



EVALUASI PENGARUH INTENSITAS CAHAYA TERHADAP KESALAHAN PEMBACAAN PADA PROSES FINAL INSPECTIONS DI MULTILAYER PLANT PT. BREDERO SHAW INDONESIA

Lilies Purbandaru¹, Petra Paulus Tarigan², Hery Irwan³

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan Batam

^{2,3}Staf Pengajar Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan Batam
Jl. Batu Aji Baru, Batam, Kepulauan Riau

ABSTRAK

Perancangan fasilitas akan menentukan bagaimana aktivitas-aktivitas darifasilitas-fasilitas produksi dalam industri akan bisa diatur sedemikian rupa sehinggamampu menunjang upaya pencapaian tujuan pokok secara efektif dan efisien. Untuk industri *manufacturing*, maka perencanaan aktivitas akan meliputi penetapan carayang sebaik-baiknya agar fasilitas-fasilitas yang ada mampu menunjang kelancaran proses produksi dan operasional perusahaan. PT. Bredero Shaw Indonesia adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang *coating* pipa-pipa yang banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan *oil and gas* diseluruh dunia. Pada PT. Bredero Shaw Indonesia terdapat adanya kendala dari hasil audit oleh pelanggan tentang kurangnya intensitas cahaya di *Multilayer Plant* pada proses *final inspection*, yang dikuatirkan dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan dan pengambilan data dalam proses tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah Memverifikasi hasil temuan audit yang dilakukan oleh pelanggan yang menyatakan bahwa penerangan di area *final inspection* kurang dan hal itu bisamenyebabkan kesalahan pembacaan pada proses tersebut serta mengoptimalkan analisa dan perancangan untuk mendapatkan data-data yang hasilnya diharapkan dapat memproduksi hasil yang diperlukan dalam proses perbaikan terutama tentang besarnya investasi yang akan dikeluarkan perusahaan. Metode yang dilakukan adalah dengan menganalisa tingkat pencahayaan area *final inspection* menggunakan Dialux, dan memberikan perbaikan jika diperlukan.

Hasil perhitungan tingkat pencahayaan menunjukkan pencahayaan cukup dan memenuhi kriteria peraturan yang berlaku di Indonesia yang tercantum dalam Peraturan Menteri Perburuhan No. 7 Tahun 1964 dan perbedaan intensitas cahaya di area *final inspection* tidak signifikan mempengaruhi hasil pengukuran.

Kata kunci : audit pelanggan, tingkat pencahayaan, *final inspection*

PENDAHULUAN

PT. Bredero Shaw Indonesia adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang *coating* pipa-pipa yang banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan *oil and gas* diseluruh dunia. Perusahaan ini memberikan solusi aplikasi yang sangat bervariasi sesuai dengan keinginan pelanggan terutama tentang tempat dari instalasi pipa itu digunakan. PT. Bredero Shaw Indonesia juga memberikan solusi ilmiah dan juga komponen support yang berkenaan dengan cara perlindungan pada sistim penyambungan pipa sehingga pelanggan dapat mendapatkan semua kebutuhan yang diinginkan hanya dengan bekerjasama dengan PT. Bredero Shaw di seluruh dunia.

Kapasitas produksi dan juga kemampuan fasilitas-fasilitas yang ada dalam perusahaan saat ini terutama yang berkaitan erat dengan masalah keselamatan kerja sangat perlu mendapatkan perhatian. Bahkan ada beberapa pelanggan yang dengan sangat tegas menetapkan bahwa keselamatan dan kesehatan kerja adalah nomor satu. Dimana pelanggan-pelanggan itu akan memberikan permintaannya setelah semua persyaratan tentang keselamatan dan kesehatan kerja yang ada harus memenuhi persyaratan yang disyaratkan oleh mereka. Audit awal yang dilakukan pelanggan untuk mengetahui kondisi awal dari perusahaan dan fasilitasnya. Kemudian dibuat analisa dan memberikan rekomendasi-rekomendasi yang harus dipenuhi oleh pihak PT. Bredero Shaw. Sehubungan dengan adanya



rekomendasi-rekomendasi dari hasil audit itu, perlu dilakukan peninjauan ulang atau review untuk menganalisa semua sistem produksi dan fasilitas-fasilitasnya untuk memenuhi persyaratan yang disyaratkan oleh pelanggan yang ditemukan selama audit. Ada beberapa kendala yang direkomendasikan, diantaranya adalah kurangnya intensitas cahaya yang ada di dalam Multilayer Plant pada proses final inspection sehingga dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan dan pengambilan data yang terjadi dalam proses tersebut.

Mengingat pentingnya kepuasan pelanggan adalah yang utama, perbaikan fasilitas produksi seperti yang disyaratkan oleh pelanggan menjadi perhatian utama. Karena itu perlu dilakukan suatu analisa dan perancangan untuk mendapatkan data-data yang hasilnya nanti diharapkan dapat memproduksi hasil yang sangat diperlukan sebelum proses perbaikan dilakukan dan juga sekaligus untuk memverifikasi hasil temuan audit yang dilakukan oleh pelanggan sehingga memberikan solusi yang dapat dipahami oleh kedua belah pihak, karena akan mempengaruhi besarnya investasi dan mungkin mempengaruhi besarnya nilai kontrak maupun harga dari sebuah proyek.

LANDASAN TEORI

Menurut Satalaksana (1979), Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman dan nyaman.

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, untuk merancang suatu sistem kerja harus bisa mengintegrasikan elemen-elemen yang membentuk sistem tersebut. Manusia yang merupakan salah satu komponen sistem kerja, perlu mendapatkan perhatian khusus, bahkan gabungan antara elemen-elemen itu dengan manusia sering disebut sebagai komponen sistem manusia mesin. Yang dimaksud dengan sistem manusia mesin

disini adalah kombinasi antara satu atau beberapa manusia dengan satu atau beberapa mesin dimana salah satu dengan yang lainnya saling berinteraksi untuk menghasilkan keluaran-keluaran berdasarkan masukan-masukan yang diperoleh.

Seperti sudah diungkapkan diatas bahwa untuk bisa menerapkan ergonomi diperlukan informasi yang lengkap mengenai kemampuan manusia dengan segala keterbatasannya. Salah satu usaha untuk mendapatkan informasi-informasi ini, telah banyak dilakukan penyelidikan-penyelidikan dan dapat dikelompokkan dalam empat kelompok besar, yaitu :

1. Penyelidikan tentang display adalah bagian dari lingkungan yang mengkomunikasikan keadaannya kepada manusia.
2. Penyelidikan mengenai hasil kerja manusia dan proses pengendaliannya
3. Penyelidikan mengenai tempat kerja.
4. Penyelidikan mengenai tempat kerja meliputi ruangan dan fasilitas-fasilitas yang bisa digunakan oleh manusia, serta kondisi lingkungan kerja, yang kedua-duanya banyak mempengaruhi tingkah laku manusia, (Satalaksana, 1979).

Proses Terjadinya Kelelahan

Besarnya penggunaan tenaga saat melakukan aktivitas akan berpengaruh pada kekuatan dan daya tahan tubuh untuk melaksanakan aktivitas tersebut. Makin besar tenaga yang dituntut oleh pekerjaan tersebut berarti kekuatan dan daya tahan tubuh untuk menangani pekerjaan tersebut akan makin rendah dan sebaliknya. Kelelahan merupakan suatu pola yang timbul pada suatu keadaan, yang secara umum terjadi pada setiap individu, yang telah tidak sanggup lagi untuk melakukan aktivitasnya. Pada dasarnya pola ini ditimbulkan oleh dua hal, yaitu : akibat kelelahan fisiologis (fisik atau kimia) dan akibat kelelahan psikologis (mental atau fungsional). Hal ini bersifat obyektif (akibat perubahan performance) dan bisa bersifat subyektif (akibat perubahan dalam perasaan dan kesadaran).

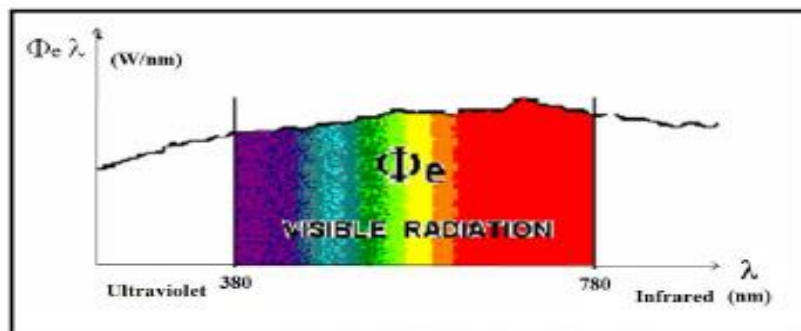
Warna juga dapat mempengaruhi kemampuan mata untuk melihat obyek, juga warna disekitar tempat kerja berpengaruh secara psikologis bagi para pekerja. Menurut penelitian, warna memberikan pengaruh secara psikologis yang berbeda-beda terhadap manusia, diantaranya: warna merah bersifat merangsang, warna kuning memberikan kesan yang luas dan lega, warna hijau atau biru memberikan kesan yang sejuk, aman dan menyegarkan, warna gelap memberikan kesan sempit dan warna terang memberikan kesan leluasa. Untuk ruangan kerja warna gelap yang memberikan kesan sempit akan menimbulkan kesan tegang secara psikologis. Sehingga dengan adanya sifat-sifat itulah, maka pengaturan warna ruangan perlu diperhatikan dan harus disesuaikan dengan kegiatan kerjanya, (Sutalaksana, 1979).

Teori Dasar Pencahayaan

Sejak dimulainya peradaban hingga sekarang, manusia menciptakan cahaya hanya dari api, walaupun lebih banyak

sumber panas daripada cahaya. Di abad ke 21 ini kita masih menggunakan prinsip yang sama dalam menghasilkan panas dan cahaya melalui lampu pijar. Hanya dalam beberapa dekade terakhir produk-produk penerangan menjadi lebih canggih dan beraneka ragam. Perkiraan menunjukkan bahwa pemakaian energi oleh penerangan adalah 20 - 45% untuk pemakaian energi total oleh bangunan komersial dan sekitar 3 - 10% untuk pemakaian energi total oleh plant industri. Hampir kebanyakan pengguna energi komersial dan industri peduli penghematan energi dalam sistim penerangan.

Cahaya nampak, seperti yang dapat dilihat pada spektrum elektromagnetik, diberikan dalam gambar dibawah, menyatakan gelombang yang sempit diantara cahaya ultraviolet (UV) dan energi inframerah (panas). Gelombang cahaya tersebut mampu merangsang retina mata, yang menghasilkan sensasi penglihatan yang disebut pandangan. Oleh karena itu, penglihatan memerlukan mata yang berfungsi dan cahaya yang nampak.



Gambar 1 Radiasi yang Tampak

Masing-masing warna cahaya ini memiliki daerah panjang gelombang tertentu. Cahaya violet sekitar 380 nm sampai 450 nm, cahaya biru sekitar 450 nm sampai dengan 490 nm, cahaya hijau sekitar 490 nm sampai dengan 560 nm, cahaya kuning sekitar 560 nm sampai dengan 590 nm, cahaya orange sekitar 590 nm sampai dengan 630 nm, cahaya merah sekitar 630 nm sampai dengan 780 nm. Untuk menghitung jumlah lampu yang dibutuhkan berdasarkan nilai iluminasi yang disyaratkan dapat digunakan persamaan dibawah ini

$$N = \frac{E \times A}{F \times UF \times MF} \quad (1)$$

Dimana :

- N = jumlah lampu yang dibutuhkan
- E = level iluminasi yang dibutuhkan (lux)
- A = luas kerja (m²)
- F = rata-rata lumens flux dari setiap lampu yang dipakai (lm)
- UF = faktor pemakaian, allowance pada distribusi cahaya
- MF = faktor maintenance, faktor pengali untuk efisiensi keluaran cahaya

Suhu warna, dinyatakan dalam skala Kelvin (K), adalah penampakan



warna dari lampu itu sendiri dan cahaya yang dihasilkannya. Bayangkan sebuah balok baja yang dipanaskan secara terus menerus hingga berpijar, pertama-tama berwarna oranye kemudian kuning dan seterusnya hingga menjadi “putih panas”. Sewaktu-waktu selama pemanasan, kita dapat mengukur suhu logam dalam Kelvin (Celsius + 273) dan memberikan angka tersebut kepada warna yang dihasilkan. Hal ini merupakan dasar teori untuk suhu warna.

Perubahan Warna merupakan kemampuan sumber cahaya merubah warna permukaan secara akurat dapat diukur dengan baik oleh indeks perubahan warna. Indeks ini didasarkan pada ketepatan dimana serangkaian uji warna dipancarkan kembali oleh lampu yang menjadi perhatian relatif terhadap lampu uji, persesuaian yang sempurna akan diberi angka 100. Indeks CIE memiliki keterbatasan, namun cara ini merupakan cara yang sudah diterima secara luas untuk sifat-sifat perubahan warna dari sumber cahaya

Tabel 1 Penerapan Kelompok Perubahan Warna

Kelompok perubahan warna	Indeks ^(Ra) umum perubahan warna CIE	Penerapan khusus
1A	Ra > 90	Dimana perubahan warna yang akurat diperlukan misal pemeriksaan warna cetakan
1B	80 < Ra < 90	Dimana pertimbangan warna yang akurat penting atau perubahan warna yang baik diperlukan untuk alasan penampilan misal cahaya peraga
2	60 < Ra < 80	Dimana perubahan warna yang cukup/ moderate diperlukan
3	40 < Ra < 60	Dimana perubahan warna memiliki sedikit arti namun adanya penyimpangan warna tidak dapat diterima
4	20 < Ra < 40	Dimana perubahan warna tidak ada penting sama sekali dan penyimpangan warna dapat diterima

Kesalahpahaman yang umum terjadi adalah bahwa suhu warna dan perubahan warna keduanya menjelaskan sifat yang sama terhadap lampu. Selain itu, suhu warna menjelaskan penampilan warna sumber cahaya dan cahaya yang dipancarkannya. Perubahan warna menjelaskan bagaimana cahaya merubah warna suatu objek.

Statistik dan Statistika

Menurut Sugiyono (2003), salah satu peran statistika berperan adalah Alat untuk menghitung besarnya anggota sampel yang diambil dari suatu populasi, sehingga jumlah sampel yang dibutuhkan akan lebih dapat dipertanggungjawabkan.

Untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan telah cukup secara obyektif maka diperlukan pengujian. Pengujian kecukupan data dilakukan dengan berpedoman pada konsep statistik, yaitu derajat ketelitian dan tingkat keyakinan/ kepercayaan. Persamaan yang digunakan untuk melakukan uji kecukupan data adalah:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N (\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \quad (2)$$

Dimana :

k : tingkat keyakinan, 90% = 1.65, 95% = 2 dan 99% = 3

s : derajat ketelitian

N : jumlah data pengamatan

N' : jumlah data teoritis

X : data pengamatan

Jika N' ≤ N, maka data dianggap cukup, jika N' > N data dianggap tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data. Rata-rata atau lengkapnya rata-rata hitung, untuk data kuantitatif yang terdapat dalam sebuah sampel dihitung dengan jalan membagi jumlah nilai data oleh banyaknya data. Simbul rata-rata untuk sampel ialah x (baca: eks garis) sedangkan rata-rata untuk populasi dipakai simbul μ (baca: mu). Jadi \bar{x} adalah statistik sedangkan μ adalah parameter untuk menyatakan rata-rata. Rumus untuk rata-rata \bar{x} adalah:

$$\bar{x} = \frac{X1 + X2 + X3 + \dots + Xn}{n} \quad (3)$$



$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (4)$$

Simpangan Baku

Barangkali ukuran simpangan yang paling banyak digunakan adalah simpangan baku atau deviasi standar. Pangkat dua dari simpangan baku dinamakan varians. Untuk sampel, simpangan baku akan diberikan simbol s , sedangkan untuk populasi diberikan simbol σ (baca: sigma).

$$s^2 = \frac{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)} \quad (5)$$

Korelasi

Korelasi adalah istilah statistik yang menyatakan derajat hubungan linier (searah bukan timbal balik) antara dua variabel atau lebih. Ada beberapa macam korelasi yaitu :

- PROFESIENSI, 2(2): 132-142*
Desember 2014
ISSN Cetak: 2301-7244
1. Product Moment Pearson : Kedua variabelnya berskala interval
 2. Rank Spearman : Kedua variabelnya berskala ordinal
 3. Point Serial : Satu berskala nominal sebenarnya dan satu berskala interval
 4. Biserial : Satu berskala nominal buatan dan satu berskala interval
 5. Koefisien kontingensi : Kedua variabelnya berskala nominal

Nilai r

Nilai r terbesar adalah $+1$ dan r terkecil adalah -1 . $r = +1$ menunjukkan hubungan positif sempurna, sedangkan $r = -1$ menunjukkan hubungan negatif sempurna. r tidak mempunyai satuan atau dimensi. Tanda $+$ atau $-$ hanya menunjukkan arah hubungan. Interpretasi nilai r adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Tingkat Korelasi dan Kekuatan Hubungan.

No	Nilai Korelasi (r)	Tingkat Hubungan
1	0.00 - 0.199	Sangat Lemah
2	0.20 - 0.399	Lemah
3	0.40 - 0.599	Cukup
4	0.60 - 0.799	Kuat
5	0.80 - 0.999	Sangat Kuat

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Multilayer Plant PT. Bredero Shaw Indonesia. Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dengan benar dan lengkap, data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

Data Primer adalah suatu cara untuk mendapatkan data dengan penelitian langsung ke obyek yang diteliti atau riset lapangan, dengan cara sebagai berikut :

1. Observasi dengan mendapatkan data flowchart aliran proses out going Fusion Bonded Epoxy (FBE), Data intensitas cahaya di area final inspection, data alat ukur intensitas cahaya, data alat ukur tebal coating, data pengukuran tebal coating saat

intensitas cahaya belum ada perbaikan, data pengukuran tebal coating pada intensitas cahaya yang berbeda (\pm 200 lux, 500 lux, 700 lux, 900 lux)

2. Pengolahan data
3. Uji statistik
4. Tanya jawab

Data Sekunder merupakan studi kepustakaan yang dilakukan dengan cara membaca literatur, bahan-bahan kuliah dan data-data perusahaan yang ada kaitannya dengan penelitian ini, termasuk pencarian artikel yang mendukung melalui internet. Secara umum metode penelitian yang penulis lakukan adalah sebagaimana yang tertuang pada flowchart kerangka analisa penelitian sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN Intensitas Cahaya Berdasarkan Peraturan Di Indonesia

Syarat Kadar Penerangan menurut Peraturan Menteri Perburuhan No. 7 Tahun 1964, menyatakan bahwa penerangan yang cukup untuk pekerjaan membeda-bedakan barang-barang kecil yang agak teliti seperti pemasangan ala-alat yang sedang (tidak kasar), pekerjaan mesin dan bubut yang kasar, pemeriksaan atau percobaan kasar

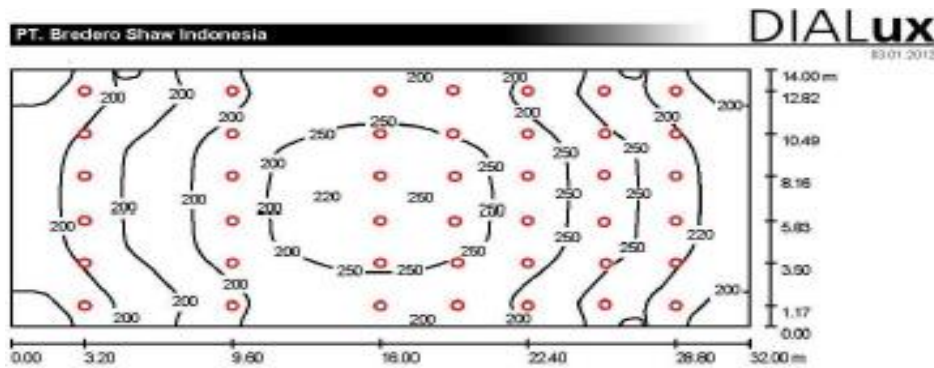
terhadap barang-barang, menjahit textil atau kulit yang berwarna muda, pemasukan dan pengawetan bahan-bahan makanan dalam kaleng, pembungkusan daging, mengerjakan kayu serta melapisi perabot mensyaratkan 200 lux atau 20 ft candles. Proses coating termasuk dalam kategori diatas dan dari hasil pengukuran area final inspection yang didapatkan maksimal adalah 250 lux dan minimal 200 lux.



Gambar 3 Area Final Inspection

Proses coating termasuk dalam kriteria melapis perabot bahkan secara ukuran pipa yang dapat diproses minimal berdiameter dalam 4 inci dan maksimal berdiameter dalam 58 inci, jauh lebih besar dari kriteria sebuah perabot pada umumnya, yang mensyaratkan minimal 200 lux. Dan dari hasil pengukuran area final

inspection yang didapatkan maksimal adalah 250 lux dan minimal 200 lux seperti terlihat pada gambar 4 tentang mapping intensitas cahaya di area final inspection. Berarti intensitas cahaya di area final inspection sudah memenuhi kriteria dari Peraturan Menteri Perburuhan No. 7 Tahun 1964



Gambar 4. : Mapping Intensitas Cahaya di Area Final Inspection

Data Pengukuran Tebal Coating Saat Sebelum Perubahan Intensitas Cahaya

Pengukuran tebal coating dengan menggunakan alat Elcometer Thickness 202 pada intensitas cahaya 200 lux, yang diperoleh saat masih menggunakan lampu penerang yang lama (sebelum perbaikan). Hasil pengukuran dalam satuan micron. Data diambil adalah 30 data untuk masing-masing lux (200 lux, 500 lux, 700 lux, dan

900 lux). Berdasarkan uji kecukupan data maka data dianggap cukup, jika $N' > N$ data dianggap tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data. Seperti telah ditampilkan pada tabel 2 tentang perhitungan nilai N' , dimana semua sampel menggunakan $N = 30$.

Tabel 2 Data Pengukuran Tebal Coating pada masing-masing lux

Deskripsi Data	k/s	N	$\sum X$	$\sum X^2$	$(\sum X)^2$	N'	Keterangan
200 lux	60	30	22,362	16,669,602	500,059,044	0.209	Cukup
500 lux	60	30	22,342	16,639,690	499,164,964	0.186	Cukup
700 lux	60	30	22,353	16,656,117	499,656,609	0.194	Cukup
900 lux	60	30	22,361	16,668,267	500,014,321	0.243	Cukup

Data Standard Iuminansi Bidang Kerja

Berdasarkan standart pada tabel 3 kategori E diatas dan keinginan pelanggan untuk menaikkan standart intensitas cahaya di area *final inspection* yang masih dalam rentang 200 lux sampai 250 lux, maka

pengolahan data dan desain perbaikan akan didekati dengan data-data pendukung yang akan diukur pada 500 lux, 700 lux dan 900 lux.

Tabel 3 Standart Iuminansi Menurut IES (Illuminating Engineering Society)

Kategori	Rentang iluminansi (lux)	Jenis kegiatan
A	20-30-50	Area publik berlingkungan gelap
B	50-75-100	Tempat kunjungan singkat
C	100-150-200	Ruang publik, tugas visual jarang
D	200-300-500	Tugas visual berkontras tinggi
E	500-750-1000	Tugas visual berkontras sedang
F	1000-1500-2000	Tugas visual berkontras rendah
G	2000-3000-5000	Tugas visual berkontras rendah dalam waktu lama
H	5000-7500-10000	Tugas visual sangat teliti dalam waktu sangat lama
I	10000-15000-20000	Tugas visual khusus berkontras sangat rendah dan kecil

Data Jenis Lampu Yang Dipakai Untuk Penambahan Intensitas Cahaya

Jenis lampu yang akan dipakai untuk penambahan intensitas cahaya adalah jenis lampu *induction*. Karena lampu *induction* mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan jenis lampu *metal halide lamp* (MHL) yang digunakan saat ini. Beberapa

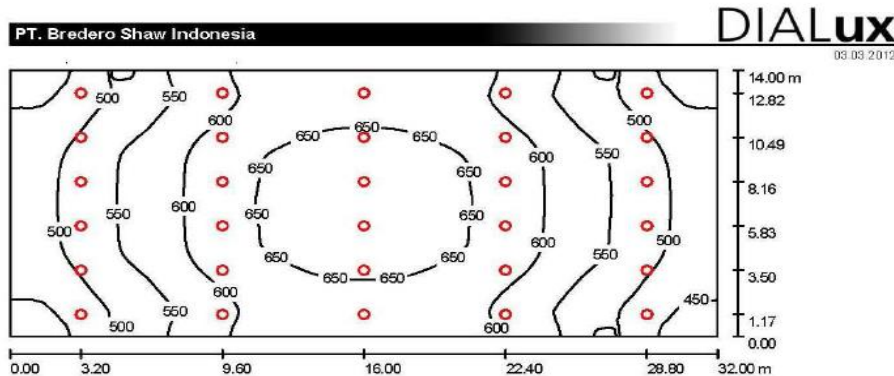
keunggulan lampu *induction* dapat dilihat seperti data dibawah ini yang tentunya juga ditambah keunggulan dari yang ditawarkan oleh pihak *supplier*, terutama tentang jaminan (*warranty*) dan pelayanan setelah masa pembelian (*after sales service*).

Tabel 4 Keunggulan *Induction Lamps*

Descriptions	Induction Lamps
Warranty	5 years
Life Span	Compact : 60,000 hours Separate : 100,000 hours
Energy Saving Efficiency	Excellent
Lumen Efficacy	Photopic Efficacy : 150 Plm/W (Plm : Pupil Lumen) Traditional Efficacy : 98 Lm/W
Lumen Depreciation Rate (%)	5% @ 2,000 hours
Lamp Temperature	Lower, <80°C, Reduce A/C cost
CRI	>80 (Ra)
Restrike	Instantly
Flicker	None
Glare	None
Environment Friendly	No mercury. No any waste lamp in 10 years

Intensitas Cahaya Di Area Final Inspection Setelah Perubahan Intensitas Cahaya

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan alat *Light Meter* LM-120 setelah perbaikan intensitas cahaya dilakukan saat siang hari dan malam hari dan hasilnya seperti pada gambar 5



Gambar 5: Mapping Intensitas Cahaya Di Area Final Inspection Setelah Perubahan Intensitas Cahaya

Ukuran area *final inspection* yang mempunyai panjang 32 meter dan lebar 14 meter. Area itu seakan-akan terbagi menjadi 2 area, area 1 panjang 12 meter dan lebar 14 meter dan area 2 panjang 20 meter dan lebar 14 meter.

Maka dengan diketahui nilai :

E : 550 lux (besarnya intensitas cahaya yang diinginkan) dan A1 : 20 meter x 14 meter = 280 m² (*final inspection area*)

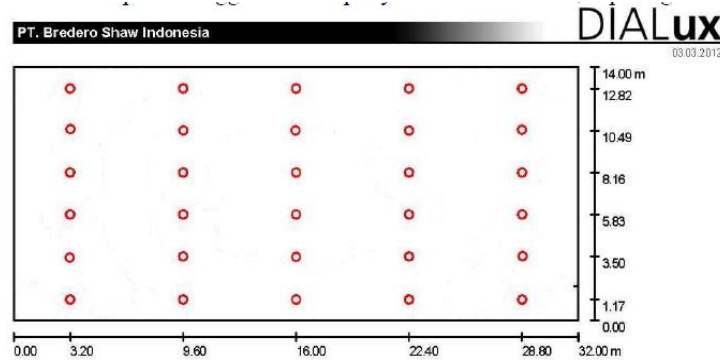
A2 : 12 meter x 14 meter = 168 m² (*out going area*) dan F : 250 watts x 98 lm/watt = 24,500 lumens

Sehingga UF : 0.5 dan MF : 0.7 serta :

$$N = \frac{E \times A}{F \times UF \times MF} \quad N_{area1} = \frac{550 \times 280}{24,500 \times 0.5 \times 0.7} \quad N_{area1} = 17.96$$

$$N_{area2} = \frac{550 \times 168}{24,500 \times 0.5 \times 0.7} \quad N_{area2} = 10.78$$

Narea1 + Narea2 = 17.96 + 10.78 = 28.74 ≈ 29. Untuk pengaturan pemasangan lampunya di area 1 (*final inspection*) dibuat menjadi 3 kolom x 6 baris = 18 titik lampu. Di area 2 (*out going*) dibuat menjadi 2 kolom x 6 baris = 12 titik lampu. Sehingga total lampunya memakai 30 titik, seperti gambar dibawah ini.



Gambar 6 Posisi Titik Lampu Perbaikan Intensitas Cahaya di Area *Final Inspection*

Uji Kesamaan Rata-Rata Saat Sebelum Dan Sesudah Perubahan Intensitas Cahaya

Sesuai dengan prosedur uji statistik, maka :

- Buat hipotesis dalam model statistik
 $H_0 : \mu_1 \approx \mu_2$ dan $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$
- Menentukan taraf signifikan dengan taraf signifikan $\alpha = 5\%$
- Kaidah pengujian
 H_0 diterima jika : $- t_{tabel}(0.025, db) < t_{hitung} < t_{tabel}(0.025, db)$ dan H_0 ditolak jika : $t_{hitung} < - t_{tabel}(\alpha/2, db)$ dimana $t_{hitung} > t_{tabel}(\alpha/2, db)$
- Menghitung thitung dan mencari ttabel
 Dengan formula dibawah ini maka dapat dihitung besarnya thitung .

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Diketahui :

Data 1 adalah data pada intensitas cahaya 200 lux dan Data 2 adalah data pada intensitas cahaya 500 lux.

$n_1 = 30$ (jumlah data pengukuran pada 200 lux) ; $n_2 = 30$ (jumlah data pengukuran pada 500 lux)

$S_1 = 5.775$ (STDev pengukuran pada 200 lux); $S_2 = 5.439$ (STDev pengukuran pada 500 lux) ,Maka, $S_p^2 = 31.467$. Untuk menghitung thitung juga perlu diketahui :

$$\bar{X}_1 = 745.400 \quad \bar{X}_2 = 744.733$$

Maka didapat $t_{hitung} = 0.461$

- Menentukan nilai t_{tabel} :

Dengan taraf signifikan $\alpha = 0.05$ karena uji dua sisi, maka nilai $\alpha/2 = 0.025$. Kemudiandicari ttabel pada table distribusi t dengan ketentuan : $db = n - 1$, $db = 30 - 1 = 29$. Sehingga $t(\alpha/2, db) = t(0.025, 29) = 2.045$

- Membandingkan ttabel dan thitung :
 Ternyata : $-2.045 < 0.461 < 2.045$, maka **H_0 diterima** ini berarti tidak ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata data sebelum perbaikandan sesudah perbaikan.

Analisa Korelasi Antara Perubahan Intensitas Cahaya Dengan Pengukuran *Final Inspection*

Pada penguji korelasi perubahan intensitas cahaya dengan pengukuran *final inspection* tidak ada perbedaan nilai rata-rata sebelum dan sesudah ada perlakuan terhadap sampel 1 dan sampel 2 (perbedaan intensitas cahaya di area *finalinspection* tidak mempengaruhi hasil pengukuran). Dengan metoda dan persamaan yang sama data sebelum perbaikan atau datapengukuran pada intensitas cahaya 200 lux juga dibandingkan dan dianalisa terhadapdata pengukuran pada intensitas cahaya 700 lux dan 900 lux.

Pemilihan Jenis Lampu

Secara paralel, tim juga menyiapkan langkah perbaikan intensitas cahaya di areafinal *inspection* menuju intensitas cahaya minimal 500 lux. Tim *electrical* memberikan pilihan-pilihan tindakan perbaikan intensitas cahaya yang diantaranya dengan pergantian lampu diarea *final inspection* yang sekaligus menjadi *pilot project* untuk peningkatan



produktifitas melalui *energy saving*. Management akhirnya menyetujui langkah perbaikan intensitas cahaya ini karena nilai investasinya yang hanya USD \$ 28,000 dibandingkan dengan potensial revenue dari proyek coating yang mencapai USD \$ 80

million. Jenis lampu yang dipilih adalah jenis *induction lamps* yang mempunyai beberapa keunggulan bila dibandingkan dengan *metal halide lamps* (MHL) yang digunakan sekarang di area *final inspection*.

Tabel 5 Tabel Perbandingan Antara *Induction Lamp* dan MHL

Comparison Item	Induction Lamps	Metal Halide Lamps (MHL)
Warranty	5 years	1 year
Life Span	Compact : 60,000 hours Separate : 100,000 hours	6,000 - 20,000 hours (short lifetime because electrode works under high temperature up to 1200°C)
Energy Saving Efficiency	Excellent	Lower
Lumen Efficacy	Photopic Efficacy : 150 Plm/W (Plm : Pupil Lumen) Traditional Efficacy : 98 Lm/W	Photopic Efficacy : 110 Plm/W (Plm : Pupil Lumen) Traditional Efficacy : 85 Lm/W
Lumen Depreciation Rate (%)	5% @ 2,000 hours	40% @ 2,000 hours
Lamp Temperature	Lower, <80°C, Reduce A/C cost	Higher, >300°C, Increase A/C cost
CRI	>80 (Ra)	65-90 (Ra)
Restrike	Instantly	Need up to 10-15 minutes
Flicker	None	Much
Glare	None	Much
Environment Friendly	No mercury. No any waste lamp in 10 years	Much concern of lots of waste lamps

Setelah perbaikan intensitas cahaya selesai dan dari hasil pengukurannya mendapatkan hasil intensitas cahaya antara 500 lux sampai 650 lux. Maka dapat dilakukan simulasi pengukuran tebal coating dengan intensitas cahaya 500 lux yang selanjutnya datanya dibandingkan dengan data pengukuran pada intensitas cahaya 200 lux. Dari hasil uji kesamaan rata-rata yang membandingkan data pengukuran saat sebelum dan sesudah perubahan intensitas cahaya, maka didapat $t_{tabel}(\alpha/2,db) < thitung < t_{tabel}(\alpha/2,db)$ -2.045 < 0.461 < 2.045, maka **H₀ diterima** atau dengan kata lain rata-rata dari kedua data diatas adalah sama.

Analisa korelasi antara perubahan intensitas cahaya dengan pengukuran *Final Inspection* menggunakan analisa komparatif dua sampel berkorelasi. Dari perhitungan didapatkan nilai $r = 0.344$, maka didapatkan nilai $thitung = 0.568$. Selanjutnya t tabel dapat dicari dengan tabel distribusi t , $t(0.025,29) = 2.045$, ternyata $:- t_{tabel}(\alpha/2,db) < thitung < t_{tabel}(\alpha/2,db)$ -2.045 < 0.568 < 2.045, maka **H₀ diterima** yang artinya, tidak ada perbedaan nilai rata-rata sebelum dan sesudah ada perlakuan terhadap sampel 1 dan sampel 2 (perbedaan intensitas cahaya di area *final inspection* tidak signifikan mempengaruhi hasil pengukuran). Dengan rumus dan cara perhitungan yang sama data 200 lux dibandingkan juga dengan data pengukuran pada 700 lux dan 900 lux seperti tabel dibawah ini.

Analisa Korelasi Antara Perubahan Intensitas Cahaya Dengan Pengukuran *Final Inspection*

Tabel 6 Tabel Perhitungan Nilai r dan thitung.

Deskripsi	S ₁	S ₂	S ₁ ²	S ₂ ²	nilai r	t _{hitung}	Keterangan
Data 200 lux : 500 lux	5.775	5.439	33.352	29.582	0.344	0.568	H ₀ diterima
Data 200 lux : 700 lux	5.775	5.561	33.352	30.921	-0.215	0.186	H ₀ diterima
Data 200 lux : 900 lux	5.775	6.223	33.352	38.723	-0.304	0.019	H ₀ diterima

Dengan melihat hasil pengukuran dan pengolahan data pada intensitas cahaya 500lux dianggap lebih optimum bila

dibandingkan dengan intensitas cahaya 700 lux dan 900lux untuk kegiatan pengukuran ketebalan *coating*. Karena standar



deviasinya (S) yang paling kecil, $S = 5.439$ dan varian terkecil juga yaitu $S^2 = 29.582$, jadi akurasi pengukurannya paling baik dan nilai investasinya juga pasti paling murah. Karena pasti dibutuhkan lebih banyak jumlah lampu untuk menambahkan intensitas cahaya yang lebih besar lagi. Bila menilik lebih dalam untuk nilai koefisien korelasi (r) tiga pasangan yang dibandingkan pada tabel diatas, semuanya mempunyai tingkat hubungan yang lemah seperti yang diterangkan dalam tabel tentang tingkat korelasi dan kekuatan hubungan. **Dimana nilai korelasi (r) diantara 0.20 – 0.399 mempunyai tingkat hubungan yang lemah.** Dan hanya data yang dibandingkan dengan data pada 500 lux yang bernilai positif = 0.344 dan hanya pada penerangan 500 lux terjadi hubungan positif. Pada penerangan 700 lux dan 900 lux terjadi hubungan negatif yang berarti dalam hal ini ada faktor silau saat pengukuran. Efek silau berdampak memberikan tingkat kelelahan padamata yang berlebih sehingga inspektor akan cepat lelah dan tidak nyaman dalam bekerja. Selain itu tidak ada perbedaan nilai rata-rata sebelum dan semua data sesudah adaperlakuan terhadap sampel 2 sehingga perbedaan intensitas cahaya di area *final inspection* **tidak signifikan mempengaruhi hasil pengukuran.**

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian mengenai tingkat intensitas cahaya di area *final inspection* menyatakan : cukup dan memenuhi kriteria peraturan yang berlaku di Indonesia yang tercantum dalam Peraturan Menteri Perburuhan No. 7 Tahun 1964 dan perbedaan intensitas cahaya di area *final inspection* tidak signifikan mempengaruhi hasil pengukuran sehingga temuan audit dari pelanggan yang menyatakan kurangnya intensitas cahaya di area *final inspection* dapat menyebabkan kesalahan pembacaan pada proses *final inspection* adalah tidak benar. Selain itu analisa perancangan untuk perbaikan intensitas cahaya di area *final inspection* dapat dilakukan dengan menggunakan intensitas cahaya minimal 500 lux dengan tetap mengutamakan

kepuasan pelanggan dan biaya investasi yang murah ($USD \$ 28,000$ dibandingkan nilai proyek yang mencapai $USD \$ 80 million$).

Saran

Adapun saran-saran yang diberikan pada penelitian ini adalah dengan perbaikan intensitas cahaya dilakukan ke seluruh area produksi di perusahaan, karena akan memberikan keuntungan seperti gambaran di berikut ini. Area *final inspection* dimultilayer plant departemen hanya kira-kira 1/20 dari seluruh luas area produksi diperusahaan yang terbagi dalam 5 departemen yang besar. Bila area itu dapat memberikan *saving* mencapai $USD \$ 6,000$ per tahun, maka untuk seluruh areaproduksi akan memberikan potensi *saving* 20 x $USD \$ 6,000$ per tahun atau $USD \$ 120,000$ per tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Bungin, B., 2006, *Metode Penelitian Kuantitatif Komunikasi, Ekonomi Dan Kebijakan Publik Serta Ilmu-Ilmu Sosial Lainnya*, Prenada Media Group, Jakarta.
- Hadi, S., 1995, *Statistik 1, 2, 3*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Nazir, M., 1983, *Metode Penelitian*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Siregar, S., 2013, *Statistika Parametrik Untuk Penelitian Kuantitatif*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Sudjana, 1992. *Metoda Statistika*, Edisi ke 5, Tarsito, Bandung.
- Sugiyono, 2003, *Statistika Untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung.
- Susetyo, B., 2010, *Statistika Untuk Analisis Data Penelitian*, PT. Refika Aditama, Bandung.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., Tjakraatmadja, J. H., 1979, *Teknik Tata Cara Kerja*, Teknik Industri ITB, Bandung.
- Walpole, R.E. 1992, *Pengantar Statistika*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wignjosebroto, S., 2006, *Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu*, Penerbit Guna Widya, Surabaya.