

ANALISIS INTENSITAS CAHAYA PADA AREA PRODUKSI TERHADAP KESELAMATAN DAN KENYAMANAN KERJA SESUAI DENGAN STANDAR PENCAHAYAAN (Studi Kasus Di PT. Lendis Cipta Media Jaya)

Bobby Guntur Adi Putra, Gunawan Madyono²

Program Studi Teknik Industri Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Industri
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
Jl. Babarsari 2 Tambakbayan, Yogyakarta, 55281
Telp. (0274) 485363 Fak : (0274) 486256

ABSTRAK

Keselamatan dan kenyamanan kerja merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan, salah satunya adalah pencahayaan ruangan. Intensitas cahaya adalah banyaknya cahaya ada pada suatu luas permukaan, merupakan aspek lingkungan fisik yang sangat penting untuk keselamatan dan kenyamanan kerja.

Dalam penelitian ini menggunakan metode ergonomi dengan tujuan menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh menteri kesehatan pada tiap area sesuai dengan jenis kegiatan yang ada. Pengambilan data menggunakan alat pengukur cahaya yaitu luxmeter dan menentukan tingkat pencahayaan ruangan yang standar sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/MENKES/SK/XI/2001.

Dari hasil pengukuran langsung intensitas cahaya pada masing-masing area produksi dengan menggunakan luxmeter bahwa area produksi mendapatkan pencahayaan yang tertinggi yaitu 236 lux, namun masih tidak sesuai standar yang di tentukan oleh menteri kesehatan yaitu 300 lux. Oleh karena itu intensitas cahaya diseluruh area produksi untuk saat ini masih kurang baik bagi keamanan dan kenyamanan pekerja. Untuk meningkatkan intensitas cahaya pada area produksi agar dapat memenuhi standar pencahayaan yaitu 300 lux maka setiap area produksi diperlukan penambahan jumlah lampu atau penggantian jenis lampu di setiap area produksi.

Kata Kunci: ergonomi, intensitas cahaya, keselamatan dan kenyamanan kerja.

I. PENDAHULUAN

PT. Lendis Cipta Media Jaya merupakan salah satu perusahaan industri yang bergerak dalam bidang percetakan di kota Yogyakarta. Dengan permintaan produksi yang sangat tinggi, PT. Lendis Cipta Media Jaya mengoperasikan beberapa buah mesin cetak berukuran besar di ruang produksinya dari pukul 08.00 – 16.00 WIB setiap harinya. Mesin cetak tersebut memiliki operator untuk mengoptimalkan pelaksanaan proses produksi cetak. Tugas dan tanggung jawab operator sangatlah penting yaitu memahami bahan baku yang dipakai seperti kertas, tinta, pelat, dan bahan bantu lainnya. Peran operator sangatlah penting dalam proses kerja. Oleh karena itu setiap proses membutuhkan ketelitian yang tinggi sehingga dibutuhkan lingkungan kerja yang baik salah satunya adalah pencahayaan yang memadai. Pencahayaan yang memadai menyebabkan kelainan pada indra penglihatan dan kesilauan yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Pencahayaan yang kurang

memadai dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada pekerja, salah satunya adalah kelelahan mata. Selain itu, kelelahan mata timbul sebagai stress intensif pada fungsi-fungsi mata seperti terhadap otot-otot akomodasi pada pekerja yang perlu pengamatan secara teliti atau pada retina sebagai ketidaktepatan kontras (Suma'mur, 2009).

Tingkat penerangan yang baik merupakan salah satu faktor untuk memberikan suatu kondisi penglihatan yang baik karena penerangan dapat mempengaruhi dalam melihat obyek-obyek. Apabila tingkat penerangannya cukup bagus maka obyek akan terlihat secara jelas dan cepat dalam mencarinya tanpa menimbulkan kesalahan berarti. Analisa intensitas cahaya perlu dilakukan sebagai salah satu pendukung lingkungan kerja bagi keselamatan dan kenyamanan kerja

1. Pencahayaan (Illuminate)

Pencahayaan atau penerangan adalah faktor yang penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang baik. Lingkungan kerja yang baik akan dapat memberikan kenyamanan dan meningkatkan produktivitas pekerja. Efisiensi kerja seorang operator ditentukan pada ketepatan dan kecermatan saat melihat dalam bekerja, sehingga dapat meningkatkan efektifitas kerja, serta keamanan kerja yang lebih besar.

Tingkat penerangan yang baik merupakan salah satu faktor untuk memberikan kondisi penglihatan yang baik. Dengan tingkat penerangan yang baik akan memberikan kemudahan bagi seorang operator dalam melihat dan memahami display, simbol-simbol dan benda kerja secara baik pula. Indera yang berhubungan dengan pencahayaan adalah mata. Karakteristik dan batasan daya lihat manusia penting untuk dipahami oleh seorang desainer display.

2. Tingkat Pencahayaan Minimum yang Diperlukan.

Pencahayaan yang memadai menjadi faktor yang cukup penting sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan. Pencahayaan yang cukup baik untuk suatu pekerjaan belum tentu sesuai digunakan untuk jenis pekerjaan lainnya.

Jenis kegiatan yang dilakukan di dalam ruangan akan menentukan tingkat iluminasi yang dibutuhkan karena jenis kegiatan yang berbeda akan memerlukan tingkat iluminasi yang berbeda. Sesuai dengan tingkat iluminasi yang dipersyaratkan pada kuat penerangan, maka kebutuhan tingkat kuat penerangan (iluminasi) pada area produksi dengan jenis pekerjaan rutin adalah 300 lux.

3. Coefficient of Utilization, Koefisien Penggunaan (CU).

Sebagian dari cahaya yang dipancarkan oleh lampu diserap oleh armatur, sebagian dipancarkan ke arah atas dan sebagian lagi dipancarkan ke arah bawah. Faktor penggunaan didefinisikan sebagai perbandingan antara fluks luminus yang sampai di bidang kerja terhadap keluaran cahaya yang dipancarkan oleh semua lampu. Faktor utilisasi ini besarnya kurang dari 1 dimana nilai kerugian untuk gedung-gedung perkantoran modern pada umumnya berkisar 0,8.

Penentuan koefisien pemakaian berdasarkan faktor reflektansi langit-langit, dinding, dan lantai dipengaruhi oleh pemantulan dari masing-masing warna. Reflektivitas cat dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Tabel Reflektivitas Cat

Warna cat	Presentase pantulan cahaya
Putih	85%
Kuning	75%
Abu-abu terang	75%
Biru terang	55%
Biru gelap	10%
Maple	7%
Mahogany	12%
Walnut	16%

Sumber: IES Hand Book 1984

4. Light-Loss Factor, Faktor Kehilangan Cahaya (LLF).

Koefisien depresiasi atau sering disebut juga koefisien rugi-rugi cahaya atau koefisien pemeliharaan, didefinisikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru.

Faktor kehilangan cahaya terdiri atas *non recoverable factor* dan *recoverable factor*. Besarnya koefisien depresiasi biasanya ditentukan berdasarkan estimasi. Untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi diambil sebesar 0,8 *Non recoverable*, factor terdiri atas:

- a. LAT (*Luminaire Ambient Temperature*), suhu di sekitar lumener. Di atas suhu 250C lampu fluorescent akan kehilangan cahaya 1% setiap kenaikan suhu 10C. Jika lampu beroperasi di lingkungan normal sesuai desain pabrik, maka LAT=1. Pengertian lingkungan normal adalah sesuai arahan pabrik pembuat lampu tersebut.
- b. VV (*Voltage Variation*), variasi tegangan listrik. Perubahan 1% pada tegangan listrik akan mempengaruhi lumen lampu pijar hingga 3%. Jika lampu dioperasikan pada voltase sesuai, maka VV=1.
- c. LSD (*Luminaire Surface Depreciation*), depresiasi permukaan lumener. Permukaan lumener akan mengalami penurunan kualitas, seperti penutup berubah warna, reflektor

tergores, dan sebagainya yang akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas penerangan.

- d. BF (*Ballast Factor*), faktor balas. Kadang balas yang digunakan dalam luminer berbeda dengan yang tercantum dalam data teknis. Hal ini sering menyebabkan kekeliruan perhitungan.

Sedangkan *Recoverable factor* meliputi:

- a. LDD (*Luminaire Dirt Depreciation*), depresiasi cahaya akibat penimbunan kotoran pada luminer. LDD dipengaruhi oleh tipe luminer, kondisi atmosfer lingkungan, dan waktu antara pembersihan luminer berkala.
- b. RSDD (*Room Surface Dirt Depreciation*), depresiasi cahaya akibat penumpukan kotoran di permukaan ruang. Pencahayaan yang memanfaatkan pemantulan akan lebih mudah terpengaruh oleh penumpukan kotoran (debu dan lain-lain) dibandingkan dengan pencahayaan yang mengutamakan cahaya langsung dari lampu. Tabel 2.2 berikut dapat digunakan sebagai pedoman bila tidak ada data yang spesifik dari lampu bersangkutan. Pada periode pembersihan 24 bulan di lingkungan wajar (tidak sangat bersih maupun kotor) dapat dilihat berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. *Room Surface Dirt Depreciation*

Jenis Penerangan	Nilai Permukaan
Pencahayaan langsung	0,92 ± 5%
Pencahayaan semi langsung	0,87 ± 8%
Pencahayaan semi tidak langsung	0,82 ± 10%
Pencahayaan tidak langsung	0,77 ± 12%

Sumber: Stein,1986

- c. LLD (*Lamp Lumen Depreciation*), faktor depresiasi lumen yang tergantung pada jenis lampu dan waktu penggantinya. Bila tidak tersedia data yang pasti, maka dapat menggunakan Tabel 2.3 berikut :

Tabel 3. *Lamp Lumen Depreciation*

Jenis Lampu	Penggantian Bersamaan	Penggantian Berdasarkan Lampu Mati
Lampu pijar	0,94	0,88
Tungsten-halogen	0,98	0,94
Flourescent	0,90	0,85
Mercury	0,82	0,74
Metal-halide	0,87	0,80
High-pressure sodium	0,94	0,88

Sumber: Stein,1986

- d. LBO (*Lamp Burnout*), perkiraan jumlah lampu yang mati sebelum waktu penggantian yang direncanakan. $LBO = (\text{jumlah lampu yang masih hidup}) - (\text{jumlah awal lampu yang digunakan})$. Bila lampu diganti seluruhnya secara bersamaan $LBO=1$. Bila penggantian lampu hanya pada lampu yang mati, maka $LBO=0,95$.

Dari penjelasan di atas, maka:

$$LLF = (1,0) (RSDD \times LLD \times LBO \times LDD) \dots\dots\dots(1)$$

5. Kuat Pencahayaan

Kuat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan pada bidang kerja. Yang dimaksud dengan bidang kerja ialah bidang horizontal imajiner yang terletak 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan. Merujuk rumus yang dikemukakan Schiler (1992), kuat pencahayaan dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = (I \times CU \times LLF) / A \text{ lux} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana: E = Kuat pencahayaan (lux)
 I = Intensitas sumber cahaya (lm)

CU = Faktor Utilisasi
 LLF = Faktor rugi cahaya
 A = Luas ruangan

Perhitungan kuat pencahayaan rata-rata diperoleh dari hasil pengukuran kuat pencahayaan yang diambil dari beberapa tempat di dalam ruangan dengan menggunakan luxmeter, menggunakan persamaan :

$$\text{Erata-rata} = (E_1 + E_2 + E_3 \dots + E_n) / n \text{ lux} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana : E1...n = Hasil pengukuran kuat pencahayaan di beberapa tempat.

Erata-rata = Kuat pencahayaan rata-rata.

Sedangkan untuk menghitung intensitas cahaya, menggunakan persamaan :
 $I = i \times n$(4)
 Dimana : I = Intensitas sumber cahaya (lm).
 i = Tingkat pencahayaan pada lampu yang dipakai (lm).
 n = Jumlah sumber cahaya
 Dengan demikian, dapat diketahui juga jumlah lampu yang diperlukan untuk

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. Lendis Cipta Media Jaya yang beralamat di Jalan Kabupaten 833 Jambon, Sleman, Yogyakarta yang berlangsung selama bulan Maret – April 2017 dengan obyek penelitian adalah area produksi yaitu area sakura 258, area sakura 52E, area sakura 458 Ep II, area pond, dan area mand roland.

Dalam melakukan penelitian, sumber data yang digunakan secara garis besar terdiri dari 2 jenis yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data primer.

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber pertama (observasi), dapat berupa hasil wawancara dan dokumen-dokumen. Pengambilan data primer dilakukan dengan cara :

1) Observasi.

Melihat secara langsung obyek penelitian, mendokumentasikan kondisi di ruang/area dan mengumpulkan data-data yang dibutuhkan.

2) Wawancara.

Dilakukan dengan tatap muka, mengajukan pertanyaan secara langsung untuk memperoleh data atau informasi pada obyek yang diobservasi. Wawancara dilakukan dengan pimpinan serta dengan operator yang bertugas.

b. Data sekunder.

Data sekunder adalah data yang diperoleh tidak langsung atau data yang tidak mempunyai hubungan langsung dengan data primer, contohnya adalah data yang berhubungan dengan penelitian pustaka. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan melakukan studi literatur. Literatur ini didapat dari

menerangi suatu ruang berdasarkan standar tingkat pencahayaan yang ditentukan, yaitu :
 $N = (Estandar \times A) / (i \times CU \times LLF)$(5)

Dimana : N = Jumlah lampu.

Estandar = Kuat penerangan yang standar.

A = Luas ruangan.

i = Tingkat pencahayaan.

CU = Faktor Utilisasi.

LLF = Faktor rugi cahaya

dokumen-dokumen perusahaan, dari buku-buku tentang pencahayaan, serta browsing untuk mencari informasi lain yang relevan melalui internet. Data-data yang diperlukan dalam penelitian di area produksi percetakan adalah sebagai berikut :

- 1) Data dimensi ruang, yakni panjang dan lebar masing-masing ruang/area.
- 2) Data sumber cahaya, yakni jenis dan jumlah lampu yang digunakan dalam area produksi.
- 3) Data pencahayaan pada masing-masing area produksi.

3. PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang dikumpulkan dari hasil penelitian maka langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Menentukan standar tingkat pencahayaan sesuai dengan KEPMENTKES No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 yang ingin dicapai untuk tiap masing-masing area.
- b. Menentukan koefisien kerugian cahaya (LLF), kemudian dihitung dengan persamaan (1).
- c. Menganalisis tingkat pencahayaan rata-rata pada masing-masing area sesuai jumlah lampu yang ada dengan menggunakan persamaan (2).
- d. Menghitung jumlah lampu yang seharusnya dalam area guna mendapatkan tingkat pencahayaan rata-rata sesuai standar yang telah ditetapkan.

Kondisi awal dari pengukuran penerangan yang dilakukan pada area produksi dengan menggunakan luxmeter. Pada area produksi dibagi menjadi 5 area, yaitu

- a. Area sakura 258.

- b. Area sakura 52E.
- c. Area sakura 458 Ep II.
- d. Area pond.
- e. Area mand roland

1) Data dimensi ruang

Data kondisi bangunan berupa tata letak bangunan, fasilitas di dalam bangunan, keadaan fisik bangunan berupa lantai, dan dimensi ruang. Pada Tabel 4 hasil observasi data bangun ruang pada masing-masing area.

Tabel 4 Data dimensi ruang pada area produksi

No	Area	Dimensi Ruang (m)		luas (m2)
		panjang	lebar	
1	Area Sakura 258	6	6	36
2	Area Sakura 52E	6	6	36
3	Area Sakura 458 Ep II	6	8	48
4	Area Pond	4	6	32
5	Area Mand Roland	12	6	72

(Sumber: Observasi lapangan)

2) Data sumber cahaya

Data sumber cahaya diperoleh dengan pengamatan dan pengukuran secara langsung menggunakan Luxmeter. Jenis lampu yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5. Sedangkan jumlah lampu yang digunakan pada tiap-tiap area produksi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5 Jenis lampu yang digunakan di area produksi

No	Merk	Tipe	Light Output (Watt)	Tingkat Pencahayaan (lm)
1	Philips TL-D Super 80	Flourescent (Neon)	36	2500

(Sumber: www.philips.com)

Tabel 6 jumlah lampu di masing-masing area produksi

No	Area	Tipe Lampu	Jumlah lampu
1	Area sakura 258	Flourescent (Neon)	6
2	Area sakura 52E	Flourescent (Neon)	6
3	Area sakura 458 Ep II	Flourescent (Neon)	8
4	Area pond	Flourescent (Neon)	4
5	Area mand roland	Flourescent (Neon)	10

(Sumber: Observasi lapangan)

3) Data pencahayaan dalam area produksi

Untuk pengukuran kuat penerangan di masing-masing area, dilakukan di 5 (lima) titik pengukuran dengan menggunakan luxmeter. Hasil pengukuran di masing-masing area dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil pengamatan di masing-masing area produksi

No	Area	Kuat penerangan (lux)					Jumlah
		1	2	3	4	5	
1	Area sakura 258	215	226	217	217	218	1093
2	Area sakura 52E	205	220	210	210	208	1053
3	Area sakura 458 Ep II	220	243	223	221	223	1130
4	Area pond	235	240	234	235	235	1179
5	Area mand roland	185	192	186	187	185	935

(Sumber: Observasi lapangan)

Pekerjaan yang dilakukan pada area produksi dapat dikategorikan dalam Industri umum berdasarkan KEPMENKES No.1405/MENKES/SK/XI/2002. Adapun pekerjaan pada area produksi dengan jenis kegiatan pekerjaan rutin yang tingkat minimum pencahayaannya adalah 300 lux.

1. Pengolahan Data

a. Perhitungan intensitas sumber cahaya

Dari pengukuran di area produksi telah didapatkan data tingkat pencahayaan jenis lampu yang digunakan pada Tabel 5 dan jumlah lampu pada masing-masing area pada Tabel 6. Sehingga perhitungan intensitas sumber cahaya untuk masing-masing area dengan menggunakan persamaan (4) dan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Intensitas sumber cahaya

No	Area	Jenis lampu	Tingkat pencahayaannya (lm)	Jumlah lampu	Intensitas sumber cahaya (lm)
1	Area sakura 258	Flourescent (Neon)	2500	6	15000
2	Area sakura 52E	Flourescent (Neon)	2500	6	15000
3	Area sakura 458 Ep II	Flourescent (Neon)	2500	8	20000
4	Area pond	Flourescent (Neon)	2500	6	15000
5	Area mand roland	Flourescent (Neon)	2500	10	25000

b. Perhitungan Light Loss Factor (LLF)

Berdasarkan maintenance category, diketahui bahwa nilai LDD untuk lampu tersebut adalah 0,90. Jenis pencahayaannya adalah pencahayaan langsung, berdasarkan Tabel 2 nilai RSDD adalah 0,92.

Jenis lampu yang digunakan adalah fluorescent serta pengantiannya berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai LDD 0,85 untuk fluorescent dengan nilai LBO= 1,0. Dengan menggunakan persamaan (1) dapat dihitung nilai LLF fluorescent sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 LLF &= (1,0)(RSDD \times LLD \times LBO \times LDD) \\
 &= (1,0)(0,92 \times 0,85 \times 1,0 \times 0,90) \\
 &= 0,70 \approx 0,7
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan kuat penerangan rata-rata

Data kuat penerangan diperoleh dari hasil pengamatan langsung dengan menggunakan luxmeter dan pada tiap area menggunakan 5 titik pengukuran dan hasil pengukuran langsung dapat dilihat pada Tabel 7. Kuat penerangan rata-rata dapat dihitung dengan persamaan (3) dan hasil dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Kuat penerangan rata-rata

No	Area	Kuat penerangan (lux)					Jumlah	E _{rata-rata}
		1	2	3	4	5		
1	Area sakura 258	215	226	217	217	218	1093	219
2	Area sakura 52E	205	220	210	210	208	1053	211
3	Area sakura 458 Ep II	220	243	223	221	223	1130	226
4	Area pond	235	240	234	235	235	1179	236
5	Area mand roland	185	192	186	187	185	935	187

d. Perhitungan kuat penerangan sesuai dengan jumlah lampu yang ada

Data perhitungan kuat penerangan (E) dapat diperoleh dengan menggunakan hasil intensitas pada masing-masing ruangan (I) pada Tabel 8, menggunakan CU = 0,8, LLF = 0,7, dan data luas dimensi ruang (A) tiap-tiap area pada Tabel 4. Kuat penerangan pada masing-masing area dapat dihitung dengan persamaan (2) dan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Kuat penerangan sesuai dengan jumlah lampu yang ada

No	Area	Kuat penerangan
1	Area sakura 258	233
2	Area sakura 52E	233
3	Area sakura 458 Ep II	233
4	Area pond	262
5	Area mand roland	194

e. Perhitungan jumlah lampu untuk mendapatkan tingkat pencahayaan standar

Perhitungan jumlah lampu (N) yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan sesuai standar dapat diperoleh dengan menggunakan data pencahayaan standar tiap ruangan (Estandar), luas dimensi ruang (A), tingkat pencahayaan pada lampu yang dipakai (i), CU = 0,8, dan LLF = 0,7. Perhitungan menggunakan persamaan (5) dan penambahan jumlah lampu pada masing-masing area produksi dapat dilihat pada Tabel 11.

1) Area sakura 258

$$N = (300 \times 36)/(2500 \times 0,8 \times 0,7) = 7,7 \approx 8 \text{ Lampu}$$

Pada area sakura 258 memerlukan tambahan 2 lampu untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang standar.

2) Area sakura 52E

$$N = (300 \times 36)/(2500 \times 0,8 \times 0,7) = 7,7 \approx 8 \text{ Lampu}$$

Pada area sakura memerlukan tambahan 2 lampu untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang standar.

3) Area sakura 458 Ep II

$$N = (300 \times 48)/(2500 \times 0,8 \times 0,7) = 10,2 \approx 10 \text{ Lampu}$$

Pada area sakura memerlukan tambahan 2 lampu untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang standar.

4) Area pond

$$N = (300 \times 32)/(2500 \times 0,8 \times 0,7) = 6,8 \approx 7 \text{ Lampu}$$

Pada area sakura memerlukan tambahan 1 lampu untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang standar.

5) Area mand roland

$$N = (300 \times 72)/(2500 \times 0,8 \times 0,7) = 15,4 \approx 15 \text{ Lampu}$$

Pada area sakura memerlukan tambahan 5 lampu untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang standar.

Tabel 11 Penambahan lampu sesuai standar

No	Area	Jumlah lampu yang ada	Jumlah lampu sesuai standar	Penambahan lampu sesuai standar
1	Area sakura 258	6	8	2
2	Area sakura 52E	6	8	2
3	Area sakura 458 Ep II	8	10	2
4	Area pond	6	7	1
5	Area mand roland	10	15	5

6) Perhitungan kebutuhan biaya lampu sesuai standar

Perhitungan ini dilakukan dengan menghitung jumlah energi listrik dan biaya pemakaian yang digunakan untuk menghasilkan tingkat pencahayaan yang standar pada masing-masing area produksi. Tarif dasar listrik (TDL) yang digunakan adalah TDL tahun 2017 dengan daya 3500 VA biayanya adalah Rp. 1467,28/kWh. Biaya pemakaian energi per tahun pada masing-masing area dapat dihitung dengan persamaan (6), (7), (8), dan (9) adalah :

$$\begin{aligned} \text{Pengoperasian (jam)} &= (6 \text{ hari/minggu} \times 7 \text{ jam/hari} \times 52 \text{ minggu/tahun}) \\ &= 2.184 \text{ jam} \end{aligned}$$

- a) Area sakura 258
 Lampu Phipilps TL-D (36 watt)
 Input (watt) = 36 watt x 8 = 288 watt
 Energi yang digunakan (kWh) =
 (288 watt x 2.184 jam)/1000 = 627 kWh
 Biaya pemakaian energi/tahun = 627
 kWh x Rp. 1.467,28 = Rp. 922.907/tahun
- b) Area sakura 52E
 Lampu Phipilps TL-D (36 watt)
 Input (watt) = 36 watt x 8 = 288 watt
 Energi yang digunakan (kWh) =
 (288 watt x 2.184 jam)/1000 = 627 kWh
 Biaya pemakaian energi/tahun = 627
 kWh x Rp. 1.467,28 = Rp. 922.907/tahun
- c) Area sakura 458 Ep II
 Lampu Phipilps TL-D (36 watt)
 Input (watt) = 36 watt x 10 = 360 watt
 Energi yang digunakan (kWh) =
 (360 watt x 2.184 jam)/1000 = 786 kWh
 Biaya pemakaian energi/tahun = 768
 kWh x Rp. 1.467,28 = Rp. 1.153.634/tahun
- d) Area pond
 Lampu Phipilps TL-D (36 watt)
 Input (watt) = 36 watt x 7 = 252 watt
 Energi yang digunakan (kWh) =
 (252 watt x 2.184 jam)/1000 = 550 kWh
 Biaya pemakaian energi/tahun = 550
 kWh x Rp. 1.467,28 = Rp. 807.544/tahun
- e) Area mand roland
 Lampu Phipilps TL-D (36 watt)
 Input (watt) = 36 watt x 15 = 540 watt
 Energi yang digunakan (kWh) =
 (540 watt x 2184 jam)/1000 = 1.179 kWh
 Biaya pemakaian energi/tahun =
 1.179 kWh x Rp. 1.467,28 = Rp.
 1.730.451/tahun

7) Usulan penggantian jenis lampu.
 Usulan penggantian jenis lampu ini agar perusahaan dapat meminimalkan pengeluaran namun tetap sesuai pada tujuan utama yaitu menciptakan pencahayaan di area produksi yang aman dan nyaman sesuai standar tingkat pencahayaan. Jenis lampu usulan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Jenis lampu usulan

No	Merk	Tipe	Light Output (Watt)	Tingkat Pencahayaan (lm)
1	Philips TL-D Super 90	Flourescent (Neon)	58	4550

8) Perhitungan jumlah lampu usulan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang standar

Perhitungan jumlah lampu yang diperlukan (N) guna mendapatkan tingkat pencahayaan rata-rata yakni sebesar 300 lux menggunakan persamaan (5). Penambahan jumlah lampu pada masing-masing area produksi dapat dilihat pada tabel 4.8.

- a) Area sakura 258
 $N = (300 \times 36)/(4550 \times 0,8 \times 0,7) = 4,2 \approx 4$
 Lampu
 - b) Area sakura 52E
 $N = (300 \times 36)/(4550 \times 0,8 \times 0,7) = 4,2 \approx 4$
 Lampu
 - c) Area sakura 458 Ep II
 $N = (300 \times 48)/(4500 \times 0,8 \times 0,7) = 5,7 \approx 6$
 Lampu
 - d) Area pond
 $N = (300 \times 32)/(4550 \times 0,8 \times 0,7) = 3,8 \approx 4$
 Lampu
 - e) Area mand roland
 $N = (300 \times 72)/(4550 \times 0,8 \times 0,7) = 8,5 \approx 8$
 Lampu
- 9) Perhitungan kebutuhan biaya lampu usulan sesuai standar
 Perhitungan ini dilakukan dengan menghitung jumlah energi listrik dan biaya pemakaian yang digunakan untuk menghasilkan tingkat pencahayaan yang standar pada masing-masing area produksi. Biaya pemakaian energi per tahun pada masing-masing area dapat dihitung dengan persamaan (6), (7), (8), dan (9) adalah :
 Pengoperasian (jam) = (6 hari/minggu x 7 jam/hari x 52 minggu/tahun)
 = 2.184 jam

- a) Area sakura 258
 Lampu Philips TL-D (58 watt)
 Input (watt) = 58 watt x 4 = 232 watt
 Energi yang digunakan (kWh) =
 (232 watt x 2.184 jam)/1000 = 507 kWh
 Biaya pemakaian energi/tahun = 507
 kWh x Rp. 1.467,28 = Rp. 743.453/tahun
- b) Area sakura 52E
 Lampu Philips TL-D (58 watt)
 Input (watt) = 58 watt x 4 = 232 watt
 Energi yang digunakan (kWh) =
 (232 watt x 2.184 jam)/1000 = 507 kWh
 Biaya pemakaian energi/tahun = 507
 kWh x Rp. 1.467,28 = Rp. 743.453/tahun
- c) Area sakura 458 Ep II
 Lampu Philips TL-D (58 watt)
 Input (watt) = 58 watt x 6 = 348 watt

Energi yang digunakan (kWh) =
 (348 watt x 2.184 jam)/1000 = 760 kWh
 Biaya pemakaian energi/tahun = 760
 kWh x Rp. 1.467,28 = Rp. 1.115.180/tahun

d) Area pond
 Lampu Philips TL-D (58 watt)
 Input (watt) = 58 watt x 4 = 232 watt
 Energi yang digunakan (kWh) =
 (232 watt x 2.184 jam)/1000 = 507 kWh
 Biaya pemakaian energi/tahun = 507
 kWh x Rp. 1.467,28 = Rp. 743.453/tahun

e) Area mand roland
 Lampu Philips TL-D (58 watt)
 Input (watt) = 58 watt x 8 = 464 watt
 Energi yang digunakan (kWh) =
 (464 watt x 2184 jam)/1000 = 1.013 kWh
 Biaya pemakaian energi/tahun =
 1.013 kWh x Rp. 1.467,28 = Rp.
 1.486.906/tahun

Dari hasil penelitian dan pengolahan data terlihat bahwa kuat penerangan rata-rata berdasarkan pengamatan, pada area mand roland merupakan area yang tingkat pencahayaannya paling rendah yaitu 187 lux dan area pond merupakan yang tertinggi yaitu 236 lux. Namun semua area masih kurang aman dan nyaman karena menurut

KEPMENTKES No.1405/MENKES/SK/XI/2002 bahwa pencahayaan yang standar pada area produksi pekerja rutin itu haruslah 300 lux.

Kuat penerangan sesuai dengan jumlah lampu yang ada berdasarkan hasil perhitungan pada area mand roland merupakan yang paling rendah yaitu 194 lux dan pada area pond merupakan area yang tingkat pencahayaannya tertinggi yaitu 262 lux. Namun semua ruangan masih tingkat pencahayaannya masih belum standar yaitu 300 lux. Kurangnya tingkat pencahayaan pada area produksi disebabkan karena intensitas cahaya pada ruangan tidak sebanding dengan luas bangunan.

a. Perbandingan hasil kuat penerangan pengamatan dan kuat penerangan standar
 Secara analisis maka perlu dibandingkan kondisi kuat penerangan pengamatan dengan kondisi kuat penerangan standar di masing-masing area produksi. Maka perbandingan kuat penerangan pengamatan dan kuat penerangan standar dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 perbandingan kuat penerangan

No	Area	Pengamatan		Standar	
		Kuat penerangan (lux)	Jumlah lampu	Kuat penerangan (lux)	Jumlah lampu
1	Area sakura 258	219	6	300	8
2	Area sakura 52E	211	6	300	8
3	Area sakura 458 Ep II	226	8	300	10
4	Area pond	236	4	300	7
5	Area mand roland	187	10	300	15

pengamatan dan kuat penerangan standar

Berdasarkan hasil pengamatan, besar kuat penerangan pada semua area produksi tidak memenuhi persyaratan yang telah ditentukan berdasarkan kuat penerangan standar pada masing-masing area produksi. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena kondisi lampu yang digunakan dianggap baru sehingga intensitas yang dihasilkan sesuai dengan acuan dan reflektor dianggap bersih dari debu. Pada kenyataannya lampu telah lama digunakan bahkan telah melebihi jam operasi yang dianjurkan sehingga intensitas yang dihasilkan telah mengalami penurunan akibatnya kuat penerangan yang dihasilkan juga menurun.

Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dilakukan penambahan jumlah lampu atau penggantian jenis lampu yang digunakan dan pembersihan reflektor agar kuat penerangan dapat memenuhi tingkat pencahayaan yang standar.

b. Perbandingan jenis lampu sekarang dan lampu usulan

Secara analisis maka perlu dibandingkan lampu yang sekarang dengan pencahayaan yang standar dengan lampu usulan karena ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan seperti penambahan jumlah fitting untuk penambahan jumlah lampu dan kebutuhan biaya lampu. Maka perbandingan jenis lampu yang sekarang dengan lampu usulan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Perbandingan lampu sekarang dan lampu usulan

No	Area	Lampu Sekarang			Lampu Usulan		
		Light Output (Watt)	Jumlah lampu	Kebutuhan biaya /tahun	Light Output (Watt)	Jumlah lampu	Kebutuhan biaya /tahun
1	Area sakura 258	36	8	Rp. 922.907	58	4	Rp. 743.453
2	Area sakura 52E	36	8	Rp. 922.907	58	4	Rp. 743.453
3	Area sakura 458 Ep II	36	10	Rp. 1.153.634	58	6	Rp. 1.115.180
4	Area pond	36	7	Rp. 807.544	58	4	Rp. 743.453
5	Area mand roland	36	15	Rp. 1.730.451	58	8	Rp. 1.486.906
Jumlah		180	48	Rp. 5.537.443	290	26	Rp. 4.832.445

Berdasarkan dari hasil pengamatan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang standar pada lampu yang sekarang maka

perusahaan memerlukan penambahan lampu pada setiap ruang produksi dan otomatis juga menambah jumlah fitting lampu pada setiap area produksi. Akan tetapi jika mengganti jenis lampu sesuai usulan, perusahaan tidak perlu menambah jumlah fitting tetapi dengan mengganti jenis lampu yang lama yaitu philips

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran kuat penerangan rata-rata yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan :

- a. Berdasarkan hasil observasi lapangan dengan menggunakan luxmeter, besar intensitas cahaya pada masing-masing area produksi masih kurang dari standar yang ditentukan oleh Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1405/MENKES/SK/XI/2002 pada jenis kegiatan pekerjaan rutin adalah 300 lux. Besar intensitas cahaya pada masing-masing area produksi yaitu pada area sakura 258 sebesar 219 lux, area sakura 52E sebesar 211 lux, area sakura 458 Ep II sebesar 226 lux, area pond sebesar 236 lux, dan area mand roland sebesar 187 lux.
- b. Untuk menghasilkan tingkat pencahayaan yang sesuai standar, masing-masing area produksi membutuhkan penambahan jumlah lampu, yaitu untuk area sakura 258 membutuhkan penambahan 2 lampu, area sakura 52E membutuhkan penambahan 2 lampu, area sakura 458 Ep II membutuhkan penambahan 2 lampu, area pond membutuhkan penambahan 1 lampu, dan area mand roland membutuhkan penambahan 5 lampu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, N., 2004, *Ergonomi*, <http://www.balihesg.org> diakses Juli 2012.
- Aloysius, L., 2012, *Pengujian Intensitas Pencahayaan Buatan Pada Ruang Laboratorium Fakultas dan Teknik (FST) Dengan Software Calculux V.5.0*, Universitas Nusa Cendana, Nusa Tenggara Timur.
- Handayani, D., 2013, *Analisis Pencahayaan Ruang Kerja*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Haryono, D., 2008, *Kuat Penerangan (Iuminasi) Ruang Kendali Utama Untai Uji Termohidrolika*, Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir, Batan.
- Kristanto, L., 2004, *Penelitian Terhadap Kekuatan Penerangan dan Hubungannya Dengan Angka Reflektansi Warna Dinding*, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Menkes, RI., 2002, *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*, Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002, Jakarta.
- Muhaimin, M., 2001, *Teknologi Pencahayaan*, PT Refika Aditama, Bandung.
- Nurmianto, E., 1998, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi Pertama Guna Widya, Jakarta.
- Purwanti, I., 2013, *Analisis Pengaruh Pencahayaan Terhadap Kelelahan Mata Operator di Ruang Kontrol PT. XYZ*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sastrowinito, S., 1985, *Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi*, PT Pustaka Bina Mandiri Presindo, Jakarta.
- Schiler, M., 1992, *Simplified Design of Building Lighting*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Stein, S., 1986, *Penyelidikan Spetrometrik Senyawa Organik*, Edisi keempat Erlangga, Jakarta.
- Suma'mur, 2009, *Higiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*, CV Sagung Seto, Jakarta.
- Suma'mur, 1989, *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan*, PT. Gunung Agung, Jakarta.
- Sutalaksana, I., 1979, *Teknik Tata Cara Kerja*, Departemen Teknik Industri – ITB, Bandung.
- TL-D 80 (36 watt) dengan lampu usulan yaitu philips TL 90 (58 watt).
- Jenis lampu usulan juga membutuhkan biaya per tahunnya lebih rendah dibandingkan dengan jenis lampu sekarang. Dengan rendahnya kebutuhan biaya maka dapat membantu meminimalis pengeluaran perusahaan.

Swasti, R., 2009, *Intensitas Pencahayaan dengan Pendekatan Permanent Supplementary Artificial Lighting Installation (PSALI)*, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta.

Wignjosoebroto, S., 1995, *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Prima Printing, Surabaya.

Yusuf, 2015, *Efek Pencahayaan Terhadap Prestasi dan Kelelahan Kerja Operator*, Institut Sain & Teknologi AKPRIND, Yogyakarta.

Zulfahri, 2016, *Analisis Intensitas Penerangan dan Penggunaan Energi Listrik di Laboratorium Komputer Sekolah Dasar Negeri 150 Pekanbaru*, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru.