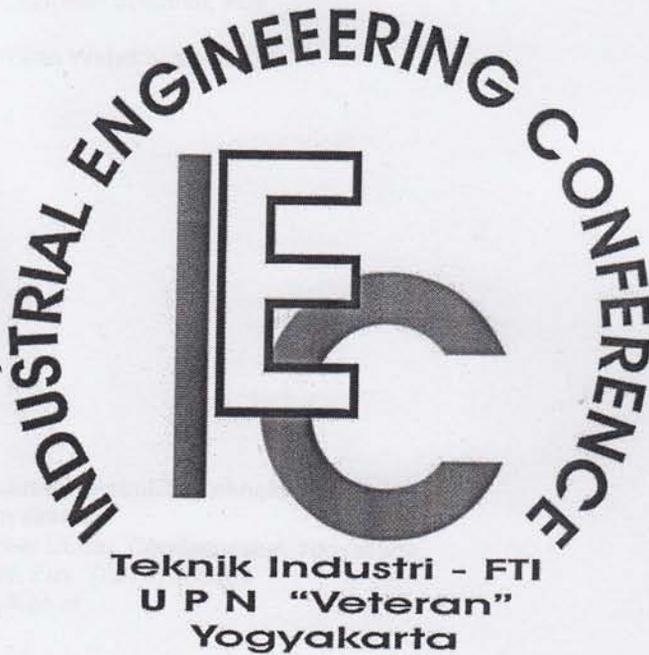


PROSIDING SEMINAR NASIONAL

INDUSTRIAL ENGINEERING CONFERENCE 2014

**"PERAN TEKNIK INDUSTRI DALAM PEMBERDAYAAN
INDUSTRI KECIL DAN MENENGAH UNTUK Mendukung
KETAHANAN DAN KEMANDIRIAN PEREKONOMIAN BANGSA
YANG BERKELANJUTAN"**

Gedung Agus Salim UPN "VETERAN" Yogyakarta, 6 Desember 2014



ISBN. 978-979-96854-6-9

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL 'VETERAN'
YOGYAKARTA
2014**

Prosiding Seminar Nasional - Industrial Engineering Conference (IEC) 2014

"PERAN TEKNIK INDUSTRI DALAM PEMBERDAYAAN INDUSTRI KECIL DAN MENENGAH UNTUK MENDUKUNG KETAHANAN DAN KEMANDIRIAN PEREKONOMIAN BANGSA YANG BERKELANJUTAN"

Terbitan : Desember 2014

Tim Editor : Laila Nafisah, S.T.,M.T.
Muhammad Faisal Amin

Reviewer : 1. Ir. Tjukup Marnoto, M.T., Ph.D.
2. Dr. Ir. Harry Budiharjo, M.T.
3. Moch. Chaeron, S.T., M.T.
4. Ir. Irwan Soejanto, M.T.

Desain Layout : Wikan Widya Kusuma, ST

Hak Cipta pada :

Jurusan Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
UPN 'Veteran' Yogyakarta

Jl. SWK No. 4 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta.

Telp : (0274) 486369, Fax : (0274) 486369

E-mail : iec.ti@upnyk.ac.id

ISBN. 978 - 979 - 96854 - 6 - 9

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, tanpa izin tertulis dari Penerbit

DAFTAR ISI

Cover Dalam	Hlm
ISBN	i
Kata Pengantar	ii
Sambutan Ketua Panitia	iii
Sambutan Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta	iv
Daftar Isi	vi
	viii

MAKALAH :

No	Nama Pertama	Judul	Hlm
1	Agus Ristono	Perancangan Situs <i>e-Commerce Auto Service</i> sebagai Media Aplikasi <i>Technopreneurship</i> Pemasaran dan Promosi Produk Mahasiswa Menggunakan Metode SDLC di Jurusan Teknik Industri UPN "Veteran" Yogyakarta	I - 1
2	Andi Farid Hidayanto	Desain Rancang Bangun Dapur Umum Portable Dalam Penanggulangan Bencana Alam	II - 1
3	Visita Dian Gitaya	Analisis Ergonomi Makro Terhadap Tingkat Produktivitas Pekerja	III - 1
4	Ari Basuki	<i>Green Purchasing</i> untuk Keberlanjutan Industri Kecil Menengah dalam Memenangkan Persaingan Bisnis	IV - 1
5	Tatit Rhety Hasanah	Analisis Pengaruh Komponen Sistem Kerja Terhadap Job Stress di PT. XX dengan Pendekatan Ergonomi"	V - 1
6	Annisa Novitasari	Optimasi Proses <i>Electroplating</i> pada Pembuatan Kerajinan Perak	VI - 1
7	Eko Poerwanto	Perancangan Pencahayaan Ruang Laboratorium Perawatan Pesawat Terbang yang Memenuhi Aspek Ergonomi untuk Mendukung Perolehan Lisensi Dasar Bidang Perawatan Pesawat Terbang Bagi Mahasiswa	VII - 1
8	Eko Pujiyanto	Optimasi Kekuatan Tarik Diametral Komposit Polymethylmethacrylate-Hidroksiapatit Dengan Metoda Taguchi	VIII - 1
9	Erni Suparti	Perancangan Alat Bantu Proses Pengelupasan dan Pemisahan Kulit Kedelai untuk UKM Tempe Sukasih dan Tempe Samodra	IX - 1
10	Erni Suparti	Design Alat Pemisah Kulit Ari Kedelai Setelah Pengelupasan Pada Industri Tempe Dengan Metode <i>Quality Function Deployment</i>	X - 1
11	Firman Ardiansyah E	Pengendalian Kualitas Menggunakan Pendekatan Gemba Pada Industri Velg Motor di LIK Kaligawe Semarang	XI - 1

12	Fitri Agustina	Penguatan Sistem Inovasi Daerah (SIDa) Kabupaten Bangkalan pada Produk Prioritas Klaster Industri Kecil dan Menengah Tertentu	XII – 1
13	Sugi Haryadin	Perbaikan Klasifikasi dan Alokasi Penyimpanan Produk dengan Pendekatan <i>Class Based Storage</i>	XIII – 1
14	Hari Bagus P	Analisis Shift Kerja Dan Jenis Kelamin Terhadap Beban Kerja Mental Sebagai Dasar Prediksi Human Error	XIV – 1
15	Hari Budiharjo	Uji Laboratorium <i>Spontaneous Imbibition</i> dengan Berbagai Ukuran Core Menggunakan <i>Chemical Reservoir Modifier</i> SMR 14A* dan SMR 15A* untuk Sumur SLL 15 dan SLL 18 pada Lapangan SLL	XV – 1
16	Hendro Widjanarko	Implementasi Budaya Kewirausahaan di Lingkungan Kampus	XVI – 1
17	Heri Awalul Ilhamsah	Perbandingan Kinerja Fungsi Kernel Polynomial dengan Kernel Linier dalam Algoritma K-Means untuk Klasterisasi Objek Data	XVII – 1
18	Heri Setiawan	Pembuatan Membran Keramik Berpori Berbahan Dasar Silika dan Karbon Aktif dengan Metode <i>Direct Foaming</i> untuk Diaplikasikan pada Pengolahan Air Bersih	XVIII – 1
19	Ibnu Hisyam	Penentuan Skala Ekonomi Proses Pembungkusan Usaha Kecil Aneka Keripik	XIX – 1
20	Ida Lumintu	Analisis Rekaya Nilai (<i>Value Engineering</i>) terhadap Produk Batik Tulis Madura di UKM Siar_FK Collection	XX – 1
21	Ika Deefi Anna	Analisis Kebijakan Sistem Penyediaan Susu Segar untuk Memenuhi Permintaan Susu Domestik dengan Pendekatan Sistem Dinamis	XXI – 1
22	Indra Cahyadi	Memahami Kualitas Pengetahuan pada Proyek <i>Enterprise System</i> di Usaha Kecil dan Menengah Indonesia	XXII – 1
23	Katon Sentiko	Pemilihan Supplier Menggunakan <i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE)</i> Dengan Pembobotan <i>Entropy</i>	XXIII – 1
24	Irwan Soejanto	Tingkat <i>Waste</i> di Lantai Produksi dengan Penerapan <i>Lean Manufacturing</i>	XXIV – 1
25	Buyung Hendratama	Perencanaan Produksi Dengan Pendekatan Minimum Deviation Method (Studi Kasus Di Phia Deva, Sleman, Yogyakarta)	XXV – 1
26	Lilia Pasca Riani	Pengaruh Orientasi Proses Bisnis terhadap Pertumbuhan Usaha Pengrajin Logam di Wilayah Kediri Raya	XXVI – 1
27	Lovely Lady	Analisa Perbedaan Pengaruh Getaran Mekanik dan Kebisingan terhadap Laki-Laki dan Perempuan.	XXVII – 1
28	M. Ali Suparman	Pengendalian <i>Automatic Guide Vehicle (AGV)</i> menggunakan PLC Omron CP1H dan <i>Personal Computer</i> dengan Metode <i>Hostlink</i> .	XXVIII - 1

29	M. M. Wahyuni Inderawati	Efektivitas Sistem Umpan Balik Perkuliahan UNIKA Atma Jaya	XXIX - 1
30	Mafazah Noviana	Penerapan Motif Batik Khas Kalimantan Timur Pada Elemen Dekorasi Interior	XXX - 1
31	Mami Astuti	Analisis Faktor – faktor Pemilihan Berhierarchy Maskapai Penerbangan Rute Yogyakarta – Balikpapan berdasarkan Kriteria Kualitas	XXXI - 1
32	Mochammad Chaeron	Implementasi <i>Lean Thinking</i> pada Industri Penyamakan Kulit	XXXII - 1
33	Mu'alim, Sabarudin Akhmad	Pengembangan Prototipe Alat Sterilisasi Jamu Madura	XXXIII - 1
34	Novi Marlyana	Analisis Kesiapan Umkm Indonesia Dalam Menghadapi Pasar Tunggal Asean 2015	XXXIV - 1
35	Priscilla Tamara	Perancangan Alat Penghancur Limbah Kertas Untuk Home Industri Kerajinan Seni Ukir Lunak	XXXV - 1
36	Rachmad Hidayat	Merancang Aplikasi E-Commerce Produk Batik Berbasis Web	XXXVI - 1
37	Rani Rumita	Analisis Kepuasan Mahasiswa dan Usulan Peningkatan Kualitas Jasa Pelayanan Administrasi Kemahasiswaan dengan Menggunakan Model SERVQUAL, IPA dan QFD Studi Kasus Jurusan X Universitas Diponegoro	XXXVII - 1
38	Sabarudin Akhmad	Sterilisasi Jamu Madura dengan Menerapkan Teknologi Ozon	XXXVIII - 1
39	Samsul Amar	Penentuan Ransum Pakan Ternak dengan Menggunakan <i>Linear Programming</i>	XXXIX - 1
40	Sri Indrawati	Perancangan Strategi Pengembangan Produk Batik Tulis Giriloyo	XL - 1
41	Sugeng Purwoko	Analisa Produktivitas Ramah Lingkungan Pada Budidaya Perikanan Lele Terpadu Dengan Aplikasi Dengan Teknologi Bioflok (Sebuah Konsep Sistem Produksi Agro Terpadu Pada Perikanan Lele)	XLI - 1
42	Suharto	Manfaat Koperasi Pegawai Republik Indonesia Universitas Brawijaya Malang	XLII - 1
43	Sutrisno	Pengembangan Model Optimasi Peta Kendali \bar{X} Triple Sampling dengan Fungsi Tujuan Minimasi Ukuran sampel	XLIII - 1
44	Wahyu Yulianto	Usulan Perbaikan Postur Kerja dalam Sistem Interaksi Manusia Mesin untuk Mengurangi Keluhan <i>Musculoskeletal</i>	XLIV - 1
45	Trismi Ristyowati	Analisis Pengaruh Perbedaan Faktor Proses Pengefraisan Terhadap Kehalusan Permukaan Benda Kerja dengan Desain Eksperimen	XLV - 1
46	Triwiyanto Silaban	Penjadwalan Produksi dengan Algoritma <i>Tabu Search</i>	XLVI - 1
47	Uyuunul Maudzoh	Analisis Rantai Pasokan Batik Pewarna Alam (Studi Kasus di Kecamatan Bayat Klaten)	XLVII - 1

48	Vincent Pratama Saputra	Pengukuran Nilai Gap Layanan Perpustakaan Sarjana Unpar Dengan Menggunakan Metode Servqual	XLVIII – 1
49	Wijang F. Satriyana	Karakteristik Proses Permesinan <i>Electrochemical Machining</i> dalam Pembuatan <i>Multilayered Microfilters</i> dengan Metode <i>Die</i> <i>Sinking</i>	XLIX - 1
50	Susatyo Nugroho WP	Usulan Perbaikan Postur Kerja Pekerja Konstruksi PT. PP (Persero) pada Proyek Pembangunan RSUD Bekasi dengan Metode RULA (Rapid Upper Limb Assesment) dan CATIA- REBA	L - 1

PERANCANGAN PENCAHAYAAN RUANG LABORATORIUM PERAWATAN PESAWAT TERBANG YANG MEMENUHI ASPEK ERGONOMI UNTUK Mendukung PEROLEHAN LISENSI DASAR BIDANG PERAWATAN PESAWAT TERBANG BAGI MAHASISWA

Eko Poerwanto, Gunawan

Jurusan Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta
Jalan Janti Komplek Lanud. Adisutjipto, Blok R, Yogyakarta
Email :ekoeltas@gmail.com

Abstrak

Perawatan pesawat terbang adalah pekerjaan memerlukan ketelitian yang tinggi, kesalahan sekecil apapun tidak ditolerir. Untuk mendukung hal tersebut maka salah satu yang diperlukan adalah membuat rancangan pencahayaan ruang laboratorium perawatan pesawat terbang yang memenuhi aspek ergonomi, mengingat ruangan perawatan pesawat terbang membutuhkan pencahayaan yang baik untuk mengurangi human error.

Penelitian ini adalah penelitian lapangan yang bersifat observasional dan berdasarkan jenis desain termasuk penelitian analitik. Metode penelitian dengan membandingkan studi literatur untuk melihat standar pencahayaan yang berlaku di Indonesia dengan data pengukuran pencahayaan di lingkungan perawatan pesawat terbang, dilanjutkan dengan perancangan pencahayaan ruang laboratorium perawatan pesawat terbang yang memenuhi aspek ergonomi sesuai dengan standar pencahayaan yang diperbolehkan. Perancangan pencahayaan menggunakan software DIALux 4.8.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tata letak fasilitas instalasi lampu yang memberikan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) yang memadai adalah "Line Arrangement" (membujur ditengah ruangan (luas lantai = 30×10) m^2), dan jumlah titik lampu yang digunakan sebanyak 12 buah. Rancangan jumlah luasan jendela = $94,5 m^2$. Hal ini sudah sesuai dengan standar persyaratan minimalnya seluas $50 m^2$. Nilai pencahayaan rata-rata yang dihasilkan untuk posisi obyek pesawat terbang dengan susunan membujur sesuai dengan susunan instalasi lampu "Line Arrangement" menghasilkan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) yang lebih baik, jika dibandingkan dengan posisi melintang dengan warna lantai dan semua dindingnya "9010(Pure White)".

Kata Kunci: Pencahayaan, Ergonomi, Ruang Perawatan Pesawat Terbang

1. PENDAHULUAN

Perawatan pesawat terbang merupakan aktivitas yang standar harus dilakukan untuk menjaga kondisi pesawat supaya layak terbang. Dalam melakukan pekerjaan perawatan pesawat terbang, harus diperhatikan juga kebutuhan personel terhadap ruang berventilasi cukup, pencahayaan, dan temperatur, supaya pekerjaan berjalan baik dan terhindar dari bahaya human error. Perawatan pesawat terbang merupakan aktivitas yang standar harus dilakukan untuk menjaga kondisi pesawat supaya layak terbang. Dalam melakukan pekerjaan perawatan pesawat terbang, harus diperhatikan juga kebutuhan personel terhadap ruang berventilasi cukup, pencahayaan, dan temperatur, supaya pekerjaan berjalan baik dan terhindar dari bahaya human error.

Kondisi pencahayaan yang tidak memenuhi standar dapat mengganggu aktivitas dan menyebabkan terjadinya keluhan kesehatan khususnya kelelahan mata. Prinsip umum pencahayaan adalah bahwa cahaya yang berlebihan tidak akan menjadi lebih baik. Penglihatan tidak menjadi lebih baik hanya dari jumlah atau



kuantitas cahaya tetapi juga dari kualitasnya. Pencahayaan yang baik akan meningkatkan ketelitian yang dibutuhkan pada perawatan suatu pesawat terbang. Pencahayaan 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 pencahayaan 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. Indra yang berhubungan dengan pencahayaan adalah mata. Karakteristik dan batasan daya lihat manusia penting untuk dipahami oleh seorang desainer *display*. Kemampuan mata untuk melihat obyek dipengaruhi oleh ukuran obyek, derajat kontras antara obyek dan sekelilingnya, luminensi (*brightness*), lamanya melihat, serta warna dan tekstur yang memberikan efek psikologis pada manusia.

Pesawat terbang dirancang untuk mempunyai kehandalan yang tinggi, sehingga dalam setiap sistem yang terpasang di pesawat memerlukan ketelitian yang tinggi dalam pengecekan serta perawatannya. Hasil pemeliharaan pesawat akan baik, jika seluruh kebutuhan penunjang pemeliharaan dirancang secara ergonomis. Penelitian ini memfokuskan pada perancangan ruang laboratorium perawatan pesawat terbang yang memenuhi aspek ergonomi khususnya kebutuhan pencahayaan, baik itu pencahayaan alamiah dan buatan untuk menunjang kelancaran perawatan pesawat terbang yang membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi.

Pencahayaan sangat mempengaruhi manusia untuk melihat obyek secara jelas, cepat, tanpa menimbulkan kesalahan. Kemampuan mata untuk melihat obyek dengan jelas ditentukan oleh ukuran obyek, derajat kontras, luminensi (*brightness*), serta lamanya waktu untuk melihat obyek tersebut. Pencahayaan yang kurang mengakibatkan mata menjadi cepat lelah karena mata akan melihat dengan cara membuka lebar-lebar. Hal ini dapat mengakibatkan lelahnya mental dan rusaknya mata. Peningkatan penerangan lokal memberikan peningkatan produktivitas kerja (Padmanaba, C.G.R, 2002).

Ada dua hal yang dipertimbangkan yaitu prinsip pencahayaan ruang, faktor kuantitas dan kualitas pencahayaan. (Santosa, A., 2006). Setiap ruangan akan mempunyai fungsi yang berbeda-beda, sehingga pencahayaan yang dibutuhkan oleh setiap ruang akan disesuaikan dengan fungsi ruangan tersebut. Umumnya laboratorium memerlukan kuantitas cahaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan ruang kuliah, karena kegiatan di laboratorium memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi. (Irianto, C.G, 2006).

Pencahayaan umumnya mengkonsumsi 25%-50% dari total energi listrik untuk sebuah gedung. Saat ini pencahayaan gedung didominasi oleh penggunaan lampu *fluorescent*. Pada pengaturan densitas daya pada lampu pijar yang mulai jarang digunakan, dan mempertimbangkan standar pada masing-masing negara sebagai referensi kendali, dan membutuhkan investasi yang mahal. Sebuah sistem pencahayaan berbasis logika fuzzy dengan otomatisasi lampu *fluorescent* untuk mencapai penerangan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) perlu dilakukan. Variabel masukan pengendali adalah nilai sensor cahaya dari luar dan dalam



ruangan serta sensor keberadaan pemakai. Variabel keluaran adalah nilai pencahayaan diperlukan untuk mencapai nilai referensi. Nilai pencahayaan ini menentukan jumlah lampu yang harus dinyalakan oleh kontroler. Hasil pengujian pada sebuah kelas menunjukkan bahwa tanpa pengendali iluminasi terukur selama hari kerja sekitar 350 lux, sementara itu dengan pengendali bervariasi di sekitar 250-300 lux mendekati SNI (250 lux). Sementara itu, sistem pencahayaan dengan pengendali energi listrik lebih hemat 75% dibandingkan tanpa pengendali (Panjaitan, S.D dan Hartoyo, A.2011).

Kebutuhan pencahayaan yang optimal sangat diperlukan pada rancangan laboratorium perawatan pesawat terbang. Perbedaan obyek penelitian dari beberapa penelitian sebelumnya adalah penelitian ini mengambil obyek "Ruang Laboratorium Perawatan Pesawat Terbang". Penelitian ini sangat penting untuk dilaksanakan mengingat perawatan pesawat terbang merupakan aktivitas yang membutuhkan ketelitian yang cukup tinggi serta untuk mengurangi *human error* pada perawatan pesawat. Perancangan ini dilakukan untuk mendekati keadaan sesungguhnya di dunia kerja yaitu pada industri penerbangan yang harus menyesuaikan standar internasional. Rancangan laboratorium ini akan diaplikasikan dalam pembangunan laboratorium perawatan pesawat terbang yang akan dilakukan oleh STTA Yogyakarta, yang mungkin dapat dijadikan model untuk laboratorium serupa di institusi lain.

Berdasarkan identifikasi pada proses pemeliharaan pesawat terbang, maka ruangan yang terpenting pada proses pemeliharaan pesawat terbang adalah lantai perawatan pesawat. Hampir seluruh aktivitas kegiatan berada pada ruangan ini, sedangkan ruangan yang lain bersifat sebagai pendukungnya, maka pada penelitian ini difokuskan untuk pencahayaan pada ruangan lantai perawatan pesawat terbang.

Pengukuran awal dilakukan untuk mengetahui pencahayaan alamiah di rencana ruangan laboratorium perawatan pesawat terbang. Pengukuran dilakukan dengan mengacu pada SNI 16-7062-2004 tentang Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja. Mengingat ruangan yang direncanakan untuk laboratorium perawatan pesawat terbang, khususnya ruangan lantai perawatan hanya (30 x 10)m² luasnya, maka titik pengukuran pencahayaan ada (3 x 10) atau 30 titik.

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas penerangan pada penerangan umum untuk rencana ruangan laboratorium perawatan pesawat terbang nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) sebesar 2409 lux, maka dapat disimpulkan bahwa penerangan alamiah pada lokasi tersebut sudah memenuhi persyaratan minimal untuk kegiatan perawatan dan perbaikan pesawat terbang.

Sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Nomor 1405/MENKES/ SK/XI/2002, tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, bahwa intensitas cahaya di ruang kerja sebagai berikut :

Tabel 1 Intensitas Cahaya di Ruang Kerja

Jenis Kegiatan	Tingkat Pencahayaan Minimal (LUX)	Keterangan
Pekerjaan kasar dan	100	Ruang penyimpanan &



tidak terus menerus		ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinyu
Pekerjaan kasar dan tidak terus menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	R. Administrasi, Ruang Kontrol, Pekerjaan Mesin & Perakitan/ Penyusun
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin, kantor pekerja pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin.
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, Pemrosesan tekstil, Pekerjaan mesin halus & Perakitan halus
Pekerjaan amat halus	1500 Tidak menimbulkan bayangan	Mengukir dengan tangan, Pemeriksaan pekerjaan mesin dan perakitan yang sangat halus
Pekerjaan terinci	3000 Tidak menimbulkan bayangan	Pemeriksaan pekerjaan, Perakitan sangat halus

Sumber : SK MenKes, Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002

Berdasarkan tabel di atas bahwa pekerjaan perawatan pesawat termasuk dalam pekerjaan mesin halus, yang berarti tingkat pencahayaan minimal yang dibutuhkan adalah 1000 lux.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian lapangan yang bersifat observasional dan berdasarkan jenis desain termasuk penelitian analitik. Metode penelitian untuk perancangan pencahayaan ruang laboratorium perawatan pesawat yang memenuhi



aspek ergonomi yang terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan-tahapan yang dilalui oleh peneliti mulai dari pengumpulan data sampai dengan penarikan kesimpulan, yang membentuk sebuah alur yang sistematis.

Pada perancangan pencahayaan ini beberapa perlakuan diberikan, hal ini untuk mendapatkan alternatif pilihan yang optimal, yaitu mencapai standar pencahayaan yang disyaratkan sebesar minimal 1000 lux. Beberapa perlakuan yang diberikan sebagai berikut :

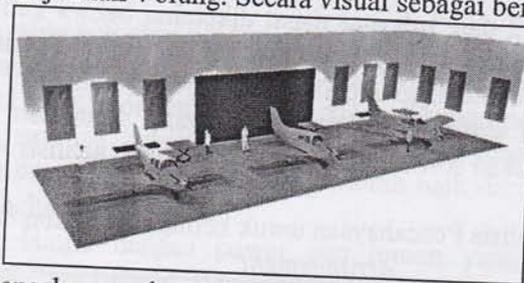
1. Memberikan beberapa lampu berukuran lumen yang tinggi.
2. Memberikan beberapa warna untuk dinding dan lantai.
3. Memberikan beberapa penataan letak obyek pesawat terbang.

Tahapan terakhir pada penelitian ini adalah pengambilan kesimpulan atas analisis pembahasan yang telah dilakukan. Semua alternatif pencahayaan ruangan laboratorium perawatan pesawat terbang yang memenuhi aspek ergonomi diberikan dengan menambahkan saran-saran yang mungkin dapat dilakukan untuk meningkatkan faktor ergonomi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

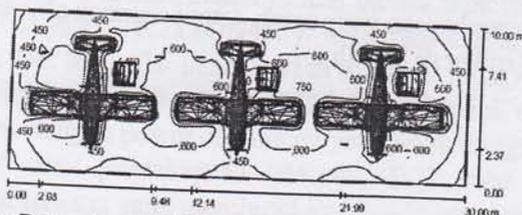
3.1. Perancangan Pencahayaan

Bagian ruangan yang paling penting pada Laboratorium perawatan pesawat terbang adalah lantai perawatan pesawat pesawat terbang. Ada beberapa obyek yang terdapat pada lantai perawatan pesawat terbang yang menjadi obyek simulasi pada perancangan pencahayaan, yaitu : Ruang lantai perawatan pesawat terbang dengan dimensi : panjang 30 m; lebar 10 m; dan tinggi 6 m; Pesawat terbang "Single Engine" berjumlah 3 buah. Tangga perbaikan pesawat berjumlah 3 buah. Operator/manusia berjumlah 4 orang. Secara visual sebagai berikut :



Gambar 1 Pencahayaan dengan susunan lampu "Field Arrangement"

Ketinggian langit-langit ruangan pada instalasi lampu mempengaruhi pencahayaan yang dihasilkan, sebagai bukti ada dua buah instalasi yang dilakukan untuk plafon ketinggian 7 dan 6 meter, dan lampu yang digunakan adalah Philips 4ME450 P-WB 1xSON250W/- Conventional +9ME100 R GC D450, menghasilkan *workplane* atau nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) yang lebih baik untuk ketinggian plafon ruangan sebesar 6 m. Berikut hasil analisisnya untuk ketinggian ruang 6 m :



Gambar 2 Peta Pencahayaan DIALux 4.8 untuk Ketinggian Plafon 6 m.

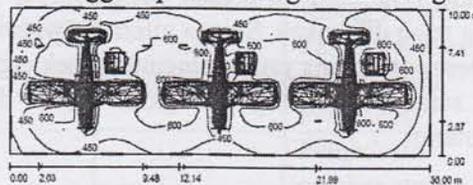


Rincian nilai pencahayaan untuk plafon 6 m sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Analisis Pencahayaan untuk ketinggian plafon 6 m. “*Field Arrangement*”

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	480	16	754	0.036
Floor	20	402	27	666	0.068
Ceiling	80	65	47	75	0.720
Walls (4)	50	160	42	750	/

Sedangkan untuk ketinggian plafon ruangan 7m sebagai berikut :



Gambar 3 Peta Pencahayaan DIALux 4.8 untuk Ketinggian Plafon 7 m.
Rincian nilai pencahayaan untuk plafon 7m sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil Analisis Pencahayaan untuk ketinggian plafon 7m, “*Field Arrangement*”

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	445	18	747	0.041
Floor	20	399	28	662	0.070
Ceiling	80	58	46	67	0.786
Walls (4)	50	136	40	743	/

Berdasarkan tabel 2 dan 3 di atas dapat diketahui bahwa ketinggian plafon cukup mempengaruhi nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}), dan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) lebih baik untuk ketinggian plafon 6m.

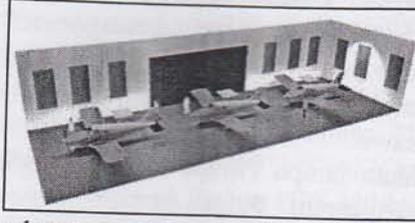
Ada dua alternatif susunan instalasi lampu yang digunakan pada simulasi Pencahayaan menggunakan software DIALux 4.8, dengan analisis sebagai berikut :

Tabel 4 Hasil Analisis Pencahayaan untuk ketinggian plafon 6m, “*Line Arrangement*”

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	480	16	1152	0.033
Floor	20	419	27	890	0.084
Ceiling	80	75	49	94	0.612
Walls (4)	50	132	46	638	/

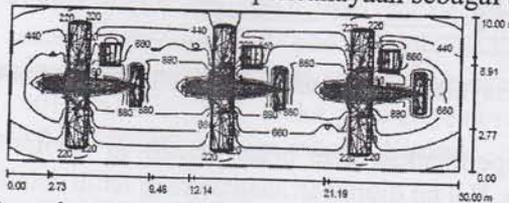
Perbandingan antara susunan lampu “*Field Arrangement*” dan “*Line Arrangement*” dalam pencahayaan, dan dihasilkan “*workplane*” atau nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) = 480 lux susunan lampu “*Line Arrangement*” lebih baik dari susunan lampu “*Field Arrangement*”.

Perbandingan susunan obyek pesawat dalam proses pemeliharaan juga akan mempengaruhi nilai “*workplane*” atau pencahayaan rata-rata (E_{av}). Jika susunan dan jenis lampu dalam pencahayaan yang sama, tetapi susunan obyek pesawat yang sedang dirawat seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4 Pencahayaan dengan susunan obyek pesawat membujur sesuai susunan lampu "Line Arrangement"

Berdasarkan gambar di atas, yang menggunakan pencahayaan dan susunan lampu yang sama menghasilkan analisis pencahayaan sebagai berikut :



Gambar 5 Peta Pencahayaan untuk susunan obyek pesawat membujur sesuai susunan lampu "Line Arrangement"

Rincian hasil pencahayaan untuk perlakuan ini sebagai berikut :
Tabel 5 Pencahayaan untuk susunan obyek pesawat membujur sesuai susunan lampu "Line Arrangement"

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u_0
Workplane	1	498	21	1115	0.042
Floor	20	438	27	969	0.083
Ceiling	80	78	49	88	0.644
Walls (4)	80	130	47	830	

Berdasarkan table 5 di atas, nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) sebesar 498 lux, nilai pencahayaan minimal (E_{min}) sebesar 21 lux, dan nilai pencahayaan maksimal (E_{max}) sebesar 1115 lux. Kondisi ini untuk posisi susunan pesawat yang disusun membujur sesuai susunan lampu "Line Arrangement", yang menunjukkan nilai "workplane" atau pencahayaan rata-rata (E_{av}) lebih baik daripada posisi susunan obyek pesawat sebelumnya.

Karakteristik lampu dengan power dan lumen yang lebih tinggi akan meningkatkan nilai "workplane" atau pencahayaan rata-rata (E_{av}). Pencahayaan sebelumnya menggunakan Philips 4ME450P-WB 1xSON250W menghasilkan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) sebesar 498 lux. Jika menggunakan Philips 4ME550P-WB 1xSON400W Analisisnya sebagai berikut :

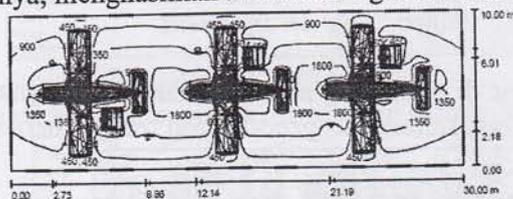
Tabel 6 Pencahayaan menggunakan Philips 4ME550P-WB 1xSON400W

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u_0
Workplane	1	898	37	2126	0.041
Floor	20	800	49	1684	0.061
Ceiling	80	134	58	174	0.641
Walls (4)	80	203	63	1214	

Berdasarkan tabel 6 di atas menunjukkan bahwa pencahayaan menggunakan lampu Philips 4ME550 P-WB 1xSON400W menghasilkan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) sebesar 898 lux, nilai pencahayaan minimal (E_{min}) sebesar 37 dan nilai pencahayaan maksimal (E_{max}) sebesar 2126 lux. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik lampu dengan power dan lumen yang lebih tinggi akan meningkatkan nilai "workplane" atau pencahayaan rata-rata (E_{av}) pada pencahayaan ruang perawatan pesawat terbang yang membutuhkan ketelitian yang tinggi.

Hasil simulasi pencahayaan menggunakan lampu Philips 4ME550P-WB 1xSON400W dengan posisi lampu "Line Arrangement" pada perlakuan sebelumnya menunjukkan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) masih dibawah 1000 lux. Kondisi ini belum memenuhi persyaratan minimal pencahayaan untuk kegiatan perawatan dan perbaikan pesawat.

Pencahayaan menggunakan lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W yang disusun posisinya "Line Arrangement" dengan jumlah lampu yang sama dengan perlakuan sebelumnya, menghasilkan analisis sebagai berikut :



Gambar 6 Peta Pencahayaan menggunakan Philips HPK380 1xSON-PP400W

Pada gambar 6 diperlihatkan peta pencahayaan di sekitar obyek pesawat nilainya di atas 1000 lux. Hal ini diuraikan analisis yang lebih detail dengan melihat hasil pencahayaan rata-rata (E_{av}) seperti tabel di bawah ini :

Tabel 7 Hasil Pencahayaan menggunakan Philips HPK380 1xSON-PP400W

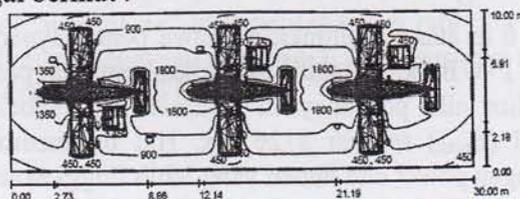
Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	7	1043	52	2179	0.050
Floor	20	908	67	1711	0.073
Ceiling	90	173	109	213	0.633
Walls (4)	50	372	111	2927	1

Berdasarkan tabel 7 di atas dapat diperhatikan bahwa pencahayaan menggunakan lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W menghasilkan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) sebesar 1043 lux, nilai pencahayaan minimal (E_{min}) sebesar 52 lux, dan nilai pencahayaan maksimal (E_{max}) sebesar 2179 lux.

Philips HPK380 1xSON-PP400W yang menunjukkan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) sebesar 1043 lux; dapat dikatakan bahwa lampu jenis ini layak digunakan di Ruang Perawatan Pesawat Terbang, karena memiliki kemampuan "luminaire" yang tinggi di atas 1000 lux.

Perlakuan selanjutnya berkaitan dengan pengaruh warna dinding dan lantai dengan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) yang dihasilkan dengan menggunakan lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W.

Pada penelitian ini ada 5 (lima) perlakuan yang diberikan terhadap dinding dan lantai pada pencahayaan menggunakan lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W di ruangan perawatan pesawat terbang, untuk mengetahui perubahan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) yang dihasilkan pada analisis pencahayaan menggunakan software DIALux 4.8. Jika warna seluruh dinding pada ruangan perawatan pesawat terbang di-*settings* dengan "5011(Steel Blue)", maka pencahayaan menggunakan lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W hasilnya secara visual sebagai berikut :



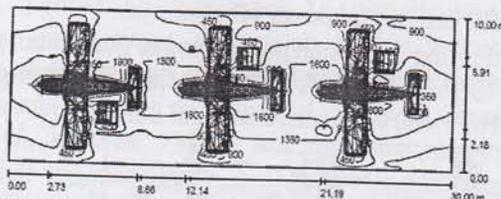
Gambar 7 Peta Pencahayaan menggunakan Philips HPK380 1xSON-PP400W dengan settings semua dinding "5011(Steel Blue)"

Hasil analisis pencahayaan menggunakan lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W dengan settings seluruh dinding "5011(Steel Blue)" sebagai berikut :

Tabel 8 Pencahayaan menggunakan Philips HPK380 1xSON-PP400W dengan settings semua dinding "5011(Steel Blue)"

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	7	975	28	2128	0.029
Floor	20	826	36	1665	0.043
Ceiling	80	109	57	165	0.025
Walls (4)	5	307	57	2751	

Berdasarkan tabel 8 diatas, besarnya luminasi cahaya rata - rata (E_{av}) pada ruangan ini adalah 975 lux, berarti luminasi cahaya rata-rata menurun dibandingkan jika menggunakan settings "standard wall" pada seluruh dinding seperti perlakuan sebelumnya. Jika warna seluruh dinding pada ruangan perawatan pesawat terbang di-settings dengan "9010(Pure White)", maka pencahayaan menggunakan lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W hasilnya sebagai berikut :



Gambar 8 Peta pencahayaan dengan settings "9010(Pure White)" pada seluruh dinding ruangan

Selain kebutuhan ruangan seperti disebutkan di atas, ada fasilitas lain yang berada diluar hanggar, yaitu penempatan pesawat untuk ground run (Apron), Aircraft washing area dan swing compas area (terletak kurang lebih 100 m dari hanggar yang tujuannya untuk menghindari pengaruh medan magnet yang ditimbulkan dari barang-barang yang terdiri dari besi.

Hasil analisis pencahayaan menggunakan software Dialux 4.8 untuk pencahayaan lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W dengan settings seluruh dinding "9010(Pure White)" sebagai berikut:

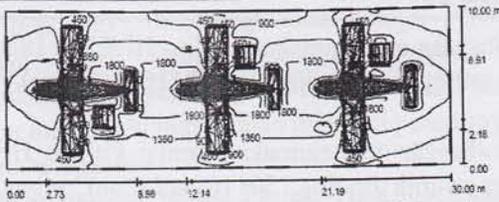
Tabel 9 Pencahayaan dengan settings "9010(Pure White)" pada seluruh dinding ruangan

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	7	1120	79	2242	0.071
Floor	20	999	91	1775	0.062
Ceiling	80	247	161	348	0.772
Walls (4)	86	442	172	2564	

Berdasarkan tabel 9 diatas, besarnya luminasi cahaya rata - rata (E_{av}) pada ruang ini adalah 1120 lux, berarti luminasi cahaya rata-rata meningkat dibandingkan jika menggunakan "standard wall", yaitu sebesar 1043 lux.

Jika warna seluruh dinding pada ruangan perawatan pesawat terbang di-settings dengan "(Standard Ceiling)", maka pencahayaan menggunakan lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W hasilnya sebagai berikut:





Gambar 9 Peta pencahayaan dengan settings “(Standard Ceiling)” pada seluruh dinding ruangan

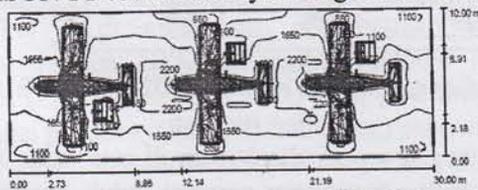
Hasil analisis pencahayaan dengan settings seluruh dinding “(Standard Ceiling)” sebagai berikut :

Tabel 10 Pencahayaan dengan settings “(Standard Ceiling)” pada seluruh dinding ruangan

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	7	1106	70	2231	0.555
Floor	20	982	87	1754	0.688
Ceiling	80	233	174	205	0.744
Walls (4)	90	424	193	2869	-

Berdasarkan tabel 10 diatas, besarnya luminasi cahaya rata - rata (E_{av}) pada ruang ini adalah 1106 lux, berarti luminasi cahaya rata-rata menurun jika dibandingkan menggunakan “9010(Pure White)”, yaitu sebesar 1120 lux. Hal ini menunjukkan bahwa dinding di-settings “9010(Pure White)” menunjukkan kondisi yang optimal dari ketiga perlakuan sebelumnya.

Jika warna seluruh dinding dan lantai pada ruangan perawatan pesawat terbang di-settings dengan “9010(Pure White)”, maka pencahayaan menggunakan lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W hasilnya sebagai berikut :



Gambar 10 Peta pencahayaan dengan settings “9010(Pure White)” pada seluruh dinding dan lantai ruangan

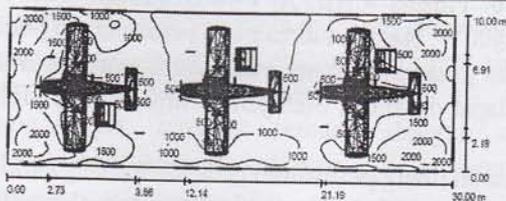
Hasil analisis pencahayaan dengan settings seluruh dinding dan lantai “9010(Pure White)” sebagai berikut :

Tabel 11 Pencahayaan dengan settings “9010(Pure White)” pada seluruh dinding dan lantai ruangan

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	7	1422	159	2875	0.140
Floor	88	1316	240	2154	0.182
Ceiling	90	773	584	945	0.755
Walls (4)	88	940	638	3302	-

Berdasarkan tabel 11 diatas, besarnya luminasi cahaya rata - rata (E_{av}) pada ruang ini adalah 1422 lux, berarti luminasi cahaya rata-rata meningkat jika dibandingkan menggunakan “9010(Pure White)” dan “Standard Floor”, yaitu sebesar 1120 lux. Hal ini menunjukkan bahwa dinding dan lantai di-settings “9010(Pure White)” menunjukkan kondisi yang optimal dari beberapa perlakuan sebelumnya.

Jika warna seluruh dinding dan lantai pada ruangan perawatan pesawat terbang di-settings dengan “9010(Pure White)”, tetapi menggunakan pencahayaan “Alamiah” hasilnya sebagai berikut :



Gambar 11 Peta pencahayaan Alamiah dengan *settings* “9010(Pure White)” pada seluruh dinding dan lantai ruangan

Hasil analisis pencahayaan menggunakan *software* Dialux 4.8 untuk pencahayaan Alamiah dengan *settings* seluruh dinding dan lantai “9010(Pure White)” sebagai berikut :

Tabel 12 Pencahayaan Alamiah dengan *settings* “9010(Pure White)” pada seluruh dinding dan lantai ruangan

Surface	ρ (%)	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	UG
Workplane	7	927	99	2461	0.066
Floor	86	896	196	1626	0.207
Ceiling	82	492	235	636	0.566
Walls (4)	86	600	316	1518	

Berdasarkan gambar 11 dan tabel 12 pencahayaan pada laboratorium perawatan pesawat, maka dapat disimpulkan bahwa pencahayaan alamiah dari rancangan jendela pada ruangan ini sudah memenuhi persyaratan pencahayaan untuk ruang perawatan pesawat terbang. Hal ini dapat ditunjukkan dari rata-rata nilai pencahayaan (E_{av}) sebesar 927 lux dan maksimal pencahayaan (E_{max}) sebesar 2461 lux. Selain hal tersebut kekurangan pencahayaan alamiah yang ada akan didukung dengan pencahayaan buatan yang nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) sebesar 1422 lux dengan *settings* yang sama untuk dinding dan lantai ruangan perawatan pesawat terbang.

3.2. Pembahasan

Analisis perancangan pencahayaan sudah diuraikan dan telah didapatkan alternatif rancangan yang memenuhi standar minimal pencahayaan yang ditetapkan. Berdasarkan tahapan analisis tersebut dapat diketahui bahwa :

1. Ketinggian plafon untuk instalasi pencahayaan akan mempengaruhi nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}), pada penelitian ini ketinggian plafon untuk instalasi pencahayaan setinggi 6 m dan ketinggian mounting 5,5 m.
2. Posisi susunan instalasi lampu yang memberikan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) yang memadai adalah “Line Arrangement”, pada penelitian ini jumlah lampu pada tiap perlakuan yang digunakan sebanyak 12 buah. Hal ini perlu diperhatikan karena hampir seluruh instrument pesawat terbang letaknya di tengah.
3. Posisi obyek pesawat terbang sebagai obyek inti pada aktivitas perawatan juga menentukan besarnya “workplane” atau nilai pencahayaan rata-rata yang dihasilkan pada perhitungan yang lakukan oleh *software* DIALux 4.8. Pada penelitian ini dihasilkan bahwa obyek pesawat terbang dengan susunan membujur menghasilkan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) yang lebih baik, jika dibandingkan dengan posisi melintang.
4. Ada tiga jenis lampu yang telah digunakan untuk simulasi pada perancangan pencahayaan menggunakan *software* DIALux 4.8 yaitu : a. Philips 4ME450 P-



- WB 1xSON250W; b. Philips 4ME550 P-WB 1xSON400W; dan c. Philips HPK380 1xSON-PP400W. Hasil analisis pada perancangan pencahayaan untuk ruangan pemeliharaan pesawat terbang yang membutuhkan nilai pencahayaan minimal 1000 lux, dapat dipenuhi oleh jenis lampu Philips HPK380 1xSON-PP400W.
5. Warna dinding dan lantai ruang perawatan pesawat terbang akan mempengaruhi nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}). Hasil simulasi pencahayaan menggunakan *software* DIALux 4.8 menunjukkan bahwa warna lantai dan semua dinding akan menghasilkan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) yang tinggi jika semuanya diberikan warna "9010(Pure White)".
 6. Hasil pengukuran pencahayaan pada kondisi sekarang menunjukkan nilai pencahayaan yang memadai, yaitu di atas minimal standar (1000 lux) yang dibutuhkan untuk ruangan perawatan pesawat terbang.
 7. Ukuran tiap jendela pada perancangan pencahayaan untuk ruangan perawatan pesawat terbang seluas $(1,5 \times 3) \text{ m}^2 = 4,5 \text{ m}^2$, jumlah total jendela pada ruangan sebanyak 21 buah, sehingga jumlah luasan jendela = $94,5 \text{ m}^2$. Ukuran luas lantai ruangan perawatan pesawat terbang $(30 \times 10) \text{ m}^2 = 300 \text{ m}^2$, jika persyaratan minimal $1/6$ kali luas lantai, maka luasan minimal jendela untuk pencahayaan seluas 50 m^2 . Hal ini menunjukkan bahwa rancangan jendela sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.
 8. Sifat pencahayaan buatan adalah membantu untuk pencahayaan alamiah, hasil simulasi menggunakan *software* DIALux 4.8 menunjukkan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) sebesar 927 lux dan maksimal pencahayaan (E_{max}) sebesar 2461 lux. Hal ini menunjukkan bahwa jika pencahayaan alamiah kondisinya kurang dari 1000 lux dapat dibantu dengan pencahayaan buatan, sehingga standar minimalnya dapat terpenuhi.

4 Kesimpulan & Saran

Berdasarkan delapan pokok bahasan di atas maka semua tujuan penelitian perancangan pencahayaan untuk rencana ruangan laboratorium perawatan pesawat terbang di STTA Yogyakarta sudah dapat terjawab, dengan uraian sebagai berikut:

1. Dapat menentukan jumlah titik pencahayaan buatan yang dibutuhkan dalam ruang laboratorium perawatan pesawat, maka susunan instalasi lampu yang memberikan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) yang memadai adalah "Line Arrangement", dan jumlah titik lampu yang digunakan sebanyak 12 buah. Hal ini perlu diperhatikan karena hampir seluruh instrument pesawat terbang letaknya di tengah.
2. Dapat menentukan luasan yang dibutuhkan untuk pencahayaan alamiah yang dibutuhkan dalam ruang laboratorium perawatan pesawat terbang. Rancangan tiap jendela pada perancangan pencahayaan untuk ruangan perawatan pesawat terbang seluas $(1,5 \times 3) \text{ m}^2 = 4,5 \text{ m}^2$, jumlah total jendela pada ruangan sebanyak 21 buah, sehingga jumlah luasan jendela = $94,5 \text{ m}^2$. Ukuran luas lantai ruangan perawatan pesawat terbang $(30 \times 10) \text{ m}^2 = 300 \text{ m}^2$, jika persyaratan minimal $1/6$ kali luas lantai, maka luasan minimal jendela untuk pencahayaan seluas 50 m^2 .
3. Dapat menentukan *layout* yang optimal berkaitan dengan kebutuhan pencahayaan pada ruang laboratorium perawatan pesawat terbang. Posisi obyek



pesawat terbang sebagai obyek inti pada aktivitas perawatan juga menentukan besarnya “*workplane*” atau nilai pencahayaan rata-rata yang dihasilkan pada perhitungan yang dilakukan oleh *software* DIALux 4.8. Pada penelitian ini dihasilkan bahwa obyek pesawat terbang dengan susunan membujur menghasilkan nilai pencahayaan rata-rata (E_{av}) yang lebih baik, jika dibandingkan dengan posisi melintang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih atas bantuan berbagai pihak yang telah memberikan bantuan bimbingan proses penelitian perancangan perawatan pesawat terbang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anizar. 2009. *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*. Medan : Graha Ilmu.
- [2] Darmatmo., 2007., *Aircraft Maintenance*, Diktat Pengajaran Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta
- [3] Firmansyah, F., 2010. *Pengaruh Intensitas Penerangan Terhadap Kelelahan Mata Pada Tenaga Kerja di Bagian Pengemasan PT. Ikaparmindo Putramas Jakarta Timur*. Skripsi : Universitas Sebelas Maret.
- [4] Irianto, C Gagarin. 2006. *Studi Optimasi Pencahayaan Ruang Kuliah dengan Memanfaatkan Cahaya Alam*. JETri, Volume 5, Nomor 2, Halaman 1-20. Universitas Trisakti. Jakarta.
- [5] Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.
- [6] Luden, A. Sasnugraha. 2006. *Analisa Kuat Cahaya di Sekolah Pelangi Kristus Surabaya*. Akses Online Tanggal 10 Desember 2013.; URL: http://dewey.petra.ac.id/jiunkpe_dg_8288.html
- [7] Manuaba, A. 2004 b. Kontribusi Ergonomi dalam Pembangunan, dengan Acuan Khusus Bali. Dalam: Purwanto, W., Mulyati, G.T., dan Saroyo, P. Yogyakarta: Perhimpunan Ergonomi Indonesia dan Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada. p 160 – 165.
- [8] Nurdiah, E Asih; Dinapradipta, A; Antaryama, IGN. 2007. *Pengaruh Lingkungan Penerangan Terhadap Kualitas Ruang Pada Dua Tipe Ruang Kantor Studi Kasus : Gedung Graha Pena*. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana VII. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- [9] Padmanaba, CGR. 2006. *Pengaruh Penerangan dalam Ruang terhadap Produktivitas Kerja Mahasiswa Desain Interior*. Universitas Kristen Petra. Surabaya. Jurnal Petra, Akses Online Tanggal 10 Desember 2013. URL: <http://www.petra.ac.id/~puslit/journals/dir.php?DepartmentID=INT>
- [10] Putra, IDGAD. 2006. *Perencanaan Pencahayaan Buatan pada Ruang Kelas*. Universitas Udayana. Denpasar.
- [11] Panjaitan, S.D dan Hartoyo, A.(2011), A Lighting Control System in Buildings based on Fuzzy Logic, *TELKOMNIKA*, Vol.9, No.3, pp. 423~432.
- [12] Prasasto Satwiko , 2005, *Fisika Bangunan 1* ,Edisi2, Penerbit ANDI , Yogyakarta.



- [13] Santosa, A., (2006), *Pencahayaan Pada Interior Rumah Sakit: Studi Kasus Ruang Rawat Inap Utama Gedung Lukas, Rumah Sakit Panti Rapih, Yogyakarta, DIMENSI INTERIOR, VOL.4, NO.2, 2006: 49-56.*
- [14] Sastrowinoto, S., 1985, *Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi*, Pertja, Jakarta
- [15] Soeripto, 2008. *Higiene Industri*. Jakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- [16] Standar Nasional Indonesia, 2001, *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami Pada Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional.
- [17] Standar Nasional Indonesia. 2000. *Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan: SNI03-6197-2000*. Akses Online Tanggal 10 Desember 2013. URL: <http://mmbeling.files.wordpress.com/2008/09/sni-03-6197-2000.pdf>
- [18] Standar Nasional Indonesia. 2004. *Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja: SNI 16-7062-2004*. Akses Online Tanggal 10 Desember 2013. URL: <http://www.scribd.com/doc/6477328/sni-1670622004-penerangan>
- [19] Suhadri, B., 2008. *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- [20] Satalaksana, Iftikar Z. Anggawisastra, Ruhana dan Jann H. Tjakraatmadja. *Teknik dan Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri ITB. 1979.
- [21] Tarwaka, Bakri, S.H.A. Sudiajeng L. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. UNIBA Press. Surakarta. 2004.
- [22] Walpole, R.E. *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. 1995. .
- [23] Wignjosoebroto, Sritomo., 1995, *Ergonomi, Studi Gerakan dan Waktu*. Surabaya: PT Guna Widya.

