

ANALISA EFEK PENCAHAYAAN LAMPU NATRIUM PADA MATA MANUSIA

Nur Hasnah¹

¹Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Darma Persada

ABSTRAK

Lampu Natrium adalah lampu yang terbuat dari glass yang tahan terhadap uap Natrium pada saat terjadi lucutan gas Natrium yang menghaikkan pencahayaan kekuningan dengan panjang gelombang berkisar 589 nm – 589,3 nm. Penjahayaan ini sering menghasilkan warna kuning yang bisa mempersulit objek, karena pencahayaan menghasilkan banyakglare yang berwarna kebiruan.

Penggunaan Lampu Natrium Tekanan tinggi 50 W = 3500 Lm menghasilkan Efikasi 70 LM/Watt dan lampu Natrium Tekanan rendah 55 W = 8000 Lm Efikasi 145,45 Lm/Watt sangat kurang baik digunakan baik, Terutama untuk untuk lampu ruang belajar maupun laboratorim . Efikasi yang di hasikan tidak memenuhi standar untuk pencahayaan secara umum.

Kata kunci : *Efikasi, Glare, Fotopik, Skotopik*

1. Pendahuluan

Lampu Natrium umum digunakan untuk penerangan jalan, sebagai sumber pencahayaan untuk percobaan di laboratorium dan lampu belajar. Namun demikian penggunaan lampu natrium memiliki efek yang kurang baik pada penglihatan mata manusia. Untuk itu perlu menganalisa efek lampu Natrium dengan menentukan Efikasi batas panjang gelombang yang digunakan mengacu pada batas ambang penglihatan manusia.

Lampu Natrium kurang baik untuk pabrik dan perkantoran karena gas Natrium menghasilkan warna orange ke kuningan serta panas. Namun lampu Natrium memberikankontras yang tinggi dan tidak menyilaukan penglihatan

Lampu sodium-vapor adalah **lampu** pelepasan gas yang menggunakan natrium dalam keadaan tereksitasi untuk menghasilkan cahaya pada panjang gelombang karakteristik dekat 589 nm. Ada dua jenis lampu seperti: *tekanan rendah* dan *tekanan tinggi* . Lampu sodium bertekanan rendah dengan cahaya kuning (589.0 nm dan 589.6nm) adalah sumber cahaya listrik yang sangat efisien, tetapi lampu kuning membatasi aplikasi untuk pencahayaan luar ruangan seperti lampu jalan dan banyak digunakan dilaboratorium. Dan lampu sodium bertekanan tinggi yang menghasilkan warna lebih merah muda yang memiliki beberapa elemen lain yang doping dan menghasilkan lebih alami 'rendition warna. Spektrum cahaya yang lebih luas dari pada lampu bertekanan rendah, tetapi mereka masih memiliki render warna yang lebih buruk daripada jenis lampu lainnya. Lampu sodium bertekanan rendah hanya memberikan cahaya kuning monokromatik dan menghalangi penglihatan warna pada malam hari. Lampu uap natrium menghasilkan spektrum cahaya yang sangat sempit, sehingga menyulitkan pada warna yang tampak. Mata manusia lebih mudah melihat cahaya yang panjang gelombangnya tinggi. Contoh warna yang memiliki panjang gelombang tinggi dimulai dari merah, jingga, kuning, hijau, biru, dan seterusnya. Penggunaan lampu berwarna kuning akan menghilangkan

warnabiru dan violet dari spektrumnya.

2. Kajian Pustaka

2.1. Cahaya

Cahaya adalah suatu gejala fisis yaitu suatu sumber cahaya yang memancarkan energi. Sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Perambatan cahaya diruang bebas dilakukan oleh gelombang-gelombang elektromagnetik. Jadi cahaya itu suatu gejala getaran.

Kecepatan rambat v gelombang elektromagnetik di ruang bebas = $3 \cdot 10^8$ km/det. Jika frekuensi energinya = f dan panjang gelombangnya λ , maka berlaku:

$$\lambda = v / f \quad (1)$$

Dimana : λ = panjang gelombang

v = kecepatan rambat

f = frekuensi Panjang gelombang tampak berukuran antara 380nm-780nm

2.2. Jenis- jenis Lampu

Jenis-jenis lampu pijar :

- Lampu Pijar Lampu pijar tergolong lampu listrik generasi awal yang masih digunakan hingga saat ini. Filamen lampu pijar terbuat dari tungsten (wolfram), bola lampunya diisi gas.
- Lampu Fluorescent Cahaya yang dipancarkan dari dalam lampu fluorescent adalah ultraviolet (termasuk sinar tak tampak). Untuk itu bagian dalam lampu tabung dilapisi dengan bahan fluorescent yang fungsinya mengubah ultraviolet menjadi sinar tampak.
- Lampu Natrium terbuat dari sebuah gelas khusus yang tahan terhadap uap natrium, sebab kuarsa yang biasa dan gelas keras mudah diserang oleh natrium yang menguap pada 3000C. Wadah dengan gelas double dan transformator dengan kebocoran reaktansi yang tinggi dirancang untuk memudahkan pengasutan, karena lampu natrium ini tidak akan terasut pada tegangan sumber yang relatif rendah.
- Lampu Hemat Energi (CFL) Jenis lampu ini menyerupai lampu pijar yang sebenarnya pada dasarnya adalah lampu tabungtabung fluorescent yang digabungkan menjadi satu rangkaian.
- Lampu LED LED adalah salah satu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang biasanya memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. LED sendiri terbuat dari plastik dan dioda semikonduktor yang dapat menyala apabila dialiri tegangan. LED dinyatakan sebagai model lampu masa depan karena dianggap dapat menekankan pemanasan global karena efisiensinya.

2.3. Pengukuran Penerangan

- Sudut Ruang Sudut bidang adalah sebuah titik potong 2 buah garis lurus. Besar sudut bidang dinyatakan dengan derajat ($^\circ$) atau radian (rad). Sudut ruang adalah sudut pada ruang yang dibatasi oleh permukaan bola dengan titik sudutnya. Besarnya sudut ruang dinyatakan dengan steradian (sr).
- Energi Cahaya Energi cahaya merupakan produk radiasi visual (arus cahaya) pada selang tertentu, dinyatakan dengan lumen detik. $Q = \int ()$ Dimana: Q = energi cahaya (lm.dt) Φ = arus cahaya (lm) t = waktu (sekon).

- c. Arus Cahaya Arus cahaya adalah aliran rata-rata energi cahaya. Arus cahaya juga dapat didefinisikan sebagai jumlah total cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya setiap detik. Besarnya arus cahaya dengan satuan lumen (lm) dapat dinyatakan : = Dimana: Φ = arus cahaya (lm) Q = energi cahaya (lm.dt) t = waktu (sekon).
- d. Intensitas Cahaya Intensitas cahaya (I) adalah arus cahaya dalam lumen yang diemisikan setiap sudut ruang (padaarah tertentu) oleh sebuah sumber cahaya. $I = \text{lm/sr}$ (cd).
- e. Kuat Penerangan Kuat penerangan adalah pernyataan kauntitatif untuk arus cahaya (Φ) yang sampai jatuh pada permukaan bidang. $E = Ix$.
- f. Kebeningan Kebeningan adalah pernyataan kuantitatif jumlah cahaya yang dipantulkan oleh permukaan pada suatu arah. Kebeningan suatu permukaan ditentukan oleh kuat penerangan dan kemampuan memantulkan cahaya oleh permukaan.
- g. Fluks Cahaya Fluks cahaya adalah keseluruhan watt cahaya dengan satuan lumen, yang disingkat dengan lm. $\Phi = \omega I$ Dimana: Φ = fluks cahaya (lm) Ω = sudut ruang steredian (sr) I = intensitas cahaya (Cd).
- h. Luminansi luminansi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Luminansi yang terlalu besar akan menyilaukan mata. $L = \text{cd/cm}^2$ Dimana: L = luminansi dalam satuan cd/cm^2 , I = intensitas cahaya dalam satuan cd = luas semu permukaan dalam satuan cm^2 .
- i. Efikasi cahaya merupakan hasil bagi antara fluks luminansi dengan daya listrik masukan suatu sumber cahaya.

$$K = \frac{\Phi}{P}$$

Dimana:

K = efikasi cahaya (lm/watt), Φ = fluks, cahaya (lm), P = daya listrik (watt) .

2.4. Penglihatan

Mata manusia memiliki dua fotoreseptor yang disebut sel batang dan kerucut. Dimana sel batang aktif pada kondisi minimal cahaya yang disebut skotopik dan sel kerucut yang aktif pada kondisi terang yang disebut fotopik. Sensitivitas mata manusia terhadap cahaya tergantung panjang gelombang cahaya.

Efikasi konversi antara daya cahaya (Lumen) dan daya radiasi (Watt) untuk fotopik adalah $638 \times v (\lambda)$ (lumen/watt) dan untuk skotopik $1.700 \times v (\lambda)$ (lumen/watt)

Tabel 1. Hubungan antara panjang gelombang (λ) dan sensitivitas mata manusia $v(\lambda)$

(λ)	Fotopik		Skotopik	
	$V(\lambda)$	Efikasi(Lm/watt)	$V(\lambda)$	Efikasi (Lm/watt)
480	0,13902	94,951	0,793	1348,1
490	0,20802	142,078	0,904	1536,8
500	0,343	220,609	0,982	1669,4
507	0,444	303,46	1	1700
510	0,503	343,55	0,997	1694,9
520	0,71	484,59	0,935	1589,5
540	0,954	651,58	0,655	1105
555	1	683	0,402	683
560	0,995	679,58	0,3288	558,96
590	0,757	517,031	0,0655	111,35
610	0,503	343,549	0,01593	27,081
630	0,265	180,995	0,003335	5,67

2.5. Efek Pencahayaan terhadap Mata

Pembiasan sinar pada mata ditentukan oleh media penglihatan yang terdiri ataskornea, cairan mata, lensa, badan kaca dan panjang bola mata. Pada mata normal, susunan pembiasan oleh media penglihatan dan panjangnya bola mata demikian seimbang sehingga bayangan setelah melalui media penglihatan dibiaskan tepat di daerah makula lutea. Mata normal disebut juga mata emetropia dan akan menempatkan bayangan benda tepat di retinanya pada keadaan mata tidak melakukan akomodasi/istirahat melihat jauh.

Kelainan pada mata dapat dikategorikan menjadi dua macam, yaitu kelainan alami yang didapatkan oleh seseorang sejak lahir dan kelainan buatan yang terjadi akibat pengaruh lingkungan yang menyebabkan organ mata menerima rangsangan cahaya yang berlebihan atau kurang sama sekali. Kelainan buatan ini biasanya disebabkan oleh kesilauan (*glare*), kontras yang dapat menyebabkan rabun jauh ataupun rabun dekat pada mata serta cuaca ruang kerja yang dapat menimbulkan kelelahan atau ketidaknyamanan pekerja dalam melakukan kegiatannya.

Silau terjadi jika kecerahan dari suatu bagian dari interior jauh melebihikecerahan dari interior tersebut pada umumnya. Sumber silau yang paling umum adalah kecerahan yang berlebihan dari _rmature dan jendela, baik yang terlihat langsung atau melalui pantulan. Ada dua macam silau, yaitu *disability glare* yang dapat mengurangi kemampuan melihat, dan *discomfort glare* yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan penglihatan. Kedua macam silau ini dapat terjadi secara bersamaanatau sendiri-sendiri.

Disability glare ini kebanyakan terjadi jika terdapat daerah yang dekat dengan medan penglihatan yang mempunyai luminansi jauh diatas luminansi obyek yang dilihat. Oleh karenanya terjadi penghamburan cahaya di dalam mata dan perubahan adaptasi sehingga dapat menyebabkan pengurangan kontras obyek. Pengurangan kontras ini cukup dapat membuat beberapa *detail* penting menjadi tidak terlihat sehingga kinerja tugas visual juga akan

terpengaruh. Sumber *disability glare* di dalam ruangan yang paling sering dijumpai adalah cahaya matahari langsung atau langit yang terlihat melalui jendela, sehingga jendela perlu diberi alat pengendali/pencegah silau (*screening device*).

Ketidaknyamanan penglihatan terjadi jika beberapa elemen interior mempunyai luminansi yang jauh di atas luminansi elemen interior lainnya. Respon ketidaknyamanan ini dapat terjadi segera, tetapi adakalanya baru dirasakan setelah mata terpapar pada sumber silau tersebut dalam waktu yang lebih lama. Tingkatan ketidaknyamanan ini tergantung pada luminansi dan ukuran sumber silau, luminansi latar belakang, dan posisi sumber silau terhadap medan penglihatan. *Discomfort glare* akan makin besar jika suatu sumber mempunyai luminansi yang tinggi, ukuran yang luas, luminansi latar belakang yang rendah dan posisi yang dekat dengan garis penglihatan).

Adapun kelainan-kelainan yang sering terjadi pada sistem optik mata antara lain adalah:

2.5.1. Miopia

Miopi adalah suatu gangguan ketajaman penglihatan (refraksi) di mana sinar-sinar sejajar dengan garis pandang tanpa akomodasi akan dibiaskan di depan retina. Penderita miopi akan mengeluh penglihatannya kabur apabila melihat obyek yang jauh, sedangkan untuk melihat obyek yang dekat akan tetap jelas. Miopi dapat disebabkan oleh karena sumbu mata yang terlalu panjang (miopi axial) atau daya pembiasan mata terlalu kuat (miopi refraktif), kemungkinan terletak pada kornea (kornea terlalu legkung seperti pada keratokonus, kerato globus, keratekasi) dan pada lensa (lensa terlalu cembung pada katarak immature, dislokasi lensa) atau pada cairan mata sendiri seperti pada penderita Diabetes Mellitus.

2.5.2. Hipermetropia

Hipermetropia adalah suatu gangguan tajam penglihatan di mana sinar-sinar sejajar dengan garis pandang, tanpa akomodasi akan dibiaskan di belakang retina. Penderita hipermetropia akan mengalami penglihatan kabur apabila melihat obyek yang dekat karena bayangan benda yang dilihatnya jatuh di belakang retina sehingga disebut sebagai rabun dekat. Selain itu penderita hipermetropia akan terus-menerus berakomodasi dalam usahanya untuk meningkatkan daya bias lensa sehingga akan menimbulkan gejala-gejala lelah, sakit kepala, pusing dan lain-lain. Hipermetropia dapat disebabkan karena sumbu mata yang terlalu pendek (hipermetropia axial) atau daya bias mata terlalu lemah (hipermetropia refraktif)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan perhitungan dan perbandingan dengan standar yang telah ditetapkan.

Tabel 2. Jenis Lampu Penerangan Jalan Ditinjau dari Karakteristik dan Penggunaannya

Jenis Lampu	Efikasi rata-rata (lumen /watt)	Umur rencana rata-rata (jam)	Daya (watt)	Pengaruh terhadap warna obyek	Keterangan
Lampu tabung fluoresen tekanan rendah	60 – 70	8.000 –10.000	18 - 20	Sedang	- untuk jalan kolektor dan lokal - efisiensi cukup tinggi tetapi berumur pendek - jenis lampu ini masih dapat digunakan untuk hal-hal yang terbatas
Lampu gas merkuri tekanan tinggi (MBF/U)	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 tekanan rendah (SOX)	100- 200	8.000 - 10.000	90 - 180	Sangat buruk	untuk jalankolektor, lokal, persimpangan, penyeberangan, terowongan, tempat peristirahatan (<i>rest area</i>), efisiensi sangat tinggi, umur cukup panjang, ukuran lampu besar. sehingga sulit untuk mengontrol cahayanya dan cahaya lampu sangat buruk karena warna kuning. Jenis lampu ini dianjurkan digunakan karena faktor efisiensinya yang sangat tinggi.
Lampu gas sodium tekanan tinggi (SON)	110	12.000- 20.000	150, 250, 400	Buruk	- Untuk jalan tol, arteri, kolektor, persimpangan besar/luas dan <i>interchange</i> ; efisiensi tinggi, umur sangat panjang, ukuran lampu kecil, sehingga mudah pengontrolan cahayanya; - Jenis lampu ini sangat baik dan sangat dianjurkan untuk digunakan.

Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2008 hlm. 5

Setiap lampu listrik memiliki efikasi yaitu besarnya lumen yang dihasilkan

suatu lampu setiap watt (lm/W). Beberapa contoh besarnya arus cahaya yang dihasilkan suatu sumber cahaya dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 3. Arus Cahaya Beberapa Sumber

No	Sumber Cahaya	Arus Cahaya
1	Lampu sepeda 3 W	30 lm
2	Lampu Pijar 60 W	730 lm
3	Lampu floresen 18 W	900 lm
4	Lampu Merkuri Tekanan Tinggi 50 W	1800 lm
5	Lampu Natrium Tekanan Tinggi 50 W	3500 lm
6	Lampu Natrium Tekanan Rendah 55 W	8000 lm
7	Lampu Metal Halida 2000 W	190.000 lm

Sumber: Muhaimin, 2001

Energi cahaya atau kuantitas cahaya (Q) merupakan produk radiasi visual (arus cahaya) pada selang waktu tertentu, dinyatakan dengan lumen detik (lm.dt).

$$Q = \int \Phi \cdot (t)$$

Energi cahaya ini penting dinyatakan untuk menentukan banyaknya energi listrik yang digunakan pada suatu instalasi penerangan.

Lampu Natrium Lampu Natrium dibedakan berdasarkan tekanan gas didalam tabung pelepasannya menjadi 2 yaitu lampu natrium tekanan rendah (SOX) dan lampu natrium tekanan tinggi (SON). Konstruksi lampu natrium seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Natrium padat dan gas Neon diisikan pada tabung U (pada gambar diatas). Natrium akan menjadi gas setelah mendapat pemanasan pada waktu kerja awal. 16 Gambar 2.7. Konstruksi lampu natrium

Perhitungan Efikasi untuk lampu Natrium

Efikasi cahaya merupakan hasil bagi antara fluks luminansi dengan daya listrik masuk suatu sumber cahaya.

$$K = \frac{\Phi}{P}$$

Dimana:

K = efikasi cahaya (lm/watt)

Φ = fluks cahaya (lm)

P = daya listrik (watt)

Untuk lampu Natrium Tekanan tinggi 50 W = 3500 Lm , maka Efikasi untuk Natrium :

$$K = \frac{\Phi}{P} = \frac{3500 \text{ Lm}}{50 \text{ Watt}} = \frac{70 \text{ Lm}}{\text{Watt}}$$

Untuk lampu Natrium Tekanan rendah 55 W = 8000 Lm, maka Efikasi untuk Natrium :

$$K = \frac{\Phi}{P} = \frac{8000Lm}{55 Watt} = \frac{145Lm}{Watt}$$

4. HASIL ANALISA

Dari penelitian yang diperoleh dengan menentukan efikasi pada lampu Natrium Tekanan Tinggi diperoleh efikasi yang rendah yaitu 70 Lm/Watt, sedangkan pada Lampu Natrium Tekanan rendah diperoleh efikasi lebih tinggi sebesar 145,45 Lm/Watt.

Efikasi yang tinggi pada Lampu Natrium Tekanan rendah baik untuk efisiensi , namun lampu ini menghasilkan warna yang kekuningan dan sukar membedakan objek. Dan kurang baik untuk mata yang menimbulkan kelelahan.

Untuk Lampu Natrium Tekanan Tinggi diperoleh efikasi sebesar 70 Lm/Watt kurang efisien digunakan, menghasilkan efikasi lebih rendah dari standar pencahayaan. Sehingga sangat kurang baik digunakan sebagai sumber pencahayaan.

Warna kuning dan panas yang timbul dari penggunaan lampu Natrium akan berdampak pada suasana disekelilingnya.

5. KESIMPULAN

Untuk penggunaan lampu Natrium dengan dengan Tekanan rendah maupun tekanan tinggi sangat tidak disarankan untuk digunakan. Karena selain tidak efisien , selain pencahayaan warna yang dihasilkan tidak baik untuk mata. Terutama lucutan gas Natrium yang digunakan dengan jangka panjang, akan menimbulkan kerusakan pada retina mata.

DAFTAR PUSTAKA

1. Baumeister, Avallone, 1988, ***Standard Handbook for Mechanical Engineers***, Edisi VII. McGraw Hill. New York.
2. Cahya Aryanti, Riski, ***Ilmu Kesehatan Masyarakat***.
3. Diasana, Agung, ***Perencanaan Pencahayaan Buatan pada Interior Ruang Kelas***.
4. Evelyn, 1999, ***Anatomi dan Fisiologis untuk Para Medis***, Jakarta, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
5. Firmansyah, Fathoni, ***Pengaruh intensitas penerangan terhadap Kelelahan Mata***,
6. Widya Flicker Frequency, 27 April 2009, ***Alat untuk Penelitian***, Laboraturium Core
7. Haeny, Noer, 2009, ***Analisis Faktor Kelelahan Mata***, FKM UI
8. Indah Purwanti, Poerwanto, Dini Wahyuni, ***Analisa Pengaruh Pencahayaan Terhadap Kelelahan Mata Operator Di Ruang Kontrol PT. XYZ***