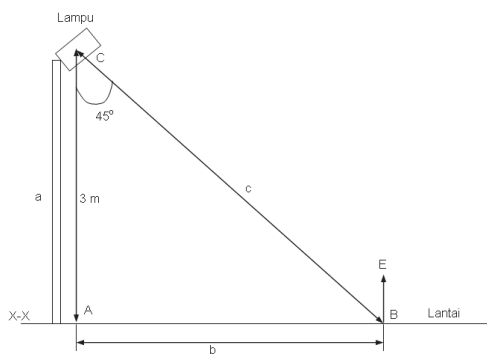
$$E_b = \frac{I \times \cos \beta \times LLF}{c'^2}$$

$$E_b = \frac{375 \times 1 \times 0,85}{2,5^2}$$

$$E_b = 51 \text{ lux}$$

3.4 Perhitungan lampu *task* pada *hand rail*

Hal yang harus diperhatikan pada pengukuran ini adalah bahwa lampu dimiringkan sebesar 45° perhatikan gambar berikut untuk lebih jelas:



Gambar 3.3 Penempatan posisi lampu terhadap sudut 45°

Untuk mempermudah perhitungan ditentukan terlebih dahulu panjang sisi c dan sisi b. Untuk sisi b dapat diketahui dari sudut c dimana besar sudut = 45°, sehingga dapat diketahui b = 3 m (segitiga istimewa). Kemudian untuk menghitung sisi c adalah sebagai berikut :

$$c = \sqrt{3^2 + 3^2} = 4,24 \text{ m}$$

Karena panjang sisi c sudah diketahui maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan intensitas cahaya yang terdapat pada titik Ea atau titik pengukuran.

$$E = \frac{I \times \cos \alpha \times LLF}{c^2}$$

$$E_a = \frac{1394 \times 0,7 \times 0.85}{(4,2)^2} = 46,15 \text{ Lux}$$

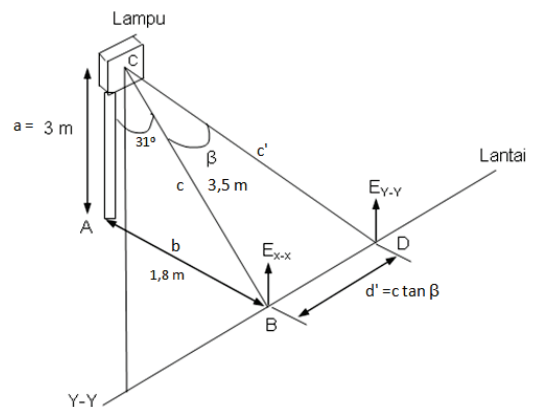
Di ketahui bahwa intensitas yang dihasilkan lampu pada jarak b = 3 m adalah 46,15 lux, perlu diperhatikan bahwa batas awal proses area adalah di jarak 1,8 m seperti di jelaskan pada gambar III.10. untuk mengetahui intensitas pencahayaan pada jarak 1,8 m dilakukan perhitungan yang sama seperti perhitungan di atas:

$$E = \frac{I \times \cos \alpha \times LLF}{c^2}$$

$$E_a = \frac{1295 \times \cos 30 \times 0.85}{(3,5)^2} = 77,81 \text{ lux}$$

3.5 Perhitungan lampu *task* pada posisi Y-Y.

Berikutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan jarak antar lampu pada arah Y-Y. Berikut adalah gambaran dari penentuan jarak lampu pada arah Y-Y :



Gambar 3.4 Posisi titik ukur E_{Y-Y}

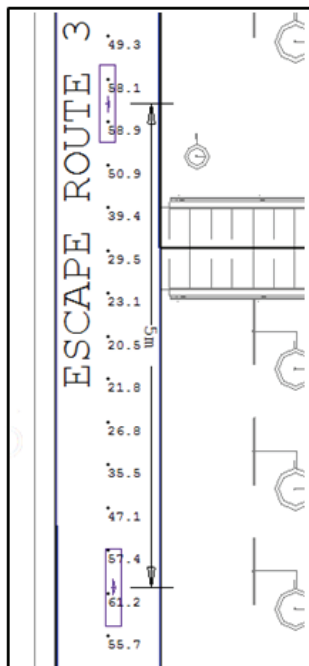
Berikutnya dilakukan perhitungan untuk sudut 0° untuk arah Y-Y dengan menggunakan persamaan berikut:

$$E_{Y-Y} = \frac{I \times \cos \beta \times LLF}{c^2} \times \cos 31$$

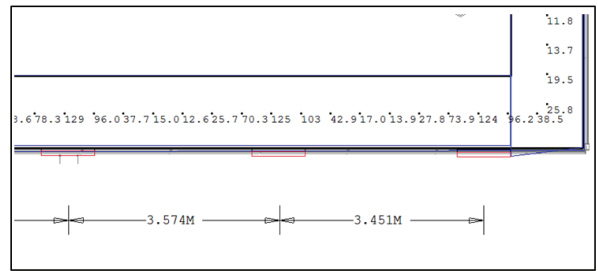
$$E_{Y-Y} = \frac{1295 \times 1 \times 0,85}{(3,5)^2} \times 0,86 = 77,27 \text{ Lux}$$

3.6 Perencanaan Penerangan Menggunakan Software AGi32

Setelah didapat hasil perhitungan secara manual maka proses selanjutnya adalah melakukan simulasi penempatan lampu menggunakan software AGi32 *lighting calculation*. Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa penggunaan program ini di tujukan untuk melakukan simulasi peletakan lampu sesuai dengan area perencanaan dan juga menggunakan jarak yang telah dihitung menggunakan perhitungan manual. Perencanaan menggunakan software *lighting calculation* tidak selamanya akan sama dengan hasil perhitungan manual, karena pada simulasi dengan menggunakan *lighting calculation* pengukuran melibatkan pancaran cahaya dari lampu yang lain, sedangkan pada perhitungan manual hanya memperhatikan satu lampu yang kita ukur sehingga dengan simulasi menggunakan software ini dapat diketahui gambaran tentang kondisi hasil perencanaan. Gambar IV.15 memperlihatkan pemasangan lampu *emergency* pada

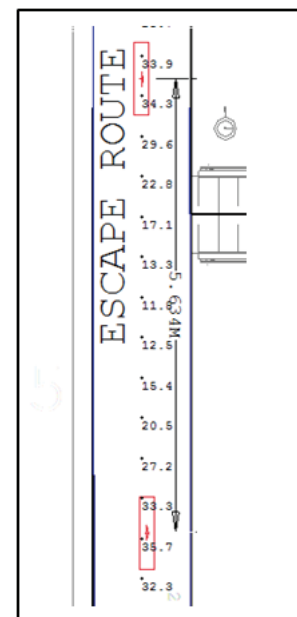


Gambra 3.5 Jarak lampu *flourescent* pada proses area



Gambar 3.6 Besar intensitas penerangan lampu *flourescent* pada saat *emergency*

Tabel.3.1. Perbandingan hasil perhitungan manual
Dengan menggunakan software AGi32



Gambar 3.7 Besar intensitas penerangan lampu *flourescent* saat *emergency* pada proses area

Untuk hasil perbandingan simulasi menggunakan *lighting calculation software* dan Perhitungan manual didapat hasil sebagai berikut.

Tabel.3.1. Perbandingan hasil perhitungan manual
Dengan menggunakan sofwer AGi32

Jenis Lampu	Perhitungan Manual/AGi32			Kebutuhan	Persentase perbandingan hasil
	Intensitas Penerangan pada titik ukur	Jarak antar lampu	Intensitas penerangan minimum		
Flourescent pada handrail (0,81 m)	203,36/202 Lux	3,26/3,5 m	22,68/20,2 Lux	20 Lux	12,4 %
Flourescent pada area proses (2,5 m)	51/55 Lux	5/5,6 m	22,32/20,4 Lux	20 Lux	9,6 %
Flourescent pada handrail (0,81 m) Emergency	108,18/125 Lux	3,26/3,5 m	12,86/13 lux	1 Lux	1,07 %
Flourescent pada area proses (2,5 m) Emergency	23,30/38 Lux	5/5,6 m	11,16/11,8 lux	1 Lux	5,42 %
Task Lighting pada handrail (posisi X-X)	77,81/76,2 Lux	8,1/9 m	53,78/72 Lux	50 Lux	7,56 %
Task Lighting pada handrail (posisi Y-Y)	77,81/76,2 Lux	5,3/5 m	51,92/63 Lux	50 Lux	3,84 %
Task Lighting pada proses area (posisi Y-Y)	77,81/76,2 Lux	3,36/4 m	51,72/53,9 Lux	50 Lux	3,44 %

3.7 Turun tegangan pada lampu *flourescent*.

Perhitungan ukuran kabel merupakan proses terakhir dari perancangan sistem penerangan, perhitungan ini bertujuan untuk menghindari

terjadinya salah ukuran kabel dan juga memungkinkan peralatan yang dipasang bekerja dengan baik tanpa mengalami masalah. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengumpulkan data yang diperlukan untuk perhitungan *voltage drop*. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk jatuh tegangan pada lampu terakhir. Jarak lampu terakhir yang memiliki jarak 4 m menggunakan persamaan (3.6) . Berdasarkan data-data yang terdapat pada tabel III. 3 jumlah beban pada lampu adalah 0.23A dengan (R Cos a + X Sin a) sebesar 4,7572, dan jarak lampu adalah 4 m, berikut adalah perhitungan untuk menghitung tegangan jatuh pada lampu terakhir (lampu paling ujung) :

$$V_d = \frac{2 \times I_{FL} \times (R \cos \alpha + X \sin \alpha) \times L}{1000}$$

$$V_d = \frac{2 \times 0.23 \times (4.7572) \times 4}{1000}$$

$$V_d = 0.00765$$

$$\text{Persentasi } V_d = \frac{V_d}{V} \times 100\% = \frac{0,00876}{230} \times 100\%$$

$$100\% = 0,0038 \%$$

Tabel 3.2. *Voltage drop* yang dihasilkan rangkaian.

Lampu	Nama Circuit	%Vd	Batas yang diijinkan (%)
Emergency	1B	0,457	3
	2B	0,812	
	3B	0,546	
Task	1A	0,768	
	2A	0,638	
	3A	0,941	

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dari bab-bab sebelumnya maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Total intensitas penerangan lampu *emergency* yang diperoleh pada titik perhitungan (ditengah jalur evakuasi) adalah 203,36 lux dengan jarak antar lampu 3,26 m dan intensitas minimum sebesar 22,68 lux, sedangkan standardnya adalah 20 lux minimum. Terdapat perbedaan hasil intensitas penerangan simulasi, ini dikarenakan pada saat simulasi dilakukan penyesuaian jarak berdasarkan standard intensitas penerangan dan juga area perencanaan.
2. Hasil perhitungan untuk lampu *task* untuk arah X-X adalah 8,1 m dengan intensitas sebesar 53,78 lux sedangkan untuk arah Y-Y adalah 3,36 m dengan intensitas cahaya minimum sebesar 51,72 lux sedangkan standardnya adalah 50 lux, Terdapat perbedaan hasil intensitas penerangan simulasi, ini dikarenakan pada saat simulasi dilakukan penyesuaian jarak berdasarkan standard intensitas penerangan dan juga area perencanaan.
3. Hasil perhitungan *Voltage drop* masih memenuhi persyaratan sesuai dengan standard yang digunakan yaitu 3%.
2. Tyler, G., 2005, *Standard Handbook of Engineering Calculations*, 4th Edition, McGraw-Hill companies inc, United States of America.
3. Beaty, S,H. And Fink, D,G., 2006, *Standard handbook for electrical engineers*, 15th Edition, McGraw-Hill Companies inc, United States of America.
4. Sears and Zemansky's, 2007, *University Physics*, (12th Edition), Pearson Addison Wesley, San Francisco.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kaufman and Jhon, E., 1978, *IES Lighting Handbook*, 5th edition, Illuminating Enginerring Society, New York