

Perancangan Pencahayaan Buatan Dengan Metode Lumen Di PT. XYZ

Akhmad Rafsanjani¹, Yayan Harry Yadi², Ade Sri Mariawati³

^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
rafsanjani089@yahoo.com¹, yayan@ft-untirta.ac.id², adesri77@gmail.com³

ABSTRAK

Pencahayaan yang baik dan cukup di tempat kerja akan memudahkan pekerja melakukan seluruh aktivitas tanpa terganggu serta mengurangi adanya keluhan kesehatan yang diakibatkan oleh kurangnya pencahayaan dalam tempat kerja. Ruangan direktur PT. XYZ memiliki kuat penerangan sebesar 105 lux yang mengakibatkan timbulnya beberapa keluhan kelelahan pada beberapa karyawan seperti tulisan yang tidak terlalu jelas terlihat, dan keluhan kelelahan mata seperti mata selalu terasa mengantuk, mata yang sering dikucek, mata terasa tegang dan kaku. nilai tersebut belum sesuai dengan ambang batas ketentuan yang berlaku pada KEPMENKES NOMOR 1405/MENKES/SK/XI/2002 yang memberikan batas minimum sebesar 300 lux. Penelitian ini bertujuan untuk merancang perbaikan pencahayaan pada ruangan direktur agar distribusi cahaya dapat merata keseluruh ruangan. Metode lumen digunakan untuk menghitung jumlah lampu yang dibutuhkan serta memperhitungkan jarak lampu yang baik dengan cara memperhitungkan distribusi intensitas cahaya lumener, efisiensi, bentuk dan ukuran ruangan, pantulan permukaan, ketinggian lampu dari bidang kerja, faktor-faktor kehilangan cahaya yang diakibatkan oleh timbunan debu pada lumener, penyusutan lumen yang dikeluarkan oleh lampu. Hasil penelitian didapatkan bahwa jumlah lampu yang dibutuhkan pada ruang direktur PT. XYZ adalah 5 buah dengan tipe *fluorescent* jenis *TL electronic* 45 watt menghasilkan rata-rata intensitas cahaya sebesar 315 lux, dengan jarak maksimal antara lampu adalah 2,55 meter. Setelah dilakukan perancangan perbaikan pencahayaan keluhan kelelahan mata sudah berkurang sebanyak 70 % dari sebelumnya.

Kata kunci: Pencahayaan, kelelahan mata, lumen

PENDAHULUAN

PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak dibidang *sandblasting*, *painting*, selain hal tersebut perusahaan ini juga bergerak dalam bidang jasa, yaitu penyewaan compressor dan peralatan blasting painting. Kegiatan para pekerja memang banyak dilakukan di luar ruangan, tetapi perusahaan ini juga memiliki pekerjaan yang tidak kalah penting yang dilakukan didalam ruangan, yaitu pekerjaan yang dilakukan pada ruangan kerja yang di dalamnya banyak aktivitas kerja yang sering dilakukan seperti menulis, membaca, mengetik, dan bekerja menggunakan komputer adalah aktivitas yang memerlukan konsentrasi tinggi, serta banyak menggunakan aktivitas mata yang tinggi. Pencahayaan yang baik dan cukup di tempat kerja akan memudahkan pekerja dan semua pihak yang terkait melakukan seluruh aktivitas tanpa terganggu serta mengurangi adanya keluhan kesehatan yang diakibatkan oleh kurangnya pencahayaan dalam tempat kerja. Lingkungan kerja yang nyaman sangat dibutuhkan oleh pekerja untuk dapat bekerja secara optimal dan produktif (Suhardi, 2008). Setelah dilakukannya observasi pada ruangan direktur dengan mengukur kuat penerangan, didapatkan hasil

sebesar 105 lux pada ruang direktur, kondisi pencahayaan yang didapatkan kurang baik karena menggunakan dua buah lampu yang memiliki watt berbeda sehingga mengakibatkan pencahayaan pada ruangan tersebut tidak merata. Karena belum adanya tingkat pencahayaan yang cukup di ruang kerja maka dilakukan penelitian yang diharapkan dapat diketahui tingkatan pencahayaan apakah telah sesuai dengan tingkat pencahayaan yang baik, serta aspek apa saja yang perlu diperhatikan untuk pencapaian tingkat pencahayaan yang baik dan cukup pada tempat kerja tersebut. Pada ruangan tersebut terdapat dua orang pekerja yang selalu ada dalam ruangan saat jam kerja sehingga dapat dikatakan pekerjaan tersebut masuk dalam kategori pekerjaan rutin. Keluhan saat beraktivitas pada beberapa karyawan seperti tulisan yang tidak terlalu jelas terlihat, dan keluhan kelelahan mata seperti mata selalu terasa mengantuk, mata yang sering dikucek, mata terasa tegang dan kaku. Berdasarkan keluhan tersebutlah dilakukan pengukuran pada ruang kantor PT. XYZ. Kuat penerangan yang ada pada ruangan tersebut masih belum sesuai dengan nilai ambang batas ketentuan yang berlaku pada KEPMENKES NOMOR 1405/MENKES/SK/XI/2002 yang memberikan batas minimum yang

direkomendasikan sebesar 300 lux karena melakukan pekerjaannya secara rutin. Hal ini menunjukkan kurangnya pencahayaan pada ruang kantor pada perusahaan itu yang dapat menimbulkan beberapa keluhan yang dapat mengakibatkan kurang maksimalnya pekerjaan yang dilakukan, sehingga diperlukan perbaikan yang tepat pada ruangan kantor tersebut agar didapatkan pencahayaan sesuai standar yang telah ditentukan.

METODOLOGI PENELITIAN

Merujuk hasil observasi pada ruang direktur yang telah dilakukan di dapatkan bahwa tingkat pencahayaan belum memenuhi nilai ambang batas minimum yang di rekomendasikan oleh KEPMENKES NOMOR 1405/MENKES/SK/XI/2002 yang hanya sebesar 105 lux.

Metode Penentuan Titik Ukur Kuat Penerangan

Langkah awal dalam penelitian ini adalah dengan mengukur dimensi ruangan yang ada dan didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 1. Dimensi Ruang Direktur PT. XYZ

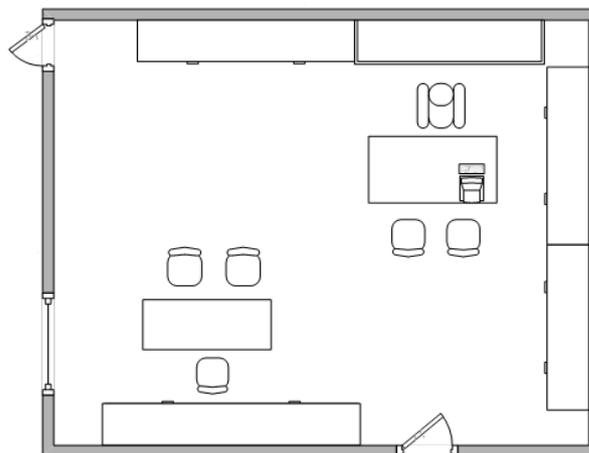
Ukuran Ruang	Panjang	L1	5.35	m
	Lebar	L2	4.81	m
	Luas Lantai	L3	25.73	m ²
	Tinggi langit-langit	L4	2.78	m

Setelah itu menentukan titik ukur menggunakan metode SNI (2004) dimana jarak pengukuran di lakukan dengan membuat jarak grid 1 m x 1 m seperti pada gambar berikut.

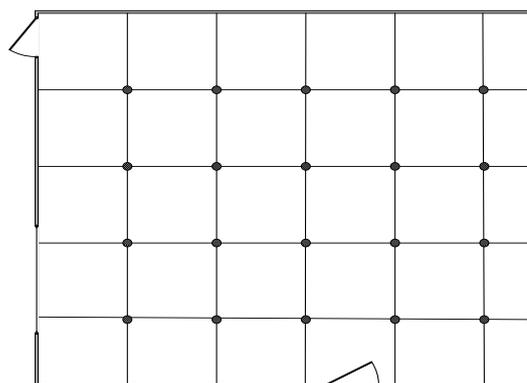


Gambar 1. Denah pengukuran intensitas cahaya

Media ukur adalah meja kerja, saat pengukuran dilakukan lampu di hidupkan sesuai dengan kondisi awal ruangan. Setelah dilakukan penentuan titik didapatkan jumlah titik ukur pada ruangan tersebut sebanyak 20 titik dengan rata – rata kuat penerangan sebesar 105 lux. Berikut gambar denah ruangan dan titik pengukuran pada ruang direktur .



Gambar 2. Denah ruang direktur PT. XYZ



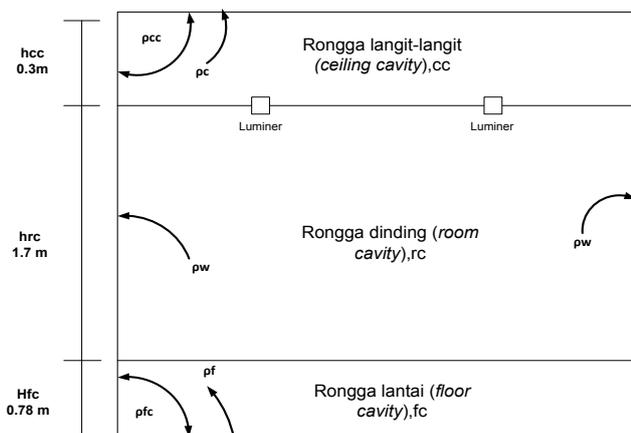
Gambar 3. Denah pengukuran intensitas cahaya

Setelah di dapatkan kuat pencahayaan awal, selanjutnya peneliti melakukan perhitungan jumlah lampu yang di butuhkan dengan metode lumen.

Metode Lumen

Menurut Satwiko (2004) Ada dua cara menghitung penerangan yang umumnya dilakukan, yaitu yang disebut cara titik demi titik (*tyoint-by-point method*) dan lumen (*lumen method*). pada cara lumen dibutuhkan data teknis lampu yang biasanya dapat diminta dari pabrik pembuatnya. Bila data teknis tidak tersedia, dapatlah dipakai data teknis yang dimuat dalam buku-buku tentang pencahayaan buatan. Tapi tentu saja data teknis dari pabrik pembuat lampu bersangkutan akan lebih akurat.

Langkah awal pada metode ini adalah dengan membagi ruangan menjadi 3 bagian yaitu rongga langit-langit (pc), rongga dinding (pw), dan rongga lantai (pf), seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Pembagian ruang dengan metode lumen

Setelah membagi ruangan langkah selanjutnya menghitung nilai CCR (*Ceiling Cavity Ratio*/perbandingan rongga langit-langit), RCR (*Room Cavity Ratio*/perbandingan rongga ruang) dan FCR (*Floor Cavity Ratio*/perbandingan rongga lantai). Menurut Satwiko (2004) untuk ruang berdenah empat persegi panjang rumusnya adalah :

$$\text{Cavity Ratio} = 5h (W+L)/(WL) \quad (1)$$

Dimana :

- Cavity Ratio = Nilai perbandingan rongga
- h = jarak rongga-rongga
- W = Lebar ruangan
- L = Panjang ruangan

Dan di dapatkan nilai CCR : 0.592, RCR : 3.356, dan FCR : 1.540

Pengukuran dan Perhitungan Reflektansi

Penentuan pengukuran reflektansi pada tiap bagian – bagian pada ruangan dilakukan berdasarkan metode SNI (2004) dengan jarak grid 1m x 1 m. Untuk mendapatkan nilai reflektansi di perlukan nilai cahaya langsung dan cahaya pantul, dimana untuk pengambilan data cahaya langsung alat ukur langsung di pemelkan pada benda kerja sedangkan untuk pengambilan cahaya pantul di alat diletakkan sekitar 2 inchi dari permukaan media yang akan di ukur (kristanto, 2004). Nilai reflektansi di dapatkan dengan membagi nilai cahaya pantul dengan cahaya langsung dan dikalikan 100%. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan di dapatkan nilai reflektansi pada tiap bagian ruangan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Nilai Reflektansi Ruang Direktur PT. XYZ

Bagian Ruangan	Reflektansi (%)
Langit – Langit	77.47
Dinding	52.21
Lantai	42.37

Perhitungan Coefisien Of Utilization (CU)

Nilai *Coefisien Of Utilization* (CU) mengacu pada tabel IES. Nilai CU sangat di pengaruhi oleh nilai reflektansi pada tiap – tiap bagian ruangan. Menurut Satwiko (2006) harga CU tergantung pada bilangan pantul permukaan, semakin tinggi nilai pantulnya maka nilai CU akan semakin tinggi. Sebelum mendapatkan nilai CU kita terlebih dahulu mencari nilai p_{cc} (*Effective Ceiling Cavity Reflectance*), p_{rc} (*Effective Wall Cavity Reflectance*) dan p_{fc} (*Effective Floor Cavity Reflectance*) setelah mendapatkan nilai tersebut barulah kita dapat menentukan nilai CU dengan interpolasi berdasarkan pada nilai tabel IES. Berikut adalah rumus interpolasi:

$$C = C_0 + \frac{(C_1 - C_0)}{(B_1 - B_0)} \cdot (B - B_0) \quad (2)$$

Dimana :

- C = Nilai T table yang dicari
- C₀ = Nilai T table pada awal nilai yang sudah ada
- C₁ = Nilai T table pada akhir nilai yang sudah ada
- B = Nilai dk yang dicari
- B₀ = Nilai dk pada awal nilai yang sudah ada
- B₁ = Nilai dk pada akhir nilai yang sudah ada

Setelah dilakukan perhitungan interpolasi dengan mengacu pada tabel IES di dapatkan nilai CU sebesar 48.43 %

Penentuan dan Perhitungan Nilai Lost Light Factor

Lost Light Factor (LLF) adalah faktor kerugian cahaya yang di sebabkan oleh lingkungan sekitar maupun faktor teknis dari lampu yang bersangkutan. Nilai LLF di dapatkan berdasarkan literatur yang ada pada buku, hal ini dilakukan karena tidak adanya data – data teknis yang lengkap dari pabrik pembuatnya. LLF di pengaruhi oleh 2 faktor yang di dalam tiap faktor terdapat poin – poin yang akan menentukan nilai LLF. Berikut adalah faktor yang mempengaruhi LLF menurut Satwiko (2006):

Non Recoverable Factor meliputi :

- LAT = (*Luminaire Ambient Temperatur*), suhu disekitar lumener
- VV = (*Voltage Variation*), variasi tegangan listrik
- LSD = (*Luminaire Surface Depreciation*), penurunan kualitas permukaan lumener
- BF = (*Ballast Factor*), faktor balas lampu

Recoverable Factor meliputi :

- LDD = (*Luminaire Dirt Depreciation*), depresiasi cahaya akibat penimbunan kotoran pada lumener.
- RSDD = (*Room Surface Dirt Depreciation*), depresiasi cahaya akibat penumpukan kotoran dipermukaan ruangan

LLD = (*Lamp Lumen Depreciation*), factor depresiasi lumen yang tergantung pada jenis lampu dan waktu penggantian nya

LBO = (*Lamp Burnout*), perkiraan jumlah lampu yang mati sebelum waktu penggantian yang direncanakan

penentuan nilai LLF berdasarkan faktor tersebut menggunakan rumus berikut :

$$LLF = (\text{Recoverable Factor}) \times (\text{Non Recoverable}) \quad (3)$$

Berdasarkan Perhitungan menggunakan rumus di dapatkan nilai LLF pada ruang direktur PT. XYZ sebesar 61.82 %, nilai tersebut merupakan hasil dari penentuan kriteria LLF yang ada pada kondisi ruangan awal.

Menghitung Jumlah Lampu Yang dibutuhkan

Dalam menghitung jumlah lampu yang di butuhkan di perlukan data teknis lampu berupa besar lumen yang ada pada lampu, pada penelitian ini di gunakan 2 buah lampu awal dengan daya 45 watt dengan lumen sebesar 2700. Selain data teknis lampu di butuhkan data – data lain untuk mendukung perhitungan ini seperti nilai ambang batas yang di rekomendasikan yaitu 300 lux, data luas ruangan yaitu 25.73 m², nilai dari perhitungan sebelumnya yaitu CU 0.4843, dan LLF yaitu 0.6182. setelah semua data di dapat, lalu di hitung menggunakan rumus menurut Satwiko (2004) berikut :

$$N = \frac{E.A}{L.CU.LLF} \quad (4)$$

Dimana :

N : Jumlah lampu (*luminer*)

E : Kuat penerangan

A : Luas area

L : Total lumen awal per lampu (*luminer*)

CU : Koefisien penggunaan

LLF : Faktor kehilangan cahaya

Berdasarkan hasil perhitungannjumlah lampu yang di butuhkan untuk ruangan tersebut sebanyak 5 buah lampu dengan daya 45 watt agar di dapatkan pencahayaan sesuai dengan nilai ambang batas minimum yang direkomendasikan KEPMENKES NOMOR 1405/MENKES/SK/XI/2002

Menghitung Jarak Maksimal Antar Lampu

Setelah di dapatkan hasil kebutuhan jumlah lampu yang seharusnya ada para ruang direktur PT. XYZ adalah 5 buah dengan daya 45 watt. Selanjutnya mengatur tata letak lampu agar pencahayaan pada ruangan tersebut terdistribusi secara rata dan baik, dengan begitu perlu di atur jarak yang sesuai antara lampu satu dengan lainnya. Data yang di perlukan dalam menghitung jarak antar lampu ini adalah jarak antara lampu dengan meja kerja

yaitu sebesar 1.7 m dan *spacing criteria* (SC) 1.5 m, lalu menghitung menggunakan rumus berikut :

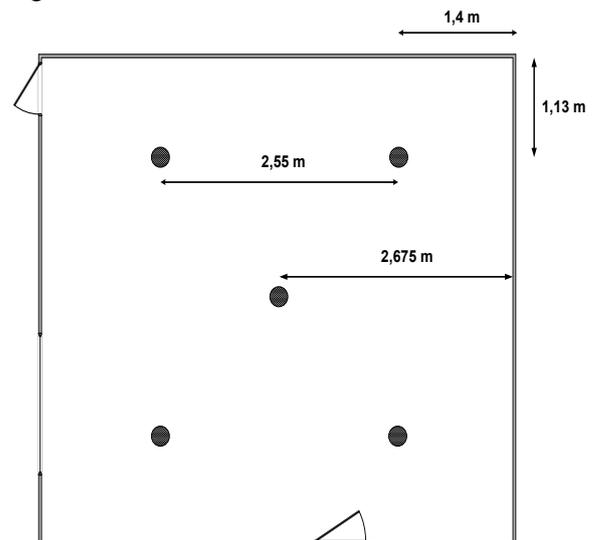
$$\text{Jarak max lamp} = SC \times hm \quad (5)$$

Dimana :

SC : *Spacing Criteria* sebesar 1,5 m

H : Jarak lampu ke benda kerja

Berdasarkan rumus tersebut di dapatkan nilai jarak maksimal antara lampi yaitu 2.55 m. dengan jarak tersebut di harapkan pendistribusian cahaya pada ruangan tersebut dapat merata. Berikut gambar denah penempatan 5 buah lampu dengan jarak antara lampu yang telah di tentukan.



Gambar 5. denah Penempatan titik lampu



Gambar 6. Kondisi penempatan lampu awal



Gambar 7. Kondisi penempatan lampu setelah perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan dengan menambah jumlah lampu menjadi 5 buah dengan daya sebesar 45 watt, dan dilakukan pengukuran pada 20 titik pengukuran di dapatkan kuat penerangan rata – rata 315 lux. Nilai tersebut sudah memenuhi nilai ambang batas minimal yang direkomendasikan oleh KEPMENKES NOMOR 1405/MENKES/SK/XI/2002

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Reflektansi

Berdasarkan hasil dari perhitungan pada bab empat didapatkan cahaya yang berhasil dipantulkan permukaan langit – langit yang berwarna putih sebesar 77.47%, cahaya yang berhasil di pantulkan permukaan dinding yang berwarna putih kusam, selain itu cahaya pantul pada dinding juga di pengaruhi oleh warna lemari yang menempel pada dinding yang berwarna lebih gelap serta benda benda lain yang menempel pada dinding sebesar 52.21 %, sedangkan untuk cahaya yang berhasil di pantulkan oleh lantai yang berwarna putih kusam sehingga cahaya yang di pantulkan kurang maksimal sebesar 42.37 %. Besarnya nilai persentase pada tiap – tiap objek sangat dipengaruhi oleh warna material yang digunakan serta dekat atau tidaknya objek tersebut dengan sumber cahaya yang ada pada ruangan tersebut

Nilai *Coefisien Of Utilization* (CU)

Nilai CU di dapatkan sebesar sebesar 51.89%, nilai tersebut di dapakan berdasarkan beberapa faktor diantaranya reflektansi pada bagian dimensi ruangan, semakin tinggi nilai reflektansi dan beberapa faktor lainnya maka akan semakin besar juga nilai *coefisien of utilization* sehingga pencahayaan pada ruangan tersebut akan semakin baik.

Nilai *Lost Light Factor* (LLF)

di dapatkan sebesar 0.6182, nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai faktor kerugian cahaya sangat di pengaruhi

oleh keadaan lingkungan sekitar dan faktor bawaan pabrik pembuat lampu yang tidak dapat di prediksi seperti adanya depresiasi cahaya akibat penumpukan kotoran pada reflektor lampu yang tidak pernah di bersihkan, depresiasi lumem yang terjadi berdasarkan jenis lampu yang digunakan, pola pergantian lampu yang dilakukan tidak sesuai, dan perkiraan penggantian lampu yang mati kurang di perhatikan seperti pergantian lampu hanya pada lampu yang telah mati yang dapat mengakibatkan distribusi cahaya yang kurang baik yang mengakibatkan adanya kerugian cahaya.

Jumlah Lampu Yang Dibutuhkan

Pada kondisi awal ruangan hanya menggunakan 2 buah lampu dengan besar watt yang berbeda hal ini yang membuat peneliti perlu melakukan perbaikan dengan merancang pencahayaan ruangan dengan menambah jumlah lampu yang sesuai agar pencahayaan menjadi baik. Dalam menghitung jumlah lampu di butuhkan nilai dari hasil perhitungan sebelumnya seperti nilai luas ruangan, jumlah lampu awal, nilai *Coefisien Of Utilization* (CU) dan *Lost Light Factor* (LLF). Berdasarkan perhitungan jumlah lampu yang seharusnya terpasang pada ruangan tersebut untuk dapat memenuhi nilai ambang batas minimal menurut KEPMENKES adalah sebanyak 5 buah lampu *fluorescent* jenis *TL electronic* 45 watt. Setelah dilakukan penambahan jumlah lampu sesuai perhitungan dan dilakukan pengukuran, didapatkan rata – rata kuat penerangan pada ruang direktur PT.CPR adalah 315 lux, nilai sudah lebih besar dari rata – rata kuat cahaya pada kondisi awal yang hanya sebesar 105 lux. Nilai tersebut sudah memenuhi ambang batas minimum yang direkomendasikan oleh kepmenkes yaitu sebesar 300 lux.

Jarak Maksimal Antar Lampu

Jarak antar lampu serta peletakannya pada kondisi awal tidak di perhitungan, hal ini mengakibatkan pencahayaan pada ruangan tersebut tidak merata dan kurang maksimal. Permasalahan tersebut yang membuat peneliti melakukan perancangan tata letak lampu dengan menghitung jarak maksimum antar lampu agar diperoleh pencahayaan yang merata dan maksimal pada ruang direktur tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan di dapatkan jarak maksimal antara lampu adalah 2.55 m, dan setelah di lakukan pengukuran dengan titik ukur sebanyak 20 titik di dapatkan kuat penerangan yang cukup merata.

Pada pencahayaan awal dengan pencahayaan rata – rata awal sebesar 105 lux di dapatkan keluhan kelelahan mata seperti mata terasa mengantuk, mata yang sering dikucek, mata terasa tegang dan kaku. Keluhan – keluhan yang terjadi akibat lingkungan kerja fisik pada ruangan tersebut belum baik, dalam hal ini pencahayaan pada ruangan direktur belum sesuai dengan standar

sehingga memberikan dampak negatif pada keluhan fisik pekerja yang perlu diperhatikan dan dilakukan perbaikan. setelah dilakukan perbaikan pencahayaan dengan melakukan perbaikan pada pencahayaan buatan, didapatkan kuat penerangan menjadi lebih baik yaitu sebesar 315 lux, dengan kuat pencahayaan yang memenuhi nilai ambang batas, kelelahan mata yang dirasakan sudah berkurang sebanyak 70 % dari sebelumnya.

KESIMPULAN

Perancangan perbaikan pencahayaan ruang direktur PT. Citratama Persada Raya dengan melakukan penambahan jumlah lampu menjadi 5 buah *fluorescent* jenis TL *electronic* 45 watt, tata letak lampu diatur dengan jarak maksimal antara lampu adalah 2,55 m. Lampu di gantung dengan jarak dari langit – langit 0,3 m hal ini dilakukan agar 90 % cahaya mengarah ke bawah, dan jarak dari lampu ke meja kerja 1,7 m. Dinding ruangan berwarna putih sehingga dapat memantulkan cahaya lebih baik. Didapatkan pencahayaan yang merata pada ruangan tersebut sebesar 315 lux. Hasil perbaikan pencahayaan dapat mengurangi keluhan kelelahan mata pekerja pada ruang direktur sebanyak 70 % dari sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi 2004 SNI 16-7062-2004. *Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja*.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002. 2002. Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri. Jakarta : Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Kristanto, L. 2004. *Penelitian Terhadap Kuat Penerangan dan Hubungannya Dengan Angka Reflektansi Warna Dinding Studi Kasus Ruang Kelas Unika Widya Mandala*. *Jurnal Teknik*, Volume 32, hal.77-88.
- Satwiko, P. 2004. *Fisika Bangunan 2*: Edisi 1. Yogyakarta.
- Suhardi, B. 2008. *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri: jilid 1*. Penerbit Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Suhardi, B. 2008. *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri: Jilid 2*. Penerbit Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.