LAPORAN TAHUN
TERAKHIR

PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI

DESAIN DAN IMPLEMENTASI RUANG KERJA ERGONOMIS BAGI PENGRAJIN KARAWO DI PROPINSI GORONTALO

Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun

Dr. Reni Hiola, M. Kes / NIDN : 0024035404
Dr. Rama Hiola, M.Kes / NIDN: 0024035403
Lanto M. Kamil Amali, ST.,MT /NIDN : 0004047704

UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
SEPTEMBER 2018

HALAMAN PENGESAHAN

Judul	: Desain Ruang Kerja Ergonomis Bagi Pengrajin Karawo di Kabupaten Gorontalo
Peneliti/Pelaksana	
Nama Lengkap	: Dr. Dra RENI HIOLA, M.Kes
Perguruan Tinggi	: Universitas Negeri Gorontalo
NIDN	: 0024035404
Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
Program Studi	: Kesehatan Masyarakat
Nomor HP	: 08114385401
Alamat surel (e-mail)	: hiola.reni@gmail.com
Anggota (1)	
Nama Lengkap	: Dr RAMA HIOLA M.Kes
NIDN	: 0024035403
Perguruan Tinggi	: Universitas Negeri Gorontalo
Anggota (2)	
Nama Lengkap	: LANTO MOHAMAD KAMIL AMALI S.T
NIDN	: 0004047704
Perguruan Tinggi	: Universitas Negeri Gorontalo
Institusi Mitra (jika ada)	
Nama Institusi Mitra	: -
Alamat	: -
Penanggung Jawab	: -
Tahun Pelaksanaan	: Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan	: Rp 14,0,0.00,.000
Biaya Keseluruhan	: Rp 24,2,7,38,.000

Mengetahui,
Dekan Fakultas Olah Raga dan Kesehatan

(Dr. Linje Bookoesno, M.Kes)
NIP/NIK 195901101986032003

Kota Gorontalo, 3 - 10 - 2018
Ketua,

(Dr. Dra.RENI HIOLA, M.Kes)
NIP/NIK 195403241985032001

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Negeri Gorontalo

(Prof.Dr.Henry U. Pulubuhawa,SH.,M.Hum)
NIP/NIK 196804091993032001

RINGKASAN

Karawo atau kerawang adalah sulam khas yang hanya ada di Gorontalo, cara pembuatannya memerlukan ketelitian luar biasa, tidak hanya butuh kesabaran saja akan tetapi juga membutuhkan ketajaman penglihatan pengrajin, olehnya kerajinan sulam ini hanya dilakukan pada siang hari, karena membutuhkan pencahayaan yang terang, apalagi jika kain yang akan disulam berwarna gelap. Hasil penelitian terdahulu memberikan data intensitas cahaya yang sesuai bagi pengrajin karawo adalah 270 lux (Hiola, R. et al, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan spesifikasi lampu serta tata letak lampu pada ruang kerja pengrajin karawo sehingga menghasilkan intensitas cahaya sebesar 270 lux. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitiain ini adalah observasi, pengukuran dan implementasi langsung standar pencahayaan 270 lux pada ruang kerja pengrajin karawo. Hasil pengukuran pencahayaan pada 9 (Sembilan) ruang kerja pengrajin karawo menunjukan bahwa standar penerangan ruang kerja pengrajin karwo bervariasi dari 20 - 52 lux. Untuk menghasilkan standar penerangan yang direkomendasikan sebesar 270 lux maka berdasarkan perhitungan diperoleh spesifikasi lampu yang digunakan adalah lampu TL 2 x 65 watt dengan banyaknya armature adalah 2 buah untuk 8 ruang kerja yang disusun sejajar pada panjang ruangan kerja pengrajin karawo. 1 ruang kerja lainnya menggunakan lampu TL 2 x 65 dengan banyaknya armature yang digunakan adalah 4 buah disusun sejajar pada panjang ruangan kerja pengrajin karawo.

Kata Kunci : Intensitas Penerangan, Karawo, ruang kerja.

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji hanya kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan petunjuknya sehingga Laporan Tahun Terakhir Penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Selanjutnya, penelitian dapat berjalan dengan lancar karena adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini kami mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu dan bapak rekan dosen Jurusan Ilmu Kesehatan dan Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo yang telah memberikan banyak masukan saat seminar pra proposal.
2. Ketua Lembaga Penelitian & Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Gorontalo yang telah memberikan persetujuan proposal dan memberikan petunjuk dalam pelaksanaan penelitian ini.
3. Semua pihak terkait yang tidak sempat disebutkan yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian.

Semoga segala bantuan baik moril maupun materil mendapatkan ganjaran yang setimpal dari Allah SWT. Amin.

Laporan Tahun Terakhir Penelitian ini belum sempurna karena keterbatasan waktu, dana, dan kemampuan. Sehingga peneliti selalu terbuka untuk menerima masukan dari berbagai pihak demi kebaikan penelitian selanjutnya.

Gorontalo,September 2018

Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN i
RINGKASAN ii
PRAKATA iii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR TABEL vi
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR LAMPIRAN viii
BAB 1. PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Permasalahan Penelitian 3
1.3 Tujuan Khusus 3
1.4. Urgensi (Keutamaan) Penelitian 3
1.5. Temuan dan Luaran yang ditargetkan serta Konstribusi terhadap Ilmu Pengetahuan 4
1.6 Rencana Target Capaian Tahunan 4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Pengertian Pencahayaan 6
2.2. Iluminasi dan Standar Pencahayaan di Ruangan 8
2.3. Sistem Penerangan 9
2.4. Tinjauan Sulaman Karawo 11
2.5. Peta Jalan Penelitian dan Keterkaitan dengan Renstra Penelitian UNG 12
2.6. Studi Pendahuluan yang telah dilaksanakan dan hasil yang sudah dicapai 13
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN 15
3.1. Tujuan Penelitian 15
3.2. Manfaat Penelitian 15
BAB 4. METODE PENELITIAN 16
4.1. Lokasi dan Subjek Penelitian 16
4.2. Jenis Penelitian 16
4.3.Luaran dan Indikator Penelitian 16
4.4. Instrumen Penelitian 16
4.5. Teknik Analisis Data 16
4.6. Bagan Alir Penelitian 18

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI 19
5.1. Hasil Penelitian 19
5.1.1 Deskripsi Variabel Penelitian 19
5.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Kelelahan Mata berdasarkan *Flicker Fusion* 24
5.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Kelelahan Mata berdasarkan *Visus* 27
5.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Kelelahan Mata berdasarkan Keluhan Subyektif 30
5.1.5 Faktor yang Mempengaruhi Standar Penerangan dan Besaran Standar berdasarkan Pengukuran *Flicker Fusion, Visus,* dan Keluhan Subyektif 34
5.1.6. Hasil Observasi Keadaan Ruang Kerja Pengrajin Karawo 35
5.1.7. Penerapan Intensitas Cahaya Pada Ruang Kerja pengrajin Karawo 39
5.2. Luaran yang dicapai 49
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN 50
6.1 Kesimpulan 50
6.2 Saran 50
DAFTAR PUSTAKA 51
Lampiran 1. Instrumen Penelitian 52
Lampiran 2. Personalita Tenaga Pelaksana beserta Kualifikasinya 55
Lampiran 3. Artikel HKI & Sertifikat HKI 61
Lampiran 4. Sertifikat HKI 67
Lampiran 5. Buku Ajar “Intensitas Penerangan bagi Pengrajin Karawo” ISBN No. 978-602-6204-22-6 68
Lampiran 6. Artikel Jurnal International TELKOMNIKA (Telecommunication,Computing, Electronics and Control), ISSN: 1693-6930, e-ISSN : 2302-9293, Status: in review 144
Lampiran 7. Bukti Fisik Jurnal International TELKOMNIKA (Telecommunication,Computing, Electronics and Control), ISSN: 1693-6930, e-ISSN : 2302-9293, status: in review 151
Lampiran 8. Draft Artikel Seminar Nasional 152

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rencana Capaian Tahunan.....4
Tabel 2. Tingkat Pencahayaan Berdasarkan Jenis Pekerjaan 8
Tabel 3. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Karakteristik Pengrajin 19
Tabel 4. Deskripsi Tingkat Pendidikan dan Penggunaan Kacamata Pengrajin Karawo 20
Tabel 5. Deskripsi Pengrajin Karawo berdasarkan Ruang Kerja Pengrajin 20
Tabel 6. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Warna Dinding.....21
Tabel 7. Deskripsi Pengrajin Karawo berdasarkan Penerangan Ruang Kerja.....21
Tabel 8. Distribusi Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo 21
Tabel 9. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Pencahayaan Ruang Kerja 21
Tabel 10. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Bahan/Materi yang Dikerjakan.....22
Tabel 11. Deskripsi Pengrajin Karawo berdasarkan Waktu Penyelesaian Karawo.....23
Tabel 12. Kelelahan Mata Pengrajin Karawo (Sebelum dan Sesudah Bekerja).....23
Tabel 13. Kelelahan Mata Pengrajin Karawo Sesudah Bekerja berdasarkan Pengukuran Keluhan Subyektif.....23
Tabel 14. Kriteria Model Terbaik Kelelahan Mata Nilai Flicker Fusion setelah Bekerja Berbagai BF berdasarkan GCV, R^2.....24
Tabel 15. Kriteria Model Terbaik Kelelahan Mata Visus Setelah Bekerja 27
Tabel 16. Kriteria Model Terbaik Kelelahan Mata berdasarkan Keluhan Subyektif setelah Bekerja Berbagai BF berdasarkan GCV, R^2 30
Tabel 17. Hasil pengukuran luas ruang kerja pengrajin karawo.....36
Tabel 18. Spesifikasi lampu serta pengukuran intensitas penerangan ruang kerja.....36
Tabel 19.Data Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo Pagi hari 37
Tabel 20. Data Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo Siang hari 37
Tabel 21. Data Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo Sore hari 38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta jalan Penelitian 13
Gambar 2. Bagan alir penelitian 18
Gambar 3. Standar Penerangan dan Variabel Prediktornya berdasarkan Pengukuran Flicker fusion, Visus dan Keluhan Subyektif 34
Gambar 4. Tata letak lampu responden 1 40
Gambar 5. Tata letak lampu responden 2 41
Gambar 6. Tata letak lampu responden 3 42
Gambar 7. Tata letak lampu responden 4 43
Gambar 8. Tata letak lampu responden 5 44
Gambar 9. Tata letak lampu responden 6 45
Gambar 10. Tata letak lampu responden 7 46
Gambar 11. Tata letak lampu responden 8 47
Gambar 12. Tata letak lampu responden 9 48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Penelitian 52
Lampiran 2. Personalita Tenaga Pelaksana beserta Kualifikasinya 55
Lampiran 3. Artikel HKI & Sertifikat HKI 61
Lampiran 4. Sertifikat HKI 67
Lampiran 5. Buku Ajar "Intensitas Penerangan bagi Pengrajin Karawo" ISBN No. 978-602-6204-22-6 68
Lampiran 6. Artikel Jurnal International TELKOMNIKA (Telecommunication,Computing, Electronics and Control), ISSN: 1693-6930, e-ISSN : 2302-9293, Status: in review 144
Lampiran 7. Bukti Fisik Jurnal International TELKOMNIKA (Telecommunication,Computing, Electronics and Control), ISSN: 1693-6930, e-ISSN : 2302-9293, status: in review 151
Lampiran 8. Draft Artikel Seminar Nasional 152

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Provinsi Gorontalo, industri kecil dan kerajinan rakyat yang sedang berkembang adalah industri kerajinan karawo yang umumnya dilaksanakan oleh kaum wanita. Industri sulaman karawo yang ada di Gorontalo dapat disejajajrkan dengan kerajinan lain yang berkembang di Indonesia, sehingga dapat menjadi kebanggaan dan kekayaan budaya bangsa Indonesia. Kerajinan karawo adalah salah satu jenis ragam hias sulaman tembus pandang, yang dikerjakan pada kain dengan menggunakan benang polos maupun warna-warni. Proses penyulaman karawo ini membutuhkan ketelitian dan ketekunan guna mendapatkan keindahan motif dan sulaman. Seni *mokarawo* atau membuat karawo ini sudah menjadi tradisi turun temurun sejak zaman kerajaan di Gorontalo hingga kini.

Menurut beberapa pengelola UKM sentra, salah satu penyebab rendahnya produktivitas pengrajin disebabkan lingkungan kerja yang kurang mendukung. Lingkungan kerja yang dimaksud antara lain adalah pencahayaan/penerangan (tingkat iluminasi), silau, arah sinar, warna, objek, jenis lampu, dan suhu ruangan.

Berdasarkan survey awal, bila ditinjau dari lungkungan kerja, secara umum kondisi ruang kerja pengrajin karawo di Gorontalo sangat tidak membantu untuk mewujudkan produktivitas yang optimal. Pencahayaan/penerangan yang penting untuk melakukan pekerjaan sering diabaikan, hasil survey intensitas penerangan (iluminasi) di ruangan rata-rata kurang dari standar 300 lux dan penerangannya tidak merata. Hal ini dapat menyebabkan kelelahan mata pada pengrajin, sementara pekerjaan ini memerlukan ketelitian dan termasuk pekerjaan amat halus, sehingga membutuhkan tingkat pencahayaan 500 sampai 1000 lux sesuai dengan Peraturan Mentri Perburuhan (PMP No. 7 Tahun 1964) tentang syarat-syarat kesehatan, kebersihan serta penerangan di tempat kerja.

Penerangan tempat kerja yang kurang baik secara langsung tidak akan menyebabkan kerusakan mata, namun sering menimbulkan kelelahan dan rasa ketidaknyamanan pada mata, sedangkan penerangan atau pencahayaan yang terlalu kuat (intensitas pencahayaaan yang terlalu tinggi) juga tidak dikehendaki karena keadaan ini

dapat menimbulkan kesilauan. Menurut Notoatmodjo (1997) penerangan yang silau buruk (kurang maupun yang silau) di lingkungan kerja akan menyebabkan hal-hal sebagai berikut: (a) Kelelahan mata yang berakibat berkurangnya daya dan efisiensi kerja, (b) Kelelahan mental, (c) Kerusakan alat penglihatan, (d) Keluhan pegal di daerah mata dan sekitar mata dan (e) Meningkatnya kecelakaan kerja

Penyulaman karawo membutuhkan tingkat ketelitian dan ketekunan yang besar, sehingganya faktor pencahayaan menjadi salah satu faktor penting untuk meningkatkan produksi kain karawo dengan meminimalisir gangguan kelelahan mata. Oleh sebab itu penentuan intensitas penerangan (iluminasi) di sentra produksi kerajinan karawo sangatlah penting. Penerangan yang baik akan sangat menentukan tingkat ketelitian keindahan motif, warna dan corak benang yang akan digunakan oleh pengrajin. Pencahayaan yang sampai ke mata haruslah benar-benar bisa dipantulkan dengan baik oleh mata dengan pencahayaan yang sempurna yang sesuai dengan umur dan kerumitan pekerjaan (Code, 2007). Hail inilah yang akan mengurangi gangguan kelelahan mata pada pengrajin karawo di Provinsi Gorontalo.

Perancangan pencahayaan dengan mempertimbangkan tingkat iluminasi yang ergonomi akan sangat membantu pengrajin dalam mengurangi kelelahan mta dan peningkatan produktivitas pengrajin. Ergonomi merupakan pendekatan ilmiah interdisiplin dari penerapan prinsip-prinsip perilaku manusia untuk perancangan sistem manusia-mesin yang diarahkan pada penyesuaian terhadap mesin dan perlatan bantu, untuk memperbaiki performan dengan kondisi yang aman, nyaman, efisien, sehat dan selamat dalam bekerja.

Tahun pertama penelitian ini telah menghasilkan intensitas penerangan ruang kerja yang sesuai dengan standart tingkat penerangan bagi pengrajin karawo yaitu sebesar 270 lux. Berdasarkan hal tersebut maka pada tahun kedua ini akan dilanjutkan dengan menerapkan intensitas penerangan tersebut pada ruang kerja pengrajin karawo, sehingga dapat : (1) Memperbaiki performasi kerja (menambah kecepatan kerja, keakuratan, keselamatan kerja dan mengurangi energi kerja yang berlebihan serta mengurangi kelelahan; (2) Mengurangi waktu yang terbuang sia-sia dan meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan "*human error*" dan; (3) Memperbaiki kenyamanan pengrajin karawo dalam bekerja.

1.2.Permasalahan Penelitian

Rumusan masalah dalam penelitian ini secara umum adalah bagaimanakah menerapkan intensitas penerangan yang sesuai (sebesar 270 lux) bagi ruang kerja pengrajin karawo di Propinsi Gorontalo? Dengan rumusan masalah penelitian secara rinci adalah :

1. Jenis lampu yang digunakan utuk menghasilkan intensitas penerangan 270 lux pada ruang kerja pengrajin karawo?
2. Bagaimana desain tata letak lampu pada ruang kerja pengrajin?
3. Bagaimana menerapkan jenis lampu dan tata letaknya berdasarkan hasil yang diperoleh pada point 1 dan 2?

1.3 Tujuan Khusus

Tujuan penelitian ini secara umum adalah : Menerapkan intensitas penerangan yang sesuai (sebesar 270 lux) bagi ruang kerja pengrajin karawo di Propinsi Gorontalo, Dengan tujuan khusus penelitian secara rinci adalah :

1. Memberikan gambaran jenis lampu yang digunakan pada ruang kerja pengrajin karawo sehingga menghasilkan intensitas penerangan 270 lux.
2. Memberikan desain tata letak lampu pada ruang kerja pengrajin karawo
3. Memberikan gambaran penerapan intensitas penerangan 270 lux bagi ruang kerja pengrajin karawo di Propinsi Gorontalo.

1.4.Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat sehingga produktivitas kerja meningkat. Selama ini pengrajin karawo belum mendapatkan fasilitas ruang kerja dengan penerangan yang memadai dari pengusaha oleh sebab itu perlu adanya penelitian untuk mendapatkan standar yang optimal untuk desain ruang kerja yang ergonomis.

Penelitian tahun pertama telah menghasilkan nilai intensitas penerangan yang sesuai bagi pengrajin karawo sebesar 270 lux, sehingga sangat dibutuhkan implementasi atau penerapan intensitas penerangan ini pada ruang kerja pengrajin karawo sehingga diharapkan tingkat kelelahan mata dan produktivitas kerja pengrajin karawo dapat meningkat. Olehnya sangat penting untuk melanjutkan penelitian tahun kedua ini yaitu mengimplementasikan nilai intensitas penerangan hasil penelitian tahun pertama pada

ruang kerja pengrajin karawo yang ada di daerah di Gorontalo, sehingga ruang kerja pengrajin karawo di Gorontalo memiliki nilai ergonomis yang berdampak pada peningkatan produktivitas pengrajin karawo di Propinsi Gorontalo.

1.5. Temuan dan Luaran yang ditargetkan serta Konstribusi terhadap Ilmu Pengetahuan

Temuan dan Luaran yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Ruang kerja dengan tingkat penerangan yang ergonomis bagi pengrajin karawo
2. HKI (hak cipta) desain dan penerapan tingkat penerangan yang sesuai untuk setiap ruang kerja pengrajin karawo
3. Prosiding atau Jurnal nasional/international (Asia pacific education review, Asia pacific journal of education atau Australian journal of education)

Penerangan tempat kerja yang kurang baik secara langsung tidak akan menyebabkan kerusakan mata, namun sering menimbulkan kelelahan dan rasa ketidaknyamanan pada mata, sedangkan penerangan atau pencahayaan yang terlalu kuat (intensitas pencahayaaan yang terlalu tinggi) juga tidak dikehendaki karena keadaan ini dapat menimbulkan kesilauan. Hal ini berlaku pula di tempat kerja pengrajin karawo, terlebihlebih sulam karawo membutuhkan ketelitian tinggi. Dengan mendesain ruang kerja ergonomis dari segi intensitas penerangan tentunya memberikan kontribusi besar bukan hanya terhadap ilmu pengetahuan sebagai referensi dalam mendesain ruang kerja pengrajin kerja akan tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas pengrajin karawo sendiri sehingga dapat meningkatkan pemberdayaan masyarakat dan meningkatkan potensi kerajinan daerah Gorontalo.

1.6 Rencana Target Capaian Tahunan

Tabel 1. Rencana Capaian Tahunan

No	Jenis luaran		Indikator Capaian		
			TS [1)]	TS + 1	TS +2
1	Publikasi Ilmiah	International	draft	*published*	*published*
		Nasional Terakreditasi	draft	Draft	terdaftar
2	Pemakalah dalam temu ilmiah	International	draft	Sudah dilaksanakan	Sudah dilaksanakan
		Nasional	Sudah dilaksanakan	Sudah dilaksanakan	Sudah dilaksanakan

3	*Inivited speaker* dalam temu ilmiah	International	draft	Draft	Draft
		Nasional	draft	Draft	Draft
4	*Visiting Lecturer*	International	tidakada	tidakada	Tidakada
5	Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten	tidakada	tidakada	Tidakada
		Paten sederhana	tidakada	tidakada	Tidakada
		Hak Cipta	Produk	Produk	Produk
		Merek dagang	tidakada	tidakada	Tidakada
		Rahasia dagang	tidakada	tidakada	Tidakada
		Desain Produk	tidakada	tidakada	Tidakada
		Industri	tidakada	tidakada	Tidakada
		Indikasi Geografis	tidakada	tidakada	Tidakada
		Perlindungan Varietas Tanaman	tidakada	tidakada	Tidakada
		Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu	tidakada	tidakada	Tidakada
6	Teknologi Tepat Guna		tidakada	tidakada	Tidakada
7	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/ Rekayasa Sosia		Produk	Penerapan	Penerapan
8	Buku Ajar (ISBN)		tidakada	tidakada	Tidakada
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)		1,2,3	4,5,6	7,8,9

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pencahayaan.

Pencahayaan adalah faktor yang penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang baik. Lingkungan kerja yang baik akan dapat memberikan kenyamanan dan meningkatkan produktivitas kerja, serta keamanan kerja yang lebih besar. Pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif (Prabu, 2009).

Penerangan atau iluminasi di suatu bidang ialah *flux* cahaya yang jatuh pada 1 m^2 dari bidang itu (Harten & Setiawan, 1980). Satuan untuk intensitas penerangan ialah *lux* (Ix) dan lambangnya E. Jadi 1 *lux* = 1 *lumens* per m^2. Suatu sumber cahaya memancarkan energi, sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Penerangan (iluminasi) menurut Depkes RI (1990) adalah suatu ukuran terang suatu benda. Iluminasi yang besar akan menyilaukan mata seperti sebuah lampu pijar tanpa armatur. Iluminasi suatu sumber cahaya atau suatu permukaan yang memantulkan cahaya ialah intensitas cahayanya dibagi dengan luas semua permukaan.

Satuan intensitas cahaya I adalah *candle* (cd) juga dikenal dengan *international candle*. Satu *lumens* setara dengan *flux* cahaya, yang jatuh pada setiap meter persegi (m^2) pada lingkaran dengan radius satu meter (1 m) jika sumber cahayanya isotropik 1-*candela* (yang bersinar sama ke seluruh arah) merupakan pusat isotropik lingkaran. Luas lingkaran dengan jari - jari r adalah $4\pi r^2$, maka lingkaran dengan jari - jari 1 m memiliki luas $4\pi m^2$, dan oleh karena itu *flux* cahaya total yang dipancarkan oleh sumber 1- cd adalah $4\pi 1$m. Jadi *flux* cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya isotropik dengan intensitas I adalah:

$$\textit{Flux}\ \text{cahaya (lm)} = 4\pi \times \text{intensitas cahaya (cd)}$$

Perbedaan antara *lux* dan *lumens* adalah bahwa *lux* berkenaan dengan luas areal pada mana *flux* menyebar 1000 *lumenss*, terpusat pada satu areal dengan luas satu meter persegi, menerangi meter persegi tersebut dengan cahaya 1000 *lux*. Hal yang sama untuk 1000 *lumenss*, yang menyebar ke sepuluh meter persegi, hanya menghasilkan cahaya suram 100 *lux*.

Penerangan berdasarkan sumbernya dibagi menjadi tiga, pertama penerangan alami yaitu penerangan yang berasal dari cahaya matahari, kedua penerangan buatan yaitu penerangan yang berasal dari lampu, dan yang ketiga adalah penerangan alami dan

buatan yaitu penggabungan antara penerangan alami dari sinar matahari dengan lampu/penerangan buatan (Cok Gd Rai, 2006). Menurut Ching (1996), ada tiga metode penerangan, yaitu:penerangan umum, penerangan lokal dan penerangan cahaya aksen. Penerangan umum atau baur menerangi ruangan secara merata dan umumnya terasa baur. Penerangan lokal atau penerangan untuk kegunaan khusus, menerangi sebagian ruang dengan sumber cahaya biasanya dipasang dekat dengan permukaan yang diterangi. Penerangan aksen adalah bentuk dari pencahayaan lokal yang berfungsi menyinari suatu tempat atau aktivitas tertentu atau obyek seni atau koleksi berharga lainnya. Sumber penerangan yang biasa dipakai dalam cahaya buatan ini adalah penerangan listrik.

Sumber cahaya dibedakan atas dua kelompok yaitu: *incandescent lamp* (sumber cahaya yang mengeluarkan cahaya akibat terjadinya pemanasan ada kawat filament) dan *discharge lamp* (lampu yang pengeoperasiannya menggunakan *ballast*). Menurut Manurung (2009), produk lampu yang beredar di pasaran dibagi atas empat kelompok yaitu:

1. *Incandescent lamp* (lampu pijar)

Lampu pijar merupakan lampu yang dikenal dengan sebutan bohlam karena bentuknya menyerupai bola. Total energi listrik yang digunakan, hanya sekitar 10% persen saja yang diubah menjadi cahaya, sedangkan sekitar 90% lainnya dibuang sebagai energi panas. Lampu *incandescent* cenderung memiliki distribusi cahaya yang menyebar (*diffuse)* dan variasinya lebih ditekankan pada bentuk lampu secara visual.

2. *Fluorescent lamp* (lampu fluoresens)

Lampu fluoresens merupakan bagian dari lampu LPD (*Low Pressure Discharge*). Lampu ini menggunakan *ballast* yang berperan sebagai pengatur arus listrik ke lampu. Lampu fluoresens banyak digunakan untuk menghasilkan cahaya yang merata untuk memenuhi kebutuhan fungsional berbagai aktifitas.

3. *High Intensity Discharge*

High Intensity Discharge (HID) adalah lampu *discharge* yang mampu menghasilkan cahaya dengan intensitas tinggi. Lampu HID memiliki tiga jenis utama yaitu metal halida, merkuri dan sodium bertekanan tinggi. Lampu metal halida merupakan jenis lampu yang paling banyak digunakan pada penerangan eksterior. Kelebihan dari lampu metal halida adalah memiliki tingkat *efficacy* yang tinggi

mencapai 85-125 *lumenss*/*watt* sehingga panas yang dihasilkan sangat kecil dan umur lampu mencapai 10.000-20.000 jam. Metal Halida mampu menghasilkan cahaya putih hangat (*warm light*), putih netral (*neutral white*) dan putih cahaya siang hari (*daylight white)* dengan renderasi warna yang baik.

Merkuri merupakan salah satu tipe lampu yang banyak digunakan pada penerangan eksterior yang memiliki *efficacy* yang lebih rendah dan warna yang lebih buruk. Sesuai dengan prinsip kerja lampu merkuri menghasilkan cahaya dengan melepaskan gas merkuri yang menghasilkan cahaya biru dan hijau yang menciptakan kesan yang dingin. *High Pressure Sodium* atau lampu sodium bertekanan tinggi merupakan lampu HID dengan tingkat *efficacy* yang sangat tinggi sehingga energi panas yang dihasilkan semakin kecil dan usia lampu menjadi panjang mencapai 20.000 jam. Lampu ini menghasilkan warna kekuningan dengan renderasi warna yang buruk sehingga cocok digunakan untuk penerangan untuk area parkir dan tempat terbuka yang tidak membutuhkan adanya kualitas visual yang baik.

4. *LED* (*Light Emitting Diode*)

Lampu LED memiliki usia yang sangat panjang yaitu mencapai 100.000 jam, dengan konsumsi daya listrik yang sangat kecil. Kelemahan LED adalah intensitas cahaya yang dihasilkan lebih kecil jika dibandingkan dengan jenis sumber cahaya yang lain. LED sangat menunjang desain penerangan eksterior dengan variasi warna yaitu putih dingin (*cool white*), kekuningan, merah, hijau, dan biru

2.2. Iluminasi dan Standar Pencahayaan di Ruangan

Iluminasi didefinisikan sebagai jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan. Satuannya adalah lux (1 lm/m^2), dimana lm adalah lumens atau lux cahaya. Menurut Suma'mur (2009), menyebutkan bahwa kebutuhan intensitas pencahayaan tergantung dari jenis pekerjaan yang dilakukan. Semakin teliti jenis pekerjaan maka tingkat pencahayaan yang dibutuhkan juga semakin besar.

Tabel 2. Tingkat Pencahayaan Berdasarkan Jenis Pekerjaan

Jenis Pekerjaan	Contoh Pekerjaan	Tingkat Pencahayaan yang Dibutuhkan (Lux)
Tidak teliti	Penimbunan barang	80 – 170
Agak teliti	Pemasangan (tak teliti)	170 – 350
Teliti membaca	Teliti membaca	350 – 700
Sangat teliti	Pemasangan	700 – 1000

Sumber: *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja* (Suma'mur, 2009)

2.3. Sistem Penerangan

Sistem penerangan dibedakan menjadi dua bagian, yakni *general lighting* dan *local lighting*. *General lighting* digunakan untuk penerangan menyeluruh atau sistem penerangan yang digunakan untuk mendapatkan penerangan yang merata. Contohnya seperti penerangan yang biasa dipasang di langit-langit ruangan kerja. *Local lighting* digunakan untuk memberikan nilai aksen pada suatu bidang atau lokasi tertentu tanpa memperhatikan kerataan penerangan. Penerangan lokal biasa digunakan khusus untuk menerangi sebagian ruangan dengan sumber cahaya dan biasanya berada dekat dengan permukaan yang diterangi, misalnya lampu yang terpasang pada meja pekerja (Haeny, 2009). Sistem penerangan lokal ini diperlukan khususnya untuk pekerjaan yang membutuhkan ketelitian. Kerugian dari sistem penerangan ini dapat menyebabkan kesilauan, maka *local lighting* perlu dikoordinasikan dengan *general lighting*

2.3.1. Ciri-ciri Penerangan/pencahayaan yang Baik

Penerangan akan mempengaruhi seorang pekerja untuk dapat melihat dengan baik. Ciri-ciri penerangan yang baik adalah:

1. Sinar/cahaya yang cukup

   Sinar cahaya yang cukup akan mempengaruhi dan menentukan kemampuan melihat secara tepat. Selain cahaya yang cukup, variabel untuk dapat melihat barang-barang (obyek) yang kecil diperlukan tambahan penerangan yang cukup dan waktu yang agak lama.

2. Sinar/cahaya yang tidak berkilau atau menyilaukan

   Sumber-sumber glare:

   a. Lampu yang dipasang terlalu rendah tanpa pelindung.
   b. Jendela atau ventilasi cahaya yang langsung berhadapan dengan mata.
   c. Cahaya dengan terang yang berlebihan.
   d. Pantulan dari permukaan terang.

2.3.2. Kualitas Penerangan/Pencahayaan

Kualitas pencahayaan dibagi menjadi dua yaitu *Brightness Distribution* dan *Glare*. *Brightness Distribution* menunjukkan jangkauan dari iluminasi dalam daerah penglihatan. Sedangkan *Glare* adalah cahaya yang menyilaukan ini terjadi jika cahaya yang berlebihan mencapai mata. Hal ini akan dibagi menjadi dua kategori:

1. Cahaya menyilaukan yang tidak menyenangkan (*Discomfort Glare*). Cahaya ini mengganggu tetapi tidak seberapa mengganggu kegiatan visual.
2. Cahaya menyilaukan yang mengganggu (*Disability Glare*). Cahaya ini secara berkala mengganggu penglihatan dengan adanya penghamburan cahaya dengan lensa mata.

Faktor yang Mempengaruhi Kesehatan Mata

Faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan mata adalah sebagai berikut:

1. Faktor manusia
   a) Usia

      Semakin tua seseorang, lensa semakin kehilangan kekenyalan sehingga daya akomodasi makin berkurang dan otot-otot semakin sulit dalam menebalkan dan menipiskan mata. Menurut Guyton (1991) menyebutkan bahwa daya akomodasi menurun pada usia 45-50 tahun.

   b) Jenis Penyakit Tertentu

      Beberapa penyakit yang dapat mempengaruhi mata antara lain:

      1) Diabetes mellitus
      2) Hipertensi

   c) Pengaruh Obat-obatan

      Jenis obat mediatrik seperti antriopine, hemotropin, dan schopolamin dapat melumpuhkan otot siliar, jenis obat penenang sedetif jika dimakan teratur mempunyai efek dapat mengurangi produksi air mata yang dihasilkan oleh kelenjar laktimal, akibatnya mata menjadi kering dan mengalami iritasi mata.
2. Faktor Lingkungan Penerangan

   Penerangan ruang kerja yang kurang dapat mengakibatkan kelelahan mata, akan tetapi penerangan yang terlalu kuat dapat menyebabkan kesilauan. Penerangan yang memadai bisa mencegah terjadinya Astenopia (kelelahan mata) dan mempertinggi kecepatan dan efisien pembaca.
3. Faktor Pekerjaan
   a) Lama Kerja

      Waktu kerja bagi seorang tenaga kerja menentukan efisiensi dan produktivitasnya. Segi-segi terpenting bagi persoalan waktu kerja meliputi:

1) Lamanya seseorang mampu kerja secara baik
2) Hubungan di antara waktu kerja dan istirahat
3) Waktu di antara sehari menurut periode yang meliputi siang dan malam.

Lamanya tenaga kerja bekerja sehari secara baik umumnya 6 – 8 jam dan sisanya digunakan untuk kehidupan dalam keluarga dan masyarakat, istirahat, tidur, dan lain-lain. Waktu tenaga kerja dari kemampuan tersebut biasanya disertai efisiensi yang tinggi, bahkan biasanya terllihat penurunan produktivitas serta kecenderungan untuk timbul kelelahan, penyakit, dan kecelakaan kerja (Guyton, 1991).

b) Jarak Pandang

Menurut Jashinski (1991), melihat ke layar dengan jarak 20 inci dirasakan terlalu dekat. Jarak yang sesuai adalah 40 inci. Sedangkan menurut Grandjean (1991), menyebabkan bahwa jarak rata-rata ideal melihat ke layar adalah 30 inci.

4. Bentuk dan Ukuran Objek Kerja

Dalam ruang lingkup pekerjaan, faktor yang menentukan adalah ukuran objek, derajat kontras di antara objek dan sekelilingnya, luminansi dari lapangan penglihatan, yang tergantung dari penerangan dan pemantulan pada arah si pengamat, serta lamanya melihat (Suma'mur, 2009).

2.4. Tinjauan Sulaman Karawo

Karawo adalah sulaman khas daerah Gorontalo, yang lahir dari ketekunan dan ketelitian dalam mengolah pola untuk menciptakan keindahan motif. Sulaman karawo adalah salah satu ragam hias kain yang dihiasi bordir. Karawo yang sebelumnya hanya digunakan untuk keperluan sendiri saja ataupun jika ada pesanan dari sanak saudara dan sesama tetangga, kini sulaman khas dengan keunikannya ini semakin banyak penggemarnya, diminati baik di dalam negeri maupun di mancanegara.

Semakin merebaknya tren pakaian dengan sulaman karawo saat ini membuat permintaan pasar akan bahan pakaian yang dihiasi sulaman karawo pun meningkat. Permintaan pasar dan semakin meningkatknya popularitas sulaman karawo ini memberi kesempatan dan peluang untuk memperoleh penghasilan tambahan. Kegiatan membuat sulaman karawo yang sebelumnya hanya merupakan pengisi waktu luang kini berkembang menjadi sebuah kegiatan yang bernilai ekonomis. Pemberian peluang dan

ruang bagi pengembangan kerajinan ini tentunya akan sangat menguntungkan karena sulaman karawo tidak hanya menunjang pengembangan ekonomi kerakyatan bagi masyarakat tetapi jauh dapat diangkat menjadi satu kebanggan.

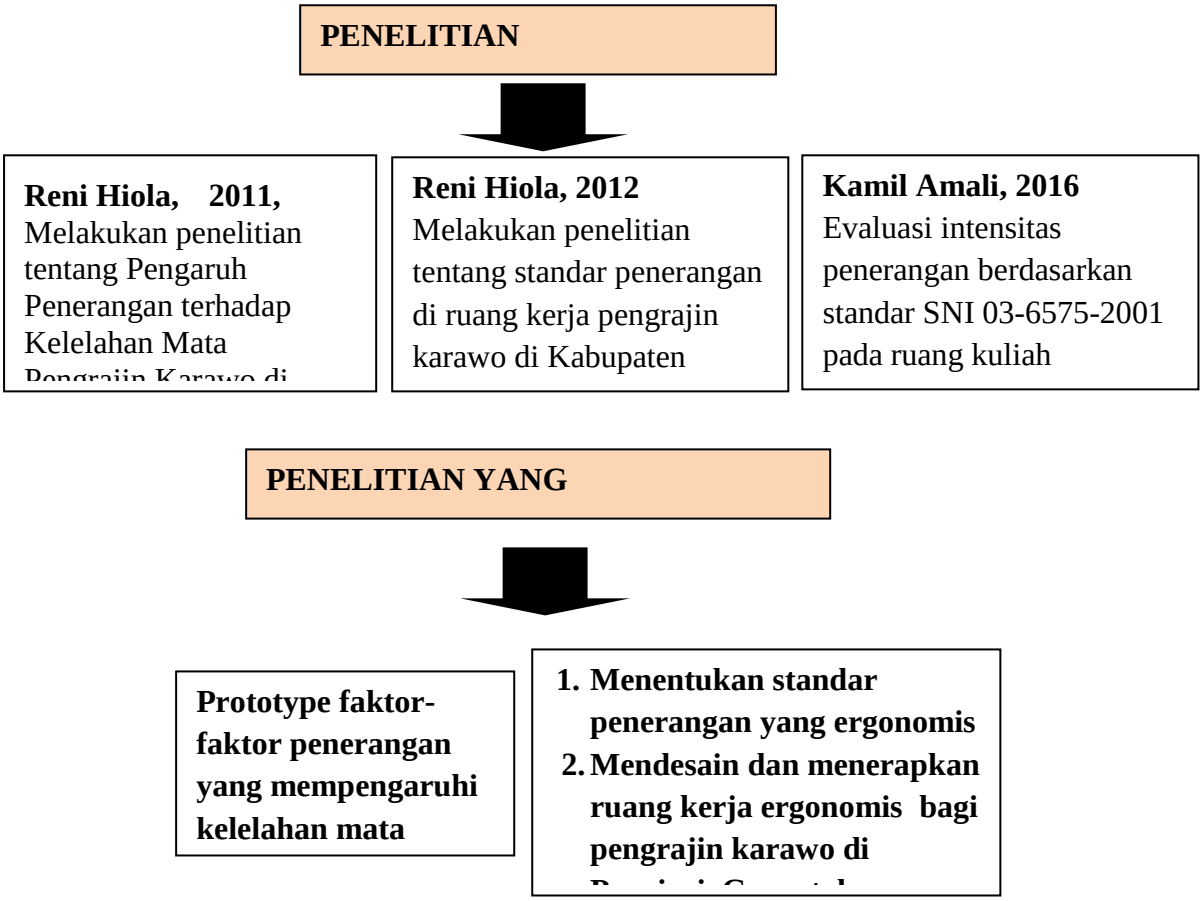
Sulaman karawo merupakan salah satu komoditas unggulan Provinsi Gorontalo yang menjadi nilai identitas daerah Gorontalo. Oleh karena itu, sulaman karawo memerlukan pengembangan yang lebih maksimal agar dapat menunjang pembangunan ekonomi daerah dan mengenalkan produk unggulan daerah Gorontalo pada khalayak

2.5. Peta Jalan Penelitian dan Keterkaitan dengan Renstra Penelitian UNG

Penelitian ini direncanakan dilaksanakan selama 2 tahun dengan tujuan umum yaitu mendesain ruang kerja ergonomis bagi pengrajin karawo di Propinsi Gorontalo. Pada tahun pertama telah menghasilkan besaran nilai intensitas penerangan untuk ruang kerja pengrajin karawo yaitu sebesar 270 lux. Pada tahun kedua ini akan di desain dan dibuat ruang kerja pengrajin karawo dengan menerapkan nilai intensitas penerangan sebesar 270 lux. Pelaksanaan penelitian ini berdasarkan peta jalan penelitian tim peneliti, dimana ketua tim peneliti pernah melakukan penelitian : (1) Pengaruh penerangan terhadap kelelahan mata pengrajin karawo di Kota Gorontalo (2011) dan penelitian pengaruh kelelahan mata terhadap produktivitas kerja pengrajin karawo di Kabupaten Gorontalo (2012); sedangkan anggota peneliti pernah melakukan penelitian tentang : Evaluasi intensitas penerangan berdasarkan standar SNI 03-6575-2001 pada ruang kuliah Universitas Ichsan Gorontalo.

Berdasarkan hal tersebut, maka tim peneliti telah memiliki dasar untuk melakukan penelitian yang diusulkan ini. Dengan terselesaikannya penelitian ini maka tentunya akan mendukung terwujudnya tema unggulan UNG yaitu “Strategi pemberdayaan potensi daerah untuk penguatan budaya dan kesejahteraan masyarakat” sehingga renstra UNG data terwujud yaitu : (1) Peningkatan kuantitas dan kualitas kegiatan penelitian dosen yang diwujudkan dengan rasio penelitian (judul penelitian) per dosen, jumlah riset yang berkontribusi pada daerah, jumlah riset yang berkontribusi pada proses pembelajaran, jumlah riset yang menghasilkan teknologi tepat guna, jumlah riset multidisiplin ilmu dan (2) Peningkatan kuantitas dan kualitas luaran hasil penelitian baik berupa teknologi tepat guna, jurnal internasional dan nasional terakreditas, Hak Kekayaan Intelektual (HKI), dan buku ajar.

Berikut ini diberikan bagan Peta Jalan Penelitian.



Gambar 1. Peta jalan Penelitian

2.6. Studi Pendahuluan yang telah dilaksanakan dan hasil yang sudah dicapai

Studi pendahuluan dalam penelitian ini dimaksudkan untuk menghimpun berbagai informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian. Merujuk pada judul penelitian ini yaitu Desain dan implementasi ruang kerja ergonomis bagi pengrajin krawang, maka beberapa studi pendahuluan yang telah dilaksanakan diantaranya adalah studi pendahuluan dalam bentuk kajian penelitian relevan dengan penelitian ini, serta studi lapangan keadaan umum ruang kerja pengrajin krawang di Propinsi Gorontalo.

Bagi pengrajin krawang penerangan yang baik akan sangat menentukan tingkat ketelitian keindahan motif, warna dan corak benang yang akan digunakan. Pencahayaan yang sampai ke mata haruslah benar-benar bisa dipantulkan dengan baik oleh mata dengan pencahayaan yang sempurna yang sesuai dengan umur dan kerumitan pekerjaan (Code, 2007). Hal inilah yang akan mengurangi gangguan kelelahan mata pada

pengrajin karawo di Provinsi Gorontalo. Berdasarkan studi pendahuluan ditemukan bahwa intensitas penerangan pada ruang kerja pengrajin krawang bervariasi, pada siang hari pengrajin menggunakan bantuan sinar matahari sebagai sumber penerangan sehingga pada siang hari pengrajin biasa mengambil posisi kerja di dekat jendela atau pintu masuk sehingga mendapat penerangan yang bagus, ini tentu berakibat pada pengeluhan pengrajin krawang pada kesehatan mata mereka. Olehnya pada penelitian tahun pertama telah dilakukan penelitian untuk menemukan intensitas penerangan yang sesuai dengan kebutuhan pengrajin krawang.

Studi pendahuluan juga dilakukan dengan melakukan kaji pustaka tentang intensitas penerangan yang tepat untuk pekerjaan yang membutuhkan tingkat ketelitian tinggi seperti halnya pekerjaan pengrajin karawo yang membutuhkan ketelitian tinggi, sehingga dengan mengacu pada hasil studi pustaka dan uji laboratorium diperoleh nilai intensitas penerangan yang sesuai untuk pengrajin karawo yaitu sebesar 270 lux.

Berpatokan pada nilai intensitas penerangan sebesar 270 lux, maka penelitian akan dilanjutkan dengan mengimplementasikan nilai tersebut pada ruang kerja pengrajin karawo, sehingga ruang kerja pengrajin karawo memili intensitas penerangan yang sesuai dengan kebutuhan penerang yang selayaknya bagi pengrajin karawo. Dengan demikian diharapkan dapat mengurangi kelelahan mata pengrajin karawo yang berdampak pada peningkatan produktivitas pengrajin karawo.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1.Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menerapkan standard intensitas penerangan yang sesuai bagi ruang kerja pengrajin karawo di Propinsi Gorontalo, yaitu sebesar 270 lux.

3.2.Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yaitu tersedianya intensitas penerangan cahaya yang sesuai bagi ruang kerja pengrajin karawo di Propinsi Gorontalo. Dengan tersedianya intensitas cahaya yang sesuai tentunya akan berdampak positif pada pengrajin karawo, yaitu mengurangi tingkat kelelahan mata pengrajin karawo sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja pengrajin karawo di Propinsi Gorontalo. Penelitian ini juga memberikan manfaat bagi pemerintah daerah setempat sebagai bahan rekomendasi untuk memperhatikan kenyamanan kerja pengrajin karawo mengingat karawo adalah kerajinan khas yang hanya di Propinsi Gorontalo yang menjadi ciri kebudayaan daerah Gorontalo yang harus dilestarikan.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1.Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian tahun kedua ini akan dilaksanakan di Kabupaten Gorontalo, Kabupaten Bone Bolango dan Kota Gorontalo, mengingat di tiga Kabupaten ini tersebar banyak usaha karawo berdasarkan data Koperindag Provinsi Gorontalo tahun 2017 merupakan daerah dengan usaha karawo terbanyak di Provinsi Gorontalo.

4.2.Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian lapangan dimana akan dilakukan pengukuran langsung terhadap tingkat kelelahan mata pengrajin karawo, kesehatan dan penglihatan pengrajin karawo, keluhan sebelum dan sesudah perlakuan serta penerapan intensitas cahaya yang sesuai pada ruang kerja pengrajin karawo.

4.3.Luaran dan Indikator Penelitian

Luaran penelitian pada tahun kedua ini adalah, dengan indikator yang dihasilkan adalah (1) Gambar desain intensitas penerangan pada 30 ruang kerja pengrajin karawo meliputi luas ruangan, jenis lampu dan tata letak lampu (2) Penerapan desain intensitas penerangan tersebut pada 30 ruang kerja pengrajin karawo

4.4.Instrumen Penelitian

Intrumen yang digunakan dalam penelitian ini :

1. **Lembar Observasi** untuk pemeriksaan kesehatan badan dan penglihatan pengrajin
2. **Lembar Observasi** untuk pemeriksaan tingkat kelelahan mata dengan menggunakan alat *flicker fusion* sebelum dan sesudah perlakuan
3. **Lembar Wawancara** untuk mengetahui keluhan sebelum dan sesudah perlakuan
4. **Lembar Observasi** lembar observasi digunakan untuk mengamati iluminasi lama dan tingkat iluminasi ergonomi.

4.5. Teknik Analisis Data

a. Editing

Hasil pengukuran kelelahan mata pengrajin karawo yang diperoleh setelah memberikan waktu reaksi sebelum dan sesudah diberi perlakuan diperiksa

b. Coding

Data hasil pengukuran kelelahan mata pengrajin karawo yang telah diperiksa dikelompokkan berdasarkan :

Kriteria 1 : sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan

Kriteria 2 : sebelum perlakuan (ruangan dengan tingkat iluminasi lama dan sesudah perlakuan dengan tingkat iluminasi baru) agar mudah dalam pengolahan data.

c. Tabulating

Data hasil pengkuran kelelahan mata pengrajin karawo yang telah dikelompokkan dimasukkan dalam tabel berdasarkan kriteria pengelompokkannya.

d. Entri

Data hasil pengukuran kelelahan mata pengrajin karawo yang telah dikelompokkan kedalam tabel berdasarkan kriteria pengelompokkannya selanjutnya dianalisis dengan menggunakan adaptive regression spline (ARS).

2. Analisis data

a. Deskriptif

Data hasil penelitian ditabulasi untuk selanjutnya dihitung persentasi untuk mendeskripsikan hasil penelitian.

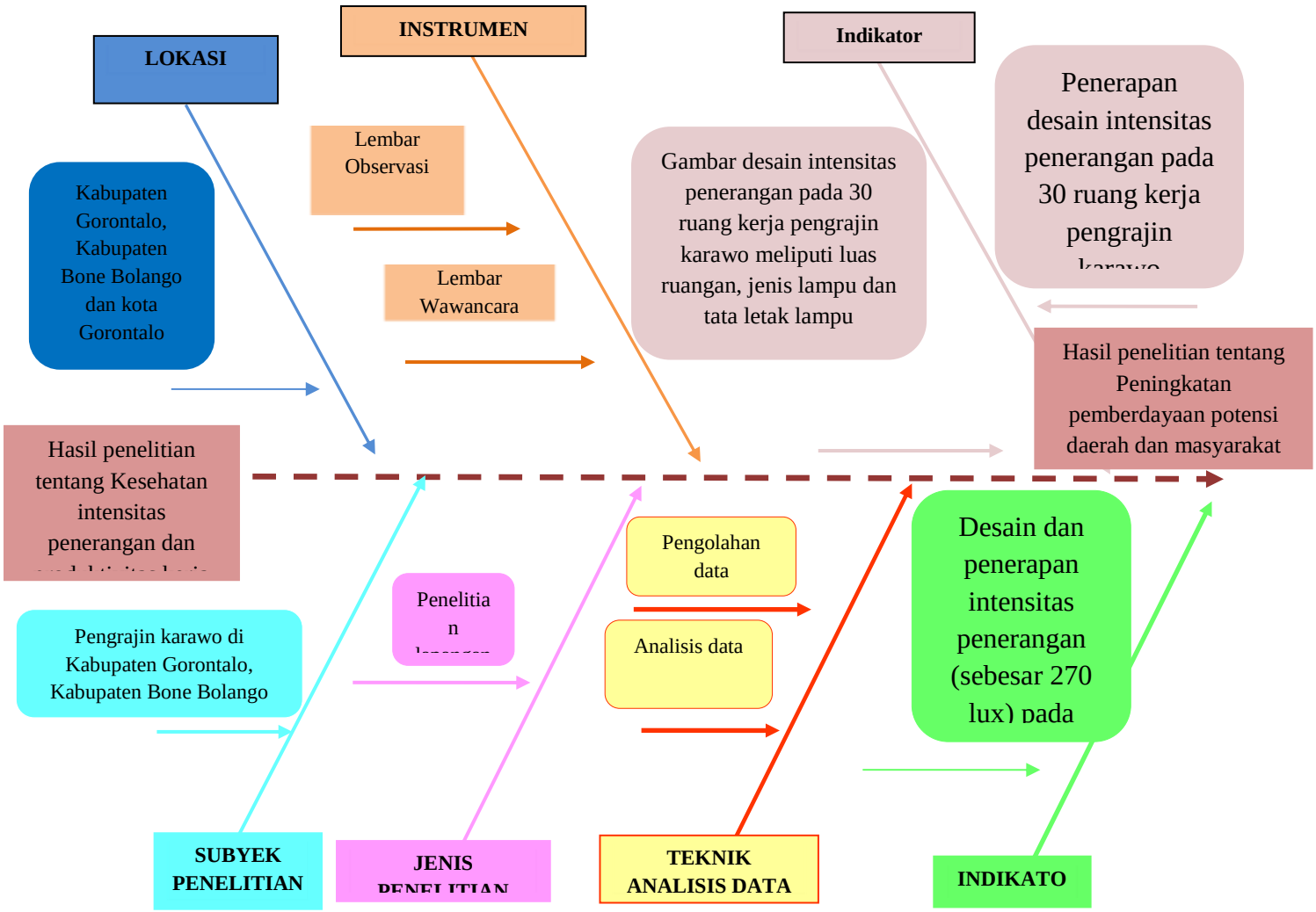
a. Inferensial

Adaptive Regression Spline (ARS) adalah sebuah prosedur regresi nonparametric yang tidak membuat asumsi mengenai hubungan fungsional mendasar diantara variable respon dan variabel prediktor. Bahkan menyusun hubungan ini dari sebuah pengaturan koefisien dan fungsi basis secara keseluruhan yang dikendalikan oleh data regresi. Dalam sebuah pengertian, metode yang didasarkan pada suatu strategi dimana bagian ruang input dalam suatu daerah masing-masing akan mempunyai persamaan regresi sendiri.

ARS banyak diadopsi oleh bidang ilmu komputer sebagai kompetitor metode lain seperti jaringan syaraf tiruan *(Neural Networks), Generalized Additive Models* (GAM) dan *Classifications and Regression Trees* (CART) yang semuanya bertujuan untuk menemukan model estimasi dengan pendekatan paling baik terhadap suatu fungsi sesungguhnya. Penentuan knots pada regresi *dummy* dilakukan secara manual, karena memiliki dimensi data yang rendah dan hal ini tidak akan mengalami kesulitan,

sedangkan untuk data yang berdimensi tinggi terdapat kesulitan. Pemilihan knots secara otomatis pada MARS menggunakan algoritma *forward stepwise* dan *backward stepwise*. *Forward stepwise* dilakukan untuk mendapatkan fungsi dengan jumlah fungsi basis maksimum.

4.6. Bagan Alir Penelitian (*Fishbone Diagram*)



Gambar 2. Bagan alir penelitian

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1 Deskripsi Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri atas variabel prediktor yaitu karakteristik pengrajin, bahan atau materi kerja, penerangan serta ruang kerja, dan variabel respon yaitu kelelahan mata.

- **Variabel prediktor**

1. Karakteristik pengrajin

Tabel 3. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Karakteristik Pengrajin

Variabel	Statistik			
	Min	Max	Mean	Standar Deviasi
Umur pengrajin (tahun)	20,00	39,00	29,68	4,95
Masa kerja (tahun)	5,00	25,00	12.65	4,85
Waktu kerja (jam)	1,00	3,00	1,66	0,53
Visus sebelum kerja	6/24	6/6	5/9	6/30
Flicker fusion sebelum kerja (Hz)	0,61	1,11	0,81	0,11
Jarak pandang (cm)	15,00	35,00	25,99	8,64
Jumlah responden 71 orang				

Tabel 3 menunjukkan bahwa umur pengrajin *karawo* minimum 20 tahun dan maksimum 39 tahun, sedangkan rata-rata berumur 29,68 tahun dengan standar deviasi sebesar 4,95 tahun. Masa kerja pengrajin *karawo* minimum yaitu 5 tahun dan maksimum 25 tahun dengan rata-rata pengrajin bekerja selama 12,65 tahun dengan standar deviasi sebesar 4,85 tahun. Waktu kerja minimum 1 jam dan maksimum sebesar 3 jam yang sedangkan rata-rata pengrajin bekerja selama 1,66 jam dengan standar deviasi 0,53 jam.

Visus atau ketajaman penglihatan minimum pengrajin *karawo* 6/24 sedangkan maksimum 6/6 dengan rata-rata *visus* pengrajin *karawo* 5/9 serta standar deviasi sebesar 6/30. Pengukuran *flicker fusion* sebelum bekerja rata-rata sebesar 0,81 Hz dan standar deviasi 0,11 Hz dengan nilai rata-ratanya lebih dari 0,6 Hz. Jarak pandang yang paling kecil digunakan pengrajin *karawo* sebesar 15 cm dan terbesar sebesar 35 cm, sedangkan rata-rata sebesar 25,99 cm dengan standar deviasi sebesar 8,64 cm.

Tabel 4. Deskripsi Tingkat Pendidikan dan Penggunaan Kacamata Pengrajin Karawo

Variabel		Frekuensi	Frekuensi (%)
Tingkat pendidikan	SD	12	16,90
	SMP	24	33,80
	SMA	33	46,50
	S1	2	2,80
Total		71	100
Penggunaan kacamata	Ya	22	31,00
	Tidak	49	69,00
Total		71	100

Distribusi untuk tingkat pendidikan pengrajin dengan persentase paling tinggi yaitu SMA sebanyak 33 pengrajin dengan persentase sebesar 46,5%. Selanjutnya sebanyak 24 pengrajin berpendidikan SMP dengan persentase sebesar 33,8%, sebanyak 12 pengrajin berpendidikan SD dengan persentase sebesar 16,9%. Tingkat pendidikan dengan persentase paling rendah yaitu S1 sebanyak 2 pengrajin dengan persentase sebesar 2,8%. Persentase pengrajin dalam mengerjakan *karawo* sebagian besar tidak menggunakan kacamata yaitu sebesar 69,0% dan sisanya menggunakan kacamata sebesar 31,0%.

2. Ruang kerja

Tabel 5. Deskripsi Pengrajin Karawo berdasarkan Ruang Kerja Pengrajin

Variabel	Statistik			
	Minimum	Maximum	Mean	Standar Deviasi
Volume Ruangan (m^2)	22,80	103,90	55,37	23,64
Ukuran Bidang Kerja (m^3)	0,20	6,90	0,95	1,37
Suhu Ruang Kerja (^{0}C)	30,00	33,20	32,13	0,54

Tabel 5 menunjukkan bahwa untuk ukuran ruangan minimum adalah sebesar 22,8 m^3 dan maksimum 103,9 m^3 dengan rata-rata ukuran ruangan seluas 55,4 m^3 dengan standar deviasi sebesar 23,6 m^3. Ukuran bidang kerja paling kecil di tempat kerja *karawo* seluas 0,20 m^2 dan ukuran bidang kerja paling besar seluas 6,90 m^2 sedangkan rata-rata luas bidang kerja seluas 0,95 m^2 dengan standar deviasi sebesar 1,37 m^2.

Suhu ruang kerja paling rendah yaitu 30°C dan suhu ruang kerja paling tinggi yaitu 33,2^{o}C dengan rata-rata suhu ruang kerja 32,1^{o}C serta standar deviasi sebesar 0,54^{o}C. Untuk variabel warna dinding dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 6. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Warna Dinding

Pengrajin *Karawo*		Frekuensi	Persentase (%)
Warna Dinding	Putih	57	80,3
	Berwarna	14	19,7
Total		71	100,0

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa persentase pengrajin dalam mengerjakan *karawo* sebagian warna dindingnya putih yaitu sebesar 80,3% dan selebihnya berwarna sebesar 19,7%. Untuk arah sinar, 51,2% pengrajin posisi atau arah sinarnya sesuai atau lebih dari 30^0C. Sedangkan arah sinar yang kurang dari 30^0C sebesar 47,9%. Selain itu warna dinding ruangan kerja sebagian besar 83,3% berwarna putih dan sisanya 19,7% dindingnya berwarna.

3. Penerangan

Tabel 7. Deskripsi Pengrajin Karawo berdasarkan Penerangan Ruang Kerja

Variabel	Statistik			
	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Intensitas Penerangan (*Lux*)	30	400	149,01	99,77

Tabel 7. menunjukkan bahwa untuk intensitas penerangan minimum di tempat kerja adalah 30 *lux* dan maksimum 400 *lux* dengan rata-rata intensitas penerangan sebesar 149,01 *lux* dengan standar deviasi sebesar 99,77 *lux*.

Tabel 8. Distribusi Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo

Intensitas Penerangan		Frekuensi	Persentase (%)
KEPMENKES/NO.7/1404/2002	Kurang 300 *Lux*	64	90,10
	Lebih 300 *Lux*	7	9,90
Total			100

Tabel 8. menunjukkan sebanyak 90,10% intensitas penerangan yang digunakan di bawah standar KEPMENKES/NO.7/1404/2002 dan hanya 9,90% memenuhi standar.

Tabel 9. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Pencahayaan Ruang Kerja

Pengrajin *Karawo*		Frekuensi	Persentase (%)
Kesilauan	Tidak Silau	24	33,8
	Silau	47	66,2
Total		71	100,0
Arah Sinar	Sesuai	37	52,1
	Tidak Sesuai	34	47,9
Total		71	100,0

Dari tabel 9. terlihat bahwa persentase pengrajin dalam mengerjakan *karawo* sebagian besar menyatakan silau dalam bekerja yaitu sebesar 66,2% dan selebihnya tidak silau sebesar 33,8%. Untuk arah sinar terlihat bahwa persentase pengrajin dalam mengerjakan *karawo* sebagian besar arah sinarnya sesuai atau lebih dari 30^0C yaitu sebesar 52,1% dan selebihnya tidak sesuai atau kurang sama dengan 30^0C sebesar 47,9%.

4. Bahan/materi kerja

Tabel 10. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Bahan/Materi yang Dikerjakan

Variabel		Frekuensi	Persentase (%)
Warna *Karawo*	1 Krem	17	23,9
	2 Pink	18	25,4
	3 Hitam	31	43,7
	4 Kuning	5	7,0
Total		71	100,0
Variabel		Frekuensi	Persentase (%)
Motif *Karawo*	1 warna	17	23,9
	2 warna	18	25,4
	3 warna	26	36,6
	4 warna/lebih	10	14,1
Total		71	100,0
Silau Kain	Silau	27	38,0
	Tidak Silau	44	62,0
Total		71	100,0

Berdasarkan tabel 10. terlihat bahwa persentase pengrajin dalam mengerjakan *karawo* sebagian besar mengerjakan bahan kain warna hitam yaitu sebesar 43,7% dan selebihnya warna *pink*, krem dan kuning masing-masing sebesar 25,4%, 23,9% dan 7%. Persentase warna *karawo* ini tergantung pada pesanan dari konsumen. Persentase pengrajin dalam mengerjakan *karawo* sebagian besar mengerjakan motif 3 jenis warna benang 36,6% dan selebihnya mengerjakan motif 2 jenis warna 25,4%, 1 jenis warna benang 23,9% dan 4 jenis warna benang 14,1%. Kesilauan kain terlihat bahwa persentase pengrajin dalam mengerjakan *karawo* sebagian besar merasakan kesilauan dari kain yaitu sebesar 62,0% dan selebihnya tidak merasakan kesilauan dari kain sebesar 38,0%.

Tabel 11. Deskripsi Pengrajin Karawo berdasarkan Waktu Penyelesaian Karawo

Variabel	Statistik			
	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Waktu Penyelesaian *Karawo* (jam)	1	2	1,8592	0,35034

Tabel 11. diketahui pengrajin *karawo* mempunyai waktu penyelesaian *karawo* paling sedikit 1 jam dan maksimum 2 jam, sedangkan rata-rata waktu penyelesaian *karawo* 1,86 jam dengan standar deviasi sebesar 0,35 jam.

- **Variabel respon**

1. Kelelahan mata

Tabel 12. Kelelahan Mata Pengrajin Karawo (Sebelum dan Sesudah Bekerja) berdasarkan *Flicker Fusion* dan *Visus*

Variabel	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Dev.	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Flicker Fusion Sebelum-Flicker Fusion Setelah	0,216	0,131	0,016	0,185	0,247	13,847	70	,000
Visus Sebelum – *Visus* Setelah	0,215	0,257	0,031	0,154	0,276	7,063	70	,000

Berdasarkan tabel 12 di atas, rata-rata nilai *flicker fusion* sebelum dan setelah yaitu 0,216 Hz dengan standar deviasi sebesar 0,131 dan standar eror rata-rata sebesar 0,016. Nilai interval kepercayaan paling rendah sebesar 0,185 dan paling tinggi sebesar 0,247 dengan nilai t sebesar 13,847. Nilai rata-rata *visus* sebelum dan setelah yaitu 0,215 dengan standar deviasi sebesar 0,257 dan standar eror rata-rata sebesar 0,031. Untuk nilai interval kepercayaan paling rendah sebesar 0,154 dan paling tinggi sebesar 0,276 dengan nilai t sebesar 7,063.

Tabel 13. Kelelahan Mata Pengrajin Karawo Sesudah Bekerja berdasarkan Pengukuran Keluhan Subyektif

Variabel		Frekuensi	Persentase
Keluhan subyektif	Lelah > 2 mingu	26	36,6
	Lelah < 2 minggu	45	63,4
Total		71	100

Persentase pengrajin dalam mengerjakan *karawo* sebagian besar mengalami keluhan kelelahan mata yaitu sebesar 100% dimana 63,4% mengalami kelelahan mata akut (< 2 minggu) dan sebesar 36,6% kelelahan mata kronis (> 2 minggu).

5.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Kelelahan Mata berdasarkan *Flicker Fusion*

Hasil pemodelan terbaik berdasarkan *flicker fusion* terdapat pada banyaknya basis fungsi (BF=38) dan MI=3 dapat dilihat dalam tabel 5.10.

Tabel 14. Kriteria Model Terbaik Kelelahan Mata Nilai Flicker Fusion setelah Bekerja Berbagai BF berdasarkan GCV, R^2

No	BF	MI	MO	GCV	R^2	Model Prediksi
1	19	3	10	0.005	0.991	Y = 0.519 + 0.151 BF1 - .558836E-03 BF8 + 0.003 BF9 + .774358E-05 BF10 BF1 = (SILAU = 1) BF6 = (T_PDDKN = 1 OR T_PDDKN = 3 OR T_PDDKN = 4) BF8 = max(0, INTENSIT - 30.000) BF6 BF9 = max(0, FLICKER - 0.610) BF8 BF10 = max(0, O_UKURAN - 49.400) BF8
2	38	3	3	0.001	0.998	Y = 0.542 + .111816E-03BF3 + 0.061BF4 + 0.096BF6 - 0.005BF7 + 0.034 BF8 0.011 BF10 + 0.010BF19 BF2 = max(0, INTENSIT - 270.000) BF3 = max(0, MASAKERJ - 17.000) BF2 BF4 = (SILAU = 1) BF5 = (SILAU = 2) BF6 = max(0, MASAKERJ - 17.000) BF4 BF7 = max(0, 17.000 - MASAKERJ) BF5 BF8 = max(0, 30.000 – SUHU) BF6 BF10 = max(0, 2.000 - LAMAKER) BF7 BF17 = max(0, UMUR - 26.000) BF19 = max(0, 31.800 – SUHU) BF17
3	57	3	3	0.001	0.998	Y = 0.542 + .111816E-03BF3 + 0.061BF4 + 0.096BF6 - 0.005BF7 + 0.034 BF8 - 0.011BF10 + 0.010BF19 BF2 = max(0, INTENSIT - 270.000) BF3 = max(0, MASAKERJ - 17.000) BF2 BF4 = (SILAU = 1) BF5 = (SILAU = 2) BF6 = max(0, MASAKERJ - 17.000) BF4 BF7 = max(0, 17.000 - MASAKERJ) BF5 BF8 = max(0, 30.000 – SUHU) BF6 BF10 = max(0, 2.000 - LAMAKER) BF7 BF17 = max(0, UMUR - 26.000) BF19 = max(0, 31.800 – SUHU) BF17

Tabel 14, menunjukkan semua kemungkinan model yang telah dicobakan didapatkan model terbaiknya dengan kriteria model yang memiliki nilai GCV terkecil, ternyata model 3 memberikan nilai GCV yang kecil dan R^2 yang besar. Sehingga dipilih

model ke-2 dengan jumlah BF = 38, MI = 3, dan MO = 3 dengan nilai GCV sebesar 0.001 dan R^2 = 0,998. Model ARS terbaik yang didapatkan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

Y = 0.542 + .111816E-03BF3 + 0.061BF4 + 0.096BF6 - 0.005 BF7 + 0.034BF8
- 0.011BF10 + 0.010BF19 (5.1)

dimana

BF2 = max(0, INTENSIT - 270.000)

BF3 = max(0, MASAKERJ - 17.000) BF2

BF4 = (SILAU = 1)

BF5 = (SILAU = 2)

BF6 = max(0, MASAKERJ - 17.000) BF4

BF7 = max(0, 17.000 - MASAKERJ) BF5

BF8 = max(0, 30.000 – SUHU) BF6

BF10 = max(0, 2.000 - LAMAKER) BF7

BF17 = max(0, UMUR - 26.000)

BF19 = max(0, 31.800 – SUHU) BF17

Interpretasi model ARS yang tertulis pada persamaan (5.1) adalah sebagai berikut:

1. BF3 = max(0, MASAKERJ - 17.000) max(0, INTENSIT - 270.000)

Artinya, koefisien BF3 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai masa kerja lebih dari 17 tahun dan menggunakan intensitas penerangan lebih dari 270 *lux* maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF3) dapat meningkatkan *flicker fusion* sesudah sebesar 0,001 Hz. Atau jika pengrajin *karawo* mempunyai masa kerja lebih dari 17 tahun dan menggunakan intensitas penerangan lebih dari 270 *lux* maka *flicker fusion* sesudah akan meningkat sebesar 0,001, dan jika ditambahkan dengan basis induk maka *flicker fusion* sesudah bernilai [0,001(1)(1)+0.542] Hz = 0.543 Hz.

2. BF4 = (SILAU = 1)

Artinya, koefisien BF4 akan bermakna jika pengrajin *karawo* dalam mengerjakan mempunyai kategori silau =1 (tidak silau) maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF4) dapat menaikkan *flicker fusion* sesudah sebesar 0,061 Hz. Atau jika pengrajin *karawo* dalam mengerjakan mempunyai kategori silau =1 (tidak silau) maka *flicker fusion*

sesudah akan meningkat sebesar 0,061 Hz, dan jika ditambahkan dengan basis induk maka *flicker fusion* sesudah bernilai [0,061(1)+0.542] Hz = 0.603 Hz.

3. BF6 = max(0, MASAKERJ - 17.000) (SILAU = 1)

Artinya, koefisien BF6 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai masa kerja lebih dari 17 tahun dan dalam mengerjakan mempunyai kategori silau = 1 (tidak silau) maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF6) dapat meningkatkan *flicker fusion* sesudah sebesar 0,096 Hz. Atau jika pengrajin *karawo* mempunyai masa kerja lebih dari 17 tahun dan alam mengerjakan mempunyai kategori silau = 1 (tidak silau) maka *flicker fusion* sesudah akan meningkat sebesar 0,096 dan jika ditambahkan dengan basis induk maka *flicker fusion* sesudah bernilai [0,096(1)(1)+0.542] Hz = 0.638 Hz.

4. BF7 = max(0, 17.000 - MASAKERJ) (SILAU = 2)

Artinya, koefisien BF7 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai masa kerja kurang dari 17 tahun dan dalam mengerjakan mempunyai kategori silau = 2 (silau) maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF7) dapat menurunkan *flicker fusion* sesudah sebesar 0,005 Hz. Atau jika pengrajin *karawo* mempunyai masa kerja kurang dari 17 tahun dan dalam mengerjakan mempunyai kategori silau = 2 (silau) maka *flicker fusion* sesudah akan menurun sebesar 0,005 dan jika ditambahkan dengan basis induk maka *flicker fusion* sesudah bernilai [-0,005(1)(1)+0.542] Hz = 0.537 Hz.

5. BF8 = max(0, 30.000 – SUHU) max(0, MASAKERJ - 17.000) (SILAU = 1)

Artinya, koefisien BF8 akan bermakna jika pengrajin *karawo* dalam mengerjakan suhunya dibawah 30° C dan mempunyai masa kerja lebih dari 17 tahun dan dalam mengerjakan mempunyai kategori silau = 1 (tidak silau) maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF8) dapat meningkatkan *flicker fusion* sesudah sebesar 0,034 Hz. Atau jika pengrajin *karawo* dalam mengerjakan suhunya di bawah 30° C dan mempunyai masa kerja lebih dari 17 tahun dan dalam mengerjakan mempunyai kategori silau = 1 (tidak silau) maka *flicker fusion* sesudah akan meningkat sebesar 0,034 dan jika ditambahkan dengan basis induk maka *flicker fusion* sesudah bernilai [0,034(1)(1)(1)+0.542] Hz = 0.576 Hz.

6. BF10 = max(0, 2.000-LAMAKER) max(0, 17.000-MASAKERJ) (SILAU=2)

Artinya, koefisien BF10 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai lama kerja kurang dari 2 jam dan masa kerja kurang dari 17 tahun dan dalam mengerjakan mempunyai kategori silau = 2 (silau) maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF10)

dapat menurunkan *flicker fusion* sesudah sebesar 0,011 Hz. Atau jika pengrajin *karawo* mempunyai lama kerja kurang dari 2 jam dan masa kerja kurang dari 17 tahun dan dalam mengerjakan mempunyai kategori silau = 2 (silau) maka *flicker fusion* sesudah akan menurun sebesar 0,011 dan jika ditambahkan dengan basis induk maka *flicker fusion* sesudah bernilai [-0,011(1)(1)(1)+0.542] Hz = 0.533 Hz.

7. BF19 = max(0, 31.8 – SUHU) max(0, UMUR - 26.000)

Artinya, koefisien BF8 akan bermakna jika pengrajin *karawo* dalam mengerjakan suhunya dibawah 31.8^o C dan mempunyai umur lebih dari 26 tahun maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF19) dapat meningkatkan *flicker fusion* sesudah sebesar 0,010 Hz. Atau jika pengrajin *karawo* dalam mengerjakan suhunya dibawah 31.8^o C dan mempunyai umur lebih dari 26 tahun maka *flicker fusion* sesudah akan meningkat sebesar 0,010 dan jika ditambahkan dengan basis induk maka *flicker fusion* sesudah bernilai [0,010(1)(1)+0.542] Hz = 0.552 Hz.

5.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Kelelahan Mata berdasarkan *Visus*

Pemilihan model terbaik diperoleh dengan cara membandingkan nilai GCV dan nilai R^2. Nilai GCV terkecil dan nilai R^2 terbesar adalah model terbaik. Perbandingan dilakukan pada berbagai jumlah basis fungsi (BF = 19, 38 dan 57), dan berbagai maksimum interaksi (MI = 1, 2 dan 3). Hasil berbagai nilai basis fungsi dan maksimum interaksi untuk nilai GCV dan R^2 disajikan pada tabel 5.10 berikut.

Tabel 15. Kriteria Model Terbaik Kelelahan Mata Visus Setelah Bekerja

Berbagai BF Berdasarkan GCV, R^2

No	BF	MI	MO	GCV	R^2	Model Prediksi
1	19	3	1	0.022	0.953	Y = 0.315 + 0.518 BF1 + 0.527 BF4 - 0.079 BF6 - 0.099 BF9 - 0.050 BF10 BF1 = max(0, *VISUS* - 0.250) BF2 = (K_WKERAW = 2) BF1 BF4 = max(0, LAMAKER - 1.000) BF2 BF6 = max(0, 13.000 - MASAKERJ) BF1 BF8 = (K_MOTIFK = 2 OR K_MOTIFK = 3 OR K_MOTIFK = 4) BF1 BF9 = max(0, UMUR - 32.000) BF8 BF10 = max(0, 32.000 - UMUR) BF8
2	38	3	1	0.022	0.958	Y = 0.321 + 0.581 BF1 + 0.563 BF4 - 0.079 BF6 - 0.099 BF9 + 0.050 BF10 + 0.027 BF11 BF1 = max(0, *VISUS* - 0.250) BF2 = (K_WKERAW = 2) BF1 BF4 = max(0, LAMAKER - 1.000) BF2

						BF6 = max(0, 13.000 - MASAKERJ) BF1 BF8 = (K_MOTIFK = 2 OR K_MOTIFK = 3 OR K_MOTIFK = 4) BF1 BF9 = max(0, UMUR - 29.000) BF8 BF10 = max(0, 29.000 - UMUR) BF8 BF11 = max(0, INTENSIT - 350.000) BF8
3	57	3	1	0.022	0.958	Y = 0.321 + 0.581 BF1 + 0.563 BF4 - 0.079 BF6 - 0.099 BF9 + 0.050 BF10 + 0.027 BF11 BF1 = max(0, *VISUS* - 0.250) BF2 = (K_WKERAW = 2) BF1 BF4 = max(0, LAMAKER - 1.000) BF2 BF6 = max(0, 13.000 - MASAKERJ) BF1 BF8 = (K_MOTIFK = 2 OR K_MOTIFK = 3 OR K_MOTIFK = 4) BF1 BF9 = max(0, UMUR - 29.000) BF8 BF10 = max(0, 29.000 - UMUR) BF8 BF11 = max(0, INTENSIT - 350.000) BF8

Tabel 15, menunjukkan model terbaik dengan kriteria GCV terkecil dan R^2 terbesar yaitu semua model, baik yang melibatkan jumlah basis fungsi 38 dan 57. Sehingga untuk parsimoni model dipilih model ke-2 dengan jumlah BF = 38, MI = 3, dan MO = 1 dengan nilai GCV sebesar 0.022 dan R^2 = 0,958. Model ARS terbaik yang didapatkan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

Y = 0.321 + 0.581 BF1 + 0.563 BF4 - 0.079 BF6 - 0.099 BF9 + 0.050 BF10 + 0.027 BF11 (5.2)

Dimana:
BF1 = max(0, *VISUS* - 0.250)
BF2 = (K_WKERAW = 2) BF1
BF4 = max(0, LAMAKER - 1.000) BF2
BF6 = max(0, 13.000 - MASAKERJ) BF1
BF8 = (MOTIF = 2 OR MOTIF = 3 OR MOTIF = 4) BF1
BF9 = max(0, UMUR - 29.000) BF8
BF10 = max(0, 29.000 - UMUR) BF8
BF11 = max(0, INTENSIT - 350.000) BF8

Interpretasi model ARS yang tertulis pada persamaan (5.2) adalah sebagai berikut :

1. BF1 = max(0, *VISUS* - 0.250)

Artinya, koefisien BF1 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai *visus* sebelumnya lebih dari 0.25 maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF1) dapat menaikkan *visus* sesudah sebesar 0,581. Atau jika pengrajin *karawo* mempunyai *visus* sebelumnya lebih dari 0.25 maka *visus* sesudah akan meningkat sebesar

0,581(1)=0.581, dan jika ditambah basis induk maka *visus* sesudah bernilai [0,581(1)+0.321] = 0.902.

2. BF4 = max(0, LAMAKER - 1.000) (K_WKERAW = 2) max(0, *VISUS* - 0.250)

Artinya, koefisien BF4 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai lama kerja lebih dari 1 jam dan warna kain *karawo* menggunakan warna pink dan mempunyai *visus* di atas 0.25, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF8) dapat menaikkan *visus* sesudah sebesar 0,563. Atau jika pengrajin *karawo* mempunyai lama kerja lebih dari 1 jam dan warna kain *karawo* menggunakan warna pink dan mempunyai *visus* di atas 0.25 maka *visus* sesudah meningkat sebesar 0.563(1)(1)(1) = 0.563, dan jika ditambah basis induk maka *visus* sesudah bernilai [0.563(1)(1)(1)+0.321] = 0.884.

3. BF6 = max(0, 13.000 - MASAKERJ) max(0, *VISUS* - 0.250)

Artinya, koefisien BF6 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai masa kerja kurang dari 13 tahun dan *visus* sebelum di atas 0.25, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF8) dapat menurunkan *visus* sesudah sebesar 0,079. Atau jika pengrajin *karawo* mempunyai masa kerja kurang dari 13 tahun dan *visus* sebelum di atas 0.25 maka *visus* sesudah menurun sebesar 0.079(1)(1) =0.079 dan jika ditambah basis induk maka *visus* sesudah bernilai [-0.079+0.321] = 0.242.

4. BF9 = max(0, UMUR - 29) (MOTIF = 2 OR MOTIF = 3 OR MOTIFK = 4) max(0, *VISUS* - 0.250)

Artinya, koefisien BF9 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai umur lebih dari 29 tahun dan motif *karawo* sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan *visus* sebelum di atas 0.25, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF9) dapat menurunkan *visus* sesudah sebesar 0,099. Atau jika pengrajin *karawo* mempunyai umur lebih dari 29 tahun dan motif *karawo* sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan *visus* sebelum di atas 0.25 maka *visus* sesudah menurun sebesar (0,099)(1)(1)(1)= 0,099, dan jika ditambah basis induk maka *visus* sesudah bernilai [-0,099+0.321] = 0.222.

5. BF10 = max(0, 29 - UMUR) (MOTIF = 2 OR MOTIF = 3 OR MOTIF = 4) max(0, *VISUS* - 0.250)

Artinya, koefisien BF10 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai umur kurang dari 29 tahun dan motif *karawo* sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan *visus* sebelum di atas 0.25, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF9) dapat

meningkatkan *visus* sesudah sebesar 0,05. Atau jika pengrajin *karawo* mempunyai umur kurang dari 29 tahun dan motif *karawo* sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan *visus* sebelum di atas 0.25 maka *visus* sesudah meningkat sebesar (0,05)(1)(1)(1)= 0,05, dan jika ditambah basis induk maka *visus* sesudah bernilai [0,05+0.321] = 0.371.

6. BF11 = max(0, INTENSIT - 350.000) (MOTIF = 2 OR MOTIF = 3 OR MOTIF = 4) max(0, *VISUS* - 0.250)

Artinya, koefisien BF11 akan bermakna jika pengrajin *karawo* menggunakan intensitas penerangan di atas 350 *lux* dan motif *karawo* sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan *visus* sebelum di atas 0.25, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF11) dapat meningkatkan *visus* sesudah sebesar 0,027. Atau jika pengrajin *karawo* menggunakan intensitas penerangan di atas 350 *lux* dan motif *karawo* sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan *visus* sebelum di atas 0.25 maka *visus* sesudah meningkat sebesar (0,027)(1)(1)(1)= 0,027, dan jika ditambah basis induk maka *visus* sesudah bernilai [0,027+0.321] = 0.348.

5.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Kelelahan Mata berdasarkan Keluhan Subyektif

Tabel 16. Kriteria Model Terbaik Kelelahan Mata berdasarkan Keluhan Subyektif setelah Bekerja Berbagai BF berdasarkan GCV, R^2

No	BF	MI	MO	GCV	R^2	Model Prediksi
1	19	3	3	0.172	0.970	Y = 1.116 + 0.397 BF3 + 0.011 BF4 - 0.011 BF5 + 0.003 BF8 - 0.002 BF9 + .233114E-03 BF11 - 0.170 BF12 - 0.046 BF16 BF2 = max(0, 270.000 - INTENSIT) BF3 = max(0, O_UKURAN - 101.700) BF4 = max(0, 101.700 - O_UKURAN) BF5 = (T_PDDKN = 1 OR T_PDDKN = 4) BF4 BF6 = (T_PDDKN = 2 OR T_PDDKN = 3) BF4 BF8 = max(0, 32.400 - SUHU) BF2 BF9 = (MOTIF = 2) BF2 BF11 = max(0, JARAK - 15.000) BF9 BF12 = max(0, FLICKER - 0.920) BF6 BF16 = max(0, UMUR - 34.000) BF2
2	38	3	3	0.156	0.988	Y = 1.090 - 0.405 BF3 + 0.012 BF4 - 0.011 BF5 + 0.003 BF8 + 0.003 BF9 + .288997E-03 BF11 + 0.047 BF16 + 3.913 BF25 + 0.523 BF26 BF2 = max(0, INTENSIT - 270.000) BF3 = max(0, O_UKURAN - 101.700) BF4 = max(0, 101.700 - O_UKURAN) BF5 = (T_PDDKN = 1 OR T_PDDKN = 2) BF4 BF8 = max(0, 32.400 - SUHU) BF2 BF9 = (MOTIF = 2) BF2

						BF11 = max(0, JARAK - 15.000) BF9 BF16 = max(0, UMUR - 34.000) BF2 BF25 = max(0, 0.400 - O_UKURAN BIDKRJA) BF26 = max(0, UMUR - 20.000) BF25
3	57	3	3	0.156	0.988	Y = 1.090 - 0.405 BF3 + 0.012 BF4 - 0.011 BF5 + 0.003 BF8 + 0.003 BF9 + .288997E-03 BF11 + 0.047 BF16 + 3.913 BF25 + 0.523 BF26 BF2 = max(0, INTENSIT - 270.000) BF3 = max(0, O_UKURAN - 101.700) BF4 = max(0, 101.700 - O_UKURAN) BF5 = (T_PDDKN = 1 OR T_PDDKN = 2) BF4 BF8 = max(0, 32.400 - SUHU) BF2 BF9 = (MOTIF = 2) BF2 BF11 = max(0, JARAK - 15.000) BF9 BF16 = max(0, UMUR - 34.000) BF2 BF25 = max(0, 0.400 - O_UKURANBIDKRJA) BF26 = max(0, UMUR - 20.000) BF25

Tabel 16, menunjukkan model terbaik dengan kriteria GCV terkecil dan R^2 terbesar yaitu semua model, baik yang melibatkan jumlah basis fungsi 38 dan 57. Sehingga untuk parsimoni model dipilih model ke-2 dengan jumlah BF = 38, MI = 3, dan MO = 3 dengan nilai GCV sebesar 0.156 dan R^2 = 0,988. Model ARS terbaik yang didapatkan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

Y = 1.090 - 0.405 BF3 + 0.012 BF4 - 0.011 BF5 + 0.003 BF8 + 0.003 BF9 + .288997E-03 BF11 + 0.047 BF16 + 3.913 BF25 + 0.523 BF26 (5.3)

Dimana :

BF2 = max(0, INTENSIT - 270.000)
BF3 = max(0, O_UKURAN - 101.700)
BF4 = max(0, 101.700 - O_UKURAN)
BF5 = (T_PDDKN = 1 OR T_PDDKN = 2) BF4
BF8 = max(0, 32.400 - SUHU) BF2
BF9 = (MOTIF = 2) BF2
BF11 = max(0, JARAK - 15.000) BF9
BF16 = max(0, UMUR - 34.000) BF2
BF25 = max(0, 0.400 - O_UKURANBIDKRJA)
BF26 = max(0, UMUR - 20.000) BF25

Interpretasi model ARS yang tertulis pada persamaan (5.11) adalah sebagai berikut:

1. BF3 = max(0, O_UKURAN - 101.700)

Artinya, koefisien BF3 akan bermakna jika pengrajin *karawo* menggunakan ukuran ruangan di atas 101.7 m^3 maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF3) dapat menurunkan nilai keluhan sebesar 0,405. Atau jika pengrajin *karawo* menggunakan ukuran ruangan di atas 101.7 m^3 maka keluhan akan menurun sebesar (0.405)(1)=0.405,

dan jika ditambah basis induk maka keluhan bernilai [-0,405+1.090] = 0.685. Hal ini mempunyai arti bahwa nilai keluhan 0.685 jika di ln(0.685) = -0.378 < 0 maka cenderung mata lelah.

2. BF4 = max(0, 101.700 - O_UKURAN)

Artinya, koefisien BF4 akan bermakna jika pengrajin *karawo* menggunakan ukuran ruangan kurang dari 101.7 m^3 maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF3) dapat meningkatkan keluhan sebesar 0,012. Atau jika pengrajin *karawo* menggunakan ukuran ruangan kurang dari 101.7 m^3 maka keluhaan akan meningkat sebesar [0,012(1)+1.090] Hz = 1.102. Hal ini mempunyai arti bahwa nilai keluhan 1.102 jika di ln(1.102) = 0.097 > 0 maka cenderung mata tidak lelah.

3. BF5 = (T_PDDKN = 1 OR T_PDDKN = 2) max(0, 101.700 - O_UKURAN)

Artinya, koefisien BF5 akan bermakna jika pengrajin karawo dengan tingkat pendidikan SD dan SMP dan mempunyai ukuran ruangan dibawah 101.7 m^3, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF5) dapat menurunkan nilai keluhan sebesar 0,011. Atau jika pengrajin *karawo* dengan tingkat pendidikan SD dan SMP dan mempunyai ukuran ruangan dibawah 101.7 m^3 maka keluhan menurun sebesar [-0.011(1)(1)+1.090] = 1.079. Hal ini mempunyai arti bahwa nilai keluhan 1.079 jika di ln(1.079) = 0.076 > 0 maka cenderung mata tidak lelah.

4. BF8 = max(0, 32.400 - SUHU) max(0, INTENSIT - 270.000)

Artinya, koefisien BF8 akan bermakna jika pengrajin *karawo* dalam mengerjakan menggunakan suhu di bawah 32.4^{o}C dan intensitas penerangan lebih dari 270 *lux* maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF8) dapat meningkatkan nilai keluhan sebesar 0,003. Atau jika pengrajin *karawo* menggunakan suhu di bawah 32.4^{o}C dan intensitas penerangan lebih dari 270 *lux* maka keluhan akan meningkat sebesar [0,003(1)+1.090] Hz = 1.093. Hal ini mempunyai arti bahwa nilai keluhan 1.093 jika di ln(1.093) = 0.087 > 0 maka cenderung mata tidak lelah.

5. BF9 = (MOTIF = 2) max(0, INTENSIT - 270.000)

Artinya, koefisien BF9 akan bermakna jika pengrajin *karawo* dalam mengerjakan menggunakan motif 2 warna benang dan intensitas penerangan lebih dari 270 *lux* maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF9) dapat meningkatkan nilai keluhan sebesar 0,003. Atau jika pengrajin *karawo* menggunakan motif 2 warna benang dan intensitas penerangan lebih dari 270 *lux* maka keluhan akan meningkat sebesar [0,003(1)+1.090]

Hz = 1.093. Hal ini mempunyai arti bahwa nilai keluhan 1.093 jika di ln(1.093) = 0.087 > 0 maka cenderung mata tidak lelah.

6. BF11 = max(0, JARAK-15.000)(MOTIF = 2) max(0, INTENSIT - 270)

Artinya, koefisien BF1 akan bermakna jika pengrajin *karawo* dalam mengerjakan menggunakan jarak pandang lebih dari 15 cm dan motif *karawo* 2 warna benang dan intensitas penerangan lebih dari 270 *lux* maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF11) dapat meningkatkan nilai keluhan sebesar 0,003. Atau jika pengrajin *karawo* menggunakan jarak pandang lebih dari 15 cm dan motif *karawo* 2 warna benang dan intensitas penerangan lebih dari 270 *lux* maka keluhan akan meningkat sebesar [0,003(1)+1.090] Hz = 1.093. Hal ini mempunyai arti bahwa nilai keluhan 1.093 jika di ln(1.093) = 0.087 > 0 maka cenderung mata tidak lelah.

7. BF16 = max(0, UMUR - 34.000)max(0, INTENSIT - 270)

Artinya, koefisien BF16 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai umur lebih dari 34 tahun dengan intensitas penerangan lebih dari 270 *lux* maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF16) dapat menurunkan nilai keluhan sebesar 0,047. Atau jika pengrajin *karawo* mempunyai umur lebih dari 34 tahun dengan intensitas penerangan lebih dari 270 *lux* maka keluhan akan turun sebesar [-0,047(1)+1.090] Hz = 1.043. Hal ini mempunyai arti bahwa nilai keluhan 1.043 jika di ln(1.093) = 0.042 > 0 maka cenderung mata tidak lelah.

8. BF25 = max(0, 0.400 - O_UKURANBIDKRJA)

Artinya, koefisien BF25 akan bermakna jika pengrajin *karawo* menggunakan ukuran bidang kerja di bawah 0,4 m^2 maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF25) dapat meningkatkan nilai keluhan sebesar 3,913. Atau jika pengrajin *karawo* menggunakan ukuran bidang kerja di bawah 0,4 m^2 maka keluhan akan naik sebesar [3,913(1)+1.090] Hz = 5.003. Hal ini mempunyai arti bahwa nilai keluhan 5.003 jika di ln(5.003) = 1.61 > 0 maka cenderung mata tidak lelah.

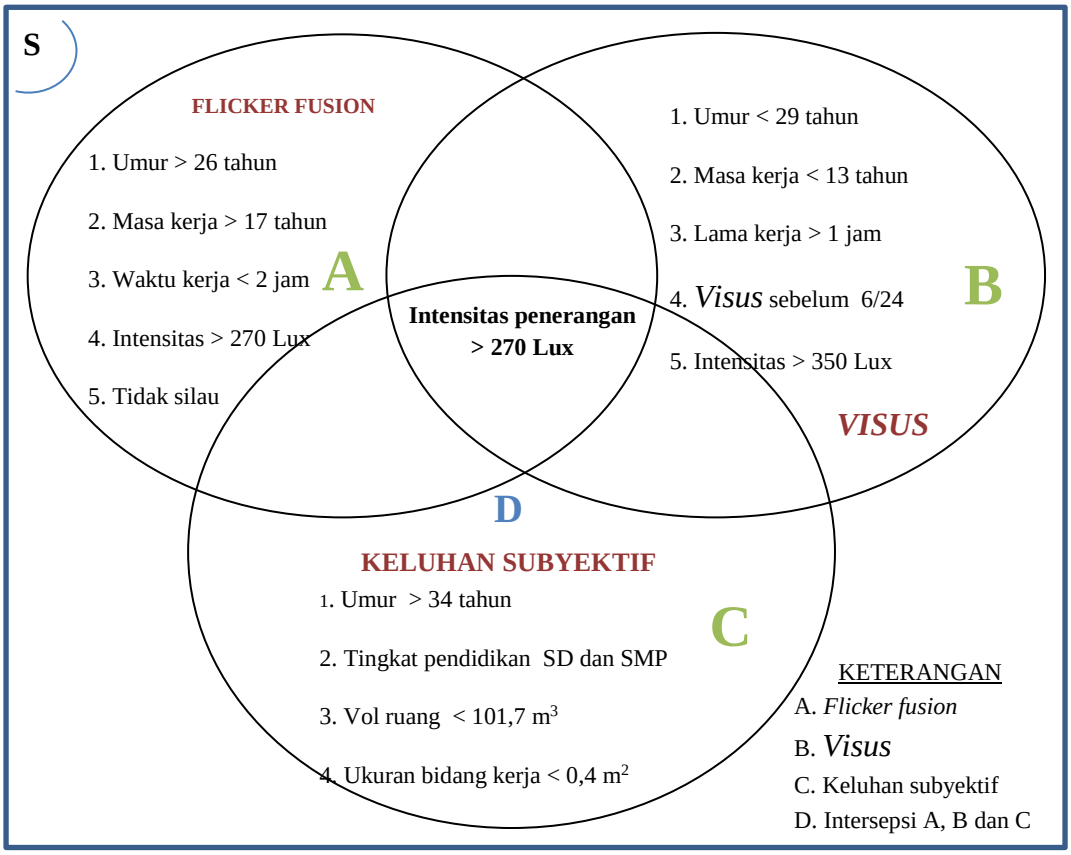
9. BF26 = max(0, UMUR - 20.000) max(0, 0.400 - O_UKURANBIDKRJA)

Artinya, koefisien BF26 akan bermakna jika pengrajin *karawo* mempunyai umur di atas 20 tahun dan menggunakan ukuran bidang kerja di bawah 0,4 m^2 maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF26) dapat meningkatkan nilai keluhan sebesar 0,523. Atau jika pengrajin *karawo* menggunakan ukuran bidang kerja di bawah 0,4 m^2 maka

keluhan akan naik sebesar [0,523(1)+1.090] Hz = 1.613. Hal ini mempunyai arti bahwa nilai keluhan 1.613 jika di ln(1.613) = 0.478 > 0 maka cenderung mata tidak lelah.

5.1.5 Faktor yang Mempengaruhi Standar Penerangan dan Besaran Standar berdasarkan Pengukuran *Flicker Fusion, Visus,* dan Keluhan Subyektif

Untuk menganalisis faktor yang mempengaruhi standar penerangan berdasarkan parameter *flicker fusion*, *visus* dan keluhan subyektif, maka dilakukan pemetaan seperti pada tabel 16 selanjutnya hasil pemetaan tersebut digambar dalam bentuk diagram *venn* (gambar 5.1)



Gambar 3. Standar Penerangan dan Variabel Prediktornya berdasarkan Pengukuran Flicker fusion, Visus dan Keluhan Subyektif

Visualisasi diagram *venn* sebagaimana digambarkan di atas, merupakan himpunan faktor yang mempengaruhi kelelahan mata masing-masing berdasarkan *flicker fusion*, *visus* (ketajaman mata) dan keluhan subyektif dengan standar tertentu sehingga dapat ditemukan stadarisasi penerangan yang diharapkan.

1) Himpunan A: Standar dan faktor yang dapat mempengaruhi kelelahan mata berdasarkan *flicker fusion.*

2) Himpunan B: Standar dan faktor yang dapat mempengaruhi kelelahan mata berdasarkan *visus*.

3) Himpunan C: Standar dan faktor yang dapat mempengaruhi kelelahan mata berdasarkan keluhan subyektif.

4) Himpunan D: Intersepsi (perpotongan) antara himpunan A, B dan C.

Diketahui pada gambar 5.1, himpunan S adalah standar penerangan pada pengrajin *karawo*. Himpunan A adalah standar penerangan berdasarkan pengukuran *flicker fusion*, anggotanya terdiri dari umur di atas 26 tahun, masa kerja di atas 17 tahun, Intensitas penerangan di atas 270 *lux*, tidak silau dan suhu ruangan dibawa 30^0C. Himpunan B adalah standar penerangan *Penerangan* berdasarkan pengukuran *Visus*, anggotanya terdiri dari umur di atas 29 tahun, masa kerja kurang dari 13 tahun, lama kerja lebih dari 1 jam, *visus* sebelum kerja 0,250, intensitas penerangan di atas 350 *lux*, warna *karawo* 2 (*pink*) dan motif *karawo* 2, 3, 4 warna benang. Himpunan C adalah standar penerangan *Penerangan* berdasarkan pengukuran keluhan subyektif, anggotanya terdiri dari umur di atas 20 tahun atau di atas 34 tahun, tingkat pendidikan SD dan SMP, volume ruang kerja di bawah dari 101,7 m^3, ukuran bidang kerja kurang dari 0,4 m^2, intensitas penerangan di atas 270 *lux*, jarak pandang lebih dari 15 cm dan motif karawo 2 warna benang.

Dalam diagram *venn*, anggota himpunan A berada pada kurva yang dibatasi oleh himpunan B dan himpunan C; anggota himpunan B berada pada kurva yang dibatasi oleh himpunan C dan himpunan A; dan anggota himpunan C berada pada kurva yang dibatasi oleh himpunan A dan himpunan B. Himpunan D intensitas penerangan di atas 270 adalah anggota himpunan dari A, B dan C. Hal tersebut menandakan bahwa anggota dari himpunan D merupakan faktor yang sangat berpengaruh sebagai penyebab terjadinya kelelahan mata pada pengrajin *karawo* di Kabupaten Gorontalo.

5.1.6. Hasil Observasi Keadaan Ruang Kerja Pengrajin Karawo

Data-data ruang kerja pengrajin karawo adalah luas ruangan (m), warna dinding ruangan, warna plafon ruangan, spesifikasi lampu yang digunakan oleh pengrajin

karawo, serta hasil pengukuran intensitas penerangan (lux) ruang kerja pengrajin karawo.

Pengumpulan data ruang kerja pengrajin karawo ini dilakukan secara langsung dilapangan dengan melihat kondisi ruang kerja pengrajin karawo. Adapun jumlah responden yang diambil sebanyak 10 orang pengrajin karawo yang tersebar di daerah kabupaten Gorontalo, kabupaten Bone Bolango dan kota Gorontalo. Data-data yang diperoleh sebagai berikut :

1. Data Luas dan Warna Ruang Kerja Pengrajin Karawo

Tabel 17. Hasil pengukuran luas ruang kerja pengrajin karawo

No. Resp.	**Luas Ruang (M)**			**Warna**		**Pemilik Rumah**
	Panjang	Lebar	Tinggi	Dinding	Plafon	
1	6	2.55	2.43	Krem	Coklat	Yunus Habu/Kab.Grtlo
2	5.35	2.85	2.73	Putih	Putih	Idrus Husain/Kab.Gtlo
3	5.85	2.64	2.57	Putih	Putih	Suko/Ram/Kab.Gtlo
4	6.45	3.37	2.80	Putih	Putih	Sabrin Mayulu/Gtlo
5	7.26	3	2.60	Putih	Putih	Hani Husain/Gtlo
6	7.18	2.95	2.80	Putih	Putih	Urmia Rahmula/Gtlo
7	6.89	2.6	2.80	Putih	Putih	Husain Naiyo/Bonbol
8	8.33	4.3	2.84	Krem	Putih	Djafar Nusi/ Bonbol
9	7.28	2.78	2.60	Kuning	Putih	Syamsul Karim/Bonbol

2) Data Spesifikasi Lampu serta Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo

Tabel 18. Spesifikasi lampu serta pengukuran intensitas penerangan ruang kerja pengrajin karawo

No. Resp.	**Spesifikasi lampu**			**Intensitas Penerangan**		**Pemilik Rumah**
	Merk	**Watt**	**Lumen**	**Iluminasi (Lux)**	**Luminasi (cd/m^2)**	
1	Philips (tornado)	23	1450 lm – 66 lm/w. (cool daylight)	53	20.45	Yunus Habu/Kab.Grtlo
2	Philips (Essential)	23	1420 lm – 62 lm/w. (cool daylight)	26	12.702	Idrus Husain/Kab.Gtlo
3	Panasonic	14	Daylight	28	12.05	Suko/Ram/Gtlo
4	Philips (tornado)	15	900 lm – 61 lm/w. (cool daylight)	56	20.195	Sabrin Mayulu/Gtlo
5	TL (sinar)	40	-	46	14.28	Hani Husain/Bonbol
6	Philips (tornado)	15	900 lm – 61 lm/w. (cool daylight)	54	19.99	Urmia Rahmula/Bonbol
7	Philips (tornado)	20	1200 lm – 61 lm/w. (cool daylight)	23	10.07	Husain Naiyo/Bonbol
8	Philips (tornado)	20	1200 lm – 61 lm/w. (cool daylight)	30	6.78	Djafar Nusi/ Bonbol
9	Philips (tornado)	24	1450 lm – 63 lm/w. (cool daylight)	43	14.36	Syamsul Karim/Bonbol

Tabel 19.Data Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo Pagi hari

No. Resp	Intensitas Penerangan		Standar Kualitas Penerangan (Lux)	Presentase Intensitas Penerangan (%)	Pemilik Rumah
	Iluminasi (Lux)	Luminasi (cd/m^2)			
1	53	20.45	270	19.63	Yunus Habu/Kab.Grtlo
2	26	12.702	270	9.63	Idrus Husain/Kab.Gtlo
3	28	12.05	270	10.37	Suko/Ram/Gtlo
4	56	20.195	270	20.74	Sabrin Mayulu/Gtlo
5	46	14.28	270	17.03	Hani Husain/Gtlo
6	54	19.99	270	20	Urmia Rahmula/Bonbol
7	23	10.07	270	8.52	Husain Naiyo/Bonbol
8	30	6.78	270	11.11	Djafar Nusi/ Bonbol
9	43	14.36	270	15.93	Syamsul Karim/Bonbol

Dari hasil pengukuran intensitas penerangan pada pagi hari (lihat tabel 19, Pengukuran intensitas penerangan menggunakan alat lux meter, lampu dihidupkan dan kondisi ruangan sesuai saat proses menyulam karawo berlangsung. Dalam pengukuran ruangan pengrajin karawo diambil rata-rata dari lima kali pengukuran pada ujung dan tengah-tengah ruangan. Diperoleh bahwa pada keadaan pagi hari intensitas penerangan responden 1 a/n : Yunus Habu/kabupaten Gorontalo sebesar 19.63%, responden 2 a/n : Idrus Husain/kabupaten Gorontalo sebesar 9.63%, responden 3 a/n : Suko Ram/kabupaten Gorontalo sebesar 10.37%, responden 4 a/n : Sabrin Mayulu/kota Gorontalo sebesar 20.74%, responden 5 a/n : Hani Husain/kota Gorontalo sebesar 17.03%, responden 6 a/n : Urmia Rahmula/kota Gorontalo sebesar 20%, responden 7 a/n : Husain Naiyo/kabupaten Bone Bolango sebesar 8.52%, responden 8 a/n : Djafar Nusi/kabupaten Bone Bolango sebesar 11.11% dan responden 9 a/n : Syamsul Karim/kabupaten Bone Bolango sebesar 15.93%.

Tabel 20. Data Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo Siang hari

No. Resp	Intensitas Penerangan		Standar Kualitas Penerangan (Lux)	Presentase Intensitas Penerangan (%)	Pemilik Rumah
	Iluminasi (Lux)	Luminasi (cd/m^2)			
1	78	20.45	270	28.89	Yunus Habu/Kab.Grtlo
2	59	12.702	270	21.85	Idrus Husain/Kab.Gtlo
3	61	12.05	270	22.59	Suko/Ram/Gtlo
4	92	20.195	270	34.07	Sabrin Mayulu/Gtlo
5	72	14.28	270	26.67	Hani Husain/Bonbol
6	81	19.99	270	30.00	Urmia Rahmula/Bonbol
7	58	10.07	270	21.48	Husain Naiyo/Bonbol
8	65	6.78	270	24.07	Djafar Nusi/ Bonbol
9	71	14.36	270	26.30	Syamsul Karim/Bonbol

Dari hasil pengukuran intensitas penerangan pada siang hari (lihat tabel 20), Pengukuran intensitas penerangan menggunakan alat lux meter, lampu dihidupkan dan kondisi ruangan sesuai saat proses menyulam karawo berlangsung. Dalam pengukuran ruangan diambil rata-rata dari lima kali pengukuran pada ujung dan tengah-tengah ruangan. Diperoleh bahwa pada keadaan siang hari intensitas penerangan responden 1 a/n : Yunus Habu/kabupaten Gorontalo sebesar 28.89%, responden 2 a/n : Idrus Husain/kabupaten Gorontalo sebesar 21.85%, responden 3 a/n : Suko Ram/kabupaten Gorontalo sebesar 22.59%, responden 4 a/n : Sabrin Mayulu/kota Gorontalo sebesar 34.07%, responden 5 a/n : Hani Husain/kota Gorontalo sebesar 26.67%, responden 6 a/n : Urmia Rahmula/kota Gorontalo sebesar 30%, responden 7 a/n : Husain Naiyo/kabupaten Bone Bolango sebesar 21.48%, responden 8 a/n : Djafar Nusi/kabupaten Bone Bolango sebesar 24.07% dan responden 9 a/n : Syamsul Karim/kabupaten Bone Bolango sebesar 26.30%.

Tabel 21. Data Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo Sore hari

No. Resp	Intensitas Penerangan		Standar Kualitas Penerangan (Lux)	Presentase Intensitas Penerangan (%)	Pemilik Rumah
	Iluminasi (Lux)	Luminasi (cd/m^2)			
1	50	20.45	270	18.52	Yunus Habu/Kab.Grtlo
2	24	12.702	270	8.89	Idrus Husain/Kab.Gtlo
3	26	12.05	270	9.63	Suko/Ram/Gtlo
4	51	20.195	270	18.89	Sabrin Mayulu/Gtlo
5	42	14.28	270	15.56	Hani Husain/Bonbol
6	52	19.99	270	19.26	Urmia Rahmula/Bonbol
7	20	10.07	270	7.41	Husain Naiyo/Bonbol
8	28	6.78	270	10.37	Djafar Nusi/ Bonbol
9	41	14.36	270	15.19	Syamsul Karim/Bonbol

Dari hasil pengukuran intensitas penerangan pada soore hari (lihat tabel 421), Pengukuran intensitas penerangan menggunakan alat lux meter, lampu dihidupkan dan kondisi ruangan sesuai saat proses menyulam karawo berlangsung. Dalam pengukuran ruangan diambil rata-rata dari lima kali pengukuran pada ujung dan tengah-tengah ruangan. Diperoleh bahwa pada keadaan sore hari intensitas penerangan responden 1 a/n : Yunus Habu/kabupaten Gorontalo sebesar 18.52%, responden 2 a/n : Idrus Husain/kabupaten Gorontalo sebesar 8.89%, responden 3 a/n : Suko Ram/kabupaten Gorontalo sebesar 9.63%, responden 4 a/n : Sabrin Mayulu/kota Gorontalo sebesar 18.89%, responden 5 a/n : Hani Husain/kota Gorontalo sebesar 15.56%, responden 6 a/n

: Urmia Rahmula/kota Gorontalo sebesar 19.26%, responden 7 a/n : Husain Naiyo/kabupaten Bone Bolango sebesar 7.41%, responden 8 a/n : Djafar Nusi/kabupaten Bone Bolango sebesar 10.37% dan responden 9 a/n : Syamsul Karim/kabupaten Bone Bolango sebesar 15.19%.

5.1.7. Penerapan Intensitas Cahaya Pada Ruang Kerja pengrajin Karawo

Perencanaan sistem penerangan diruang kerja pengrajin karawo, menggunakan metode perhitungan dengan indeks ruang.

1. Responden 1 a/n : Yunus Habu daerah kabupaten Gorontalo.

   Penentuan jenis dan pengaturan tata letak sumber penerangan ruang kerja yang berukuran 6 x 2.55 x 2.43 m.

   Menentukan jenis sumber penerangan menurut tabel dipilih sumber penerangan 2 x TL 65 W sehingga arus cahaya tiap armature sebesar 2 x 3000 lm = 6000 lm.

   Kuat penerangan standar ruang kerja adalah 270 Lux.

   Menentukan faktor refleksi.

   Pll – refleksi langit-langit

   pd – refleksi dinding

   pl – refleksi lantai

   digunakan pemasangan baru sistem penerangannya sehingga faktor refleksinya adalah :

   Pll = 0.7

   pd = 0.5

   pl = 0.1

   menghitung indeks ruang (k) :

$$k = \frac{\text{A}}{\text{t (P+L)}} = \frac{6 \text{ x } 2.55}{2.43\ (6+2.55)} = 0.74$$

   Menghitung efisisensi penerangan (ηp) berdasarkan tabel :

   Untuk k = 1, ηp = 0.53, untuk k = 2, ηp = 0.68

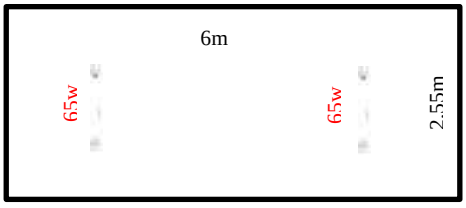
   Sehingga untuk k = 0.74, ηp = 0.53 + (0.68 - 0.53) 0.67 = 0.63

   Sehingga untuk menghitung banyak armature (n) :

$$k = \frac{1.25 \text{ E.A}}{\phi.\text{kp}}$$

$$k = \frac{1.25.270.\ 15.3}{6000\ (0,63.0,9)} = 1.52$$

Ditentukan banyak armatur 2 buah, tiap armatur berisi 1 TL @65W, dipasang 2 deret masing-masing 1 armatur. Berikut ini diberikan gambar tata letak lampu berdasarkan luas ruangan pengrajin karawo.



Gambar 4. Tata letak lampu responden 1

2. Responden 2 a/n : Idrus Husain daerah kabupaten Gorontalo.

Penentuan jenis dan pengaturan tata letak sumber penerangan ruang kerja yang berukuran 5.35 x 2.85 x 2.73 m.

Menentukan jenis sumber penerangan menurut tabel dipilih sumber penerangan 1 x TL 65 W sehingga arus cahaya tiap armature sebesar 2 x 3000 lm = 6000 lm.

Kuat penerangan standar ruang kerja adalah 270 Lux.

Menentukan faktor refleksi.

Pll – refleksi langit-langit

pd – refleksi dinding

pl – refleksi lantai

digunakan pemasangan baru sistem penerangannya sehingga faktor refleksinya adalah :

Pll = 0.7

pd = 0.5

pl = 0.1

menghitung indeks ruang (k) :

$$k = \frac{A}{t\ (P+L)} = \frac{5.35 \text{ x } 2.85}{2.73\ \ (5.35+2.85)} = 0.68$$

Menghitung efisisensi penerangan (ηp) berdasarkan tabel :

Untuk k = 1, ηp = 0.53, untuk k = 2, ηp = 0.68

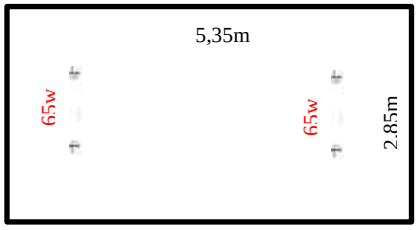
Sehingga untuk k = 0.74, ηp = 0.53 + (0.68 - 0.53) 0.67 = 0.63

Sehingga untuk menghitung banyak armature (n) :

$$k = \frac{1.25\ E.A}{\phi.kp}$$

$$k = \frac{1.25.270.\ 15,25}{6000\ (0,63.0,9)} = 1.51$$

Ditentukan banyak armatur 2 buah, tiap armatur berisi 1 TL @65W, dipasang 2 deret masing-masing 1 armatur. Berikut ini diberikan gambar tata letak lampu berdasarkan luas ruangan pengrajin karawo.



Gambar 5. Tata letak lampu responden 2

3. Responden 3 a/n : Suko/Ram daerah kabupaten Gorontalo.

Penentuan jenis dan pengaturan tata letak sumber penerangan ruang kerja yang berukuran 5.85 x 2.64 x 2.57 m.

Menentukan jenis sumber penerangan menurut tabel dipilih sumber penerangan 1 x TL 65 W sehingga arus cahaya tiap armature sebesar 2 x 3000 lm = 6000 lm.

Kuat penerangan standar ruang kerja adalah 270 Lux.

Menentukan faktor refleksi.

Pll – refleksi langit-langit

pd – refleksi dinding

pl – refleksi lantai

digunakan pemasangan baru sistem penerangannya sehingga faktor refleksinya adalah :

Pll = 0.7

pd = 0.5

pl = 0.1

menghitung indeks ruang (k) :

$$k = \frac{A}{t\ (P+L)} = \frac{5.85 \times 2.64}{2.57\ (5.85+2.64)} = 0.71$$

Menghitung efisisensi penerangan (ηp) berdasarkan tabel :

Untuk k = 1, ηp = 0.53, untuk k = 2, ηp = 0.68

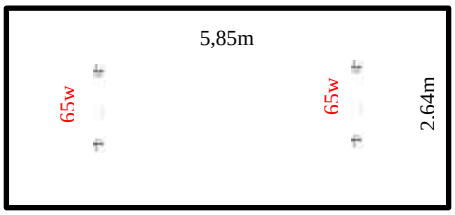
Sehingga untuk k = 0.74, ηp = 0.53 + (0.68 - 0.53) 0.67 = 0.63

Sehingga untuk menghitung banyak armature (n) :

$$k = \frac{1.25\ E.A}{\phi.kp}$$

$$k = \frac{1.25.270.\ 15.44}{6000\ (0{,}63.0{,}9)} = 1.53$$

Ditentukan banyak armatur 2 buah, tiap armatur berisi 1 TL @65W, dipasang 2 deret masing-masing 1 armatur. Berikut ini diberikan gambar tata letak lampu berdasarkan luas ruangan pengrajin karawo.



Gambar 6. Tata letak lampu responden 3

4. Responden 4 a/n : Sabrin Mayulu daerah Gorontalo.

Penentuan jenis dan pengaturan tata letak sumber penerangan ruang kerja yang berukuran 6.45 x 3.37 x 2.80 m.

Menentukan jenis sumber penerangan menurut tabel dipilih sumber penerangan 1 x TLF 65 W sehingga arus cahaya tiap armature sebesar 2 x 3000 lm = 6000 lm.

Kuat penerangan standar ruang kerja adalah 270 Lux.

Menentukan faktor refleksi.

Pll – refleksi langit-langit

pd – refleksi dinding

pl – refleksi lantai

digunakan pemasangan baru sistem penerangannya sehingga faktor refleksinya adalah :

Pll = 0.7

pd = 0.5

pl = 0.1

menghitung indeks ruang (k) :

$$k = \frac{A}{t\ (P+L)} = \frac{6.45 \text{ x } 3.37}{2.80\ \ (6.45+3.37\ )} = 0.79$$

Menghitung efisisensi penerangan (ηp) berdasarkan tabel :

Untuk k = 1, ηp = 0.53, untuk k = 2, ηp = 0.68

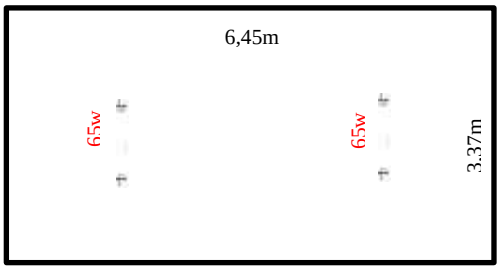
Sehingga untuk k = 0.74, ηp = 0.53 + (0.68 - 0.53) 0.67 = 0.63

Sehingga untuk menghitung banyak armature (n) :

$$k = \frac{1.25\ \text{E.A}}{\phi.\text{kp}}$$

$$k = \frac{1.25.270.\ 21{,}74}{6000\ (0{,}63.0{,}9)} = 2{,}16$$

Ditentukan banyak armatur 2 buah, tiap armatur berisi 1 TL @65W, dipasang 2 deret masing-masing 1 armatur. Berikut ini diberikan gambar tata letak lampu berdasarkan luas ruangan pengrajin karawo.



Gambar 7. Tata letak lampu responden 4

5. Responden 5 a/n : Hani Husain daerah Gorontalo.

Penentuan jenis dan pengaturan tata letak sumber penerangan ruang kerja yang berukuran 7.26 x 3 x 2.60 m.

Menentukan jenis sumber penerangan menurut tabel dipilih sumber penerangan 1 x TLF 65 W sehingga arus cahaya tiap armature sebesar 2 x 3000 lm = 6000 lm.

Kuat penerangan standar ruang kerja adalah 270 Lux.

Menentukan faktor refleksi.

Pll – refleksi langit-langit

pd – refleksi dinding

pl – refleksi lantai

digunakan pemasangan baru sistem penerangannya sehingga faktor refleksinya adalah :

Pll = 0.7

pd = 0.5

pl = 0.1

menghitung indeks ruang (k) :

$$k = \frac{A}{t\,(P+L)} = \frac{7.26 \text{ x } 3}{2.60\ \ (7.26 + 3)} = 0.82$$

Menghitung efisisensi penerangan (ηp) berdasarkan tabel :

Untuk k = 1, ηp = 0.53, untuk k = 2, ηp = 0.68

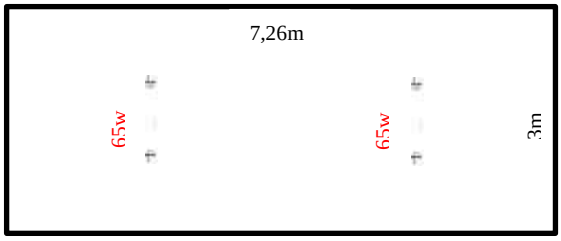
Sehingga untuk k = 0.74, ηp = 0.53 + (0.68 - 0.53) 0.67 = 0.63

Sehingga untuk menghitung banyak armature (n) :

$$k = \frac{1.25\ E.A}{\phi.kp}$$

$$k = \frac{1.25.270.\ \ 21.78}{6000\ (0{,}63.0{,}9)} = 2.16$$

Ditentukan banyak armatur 2 buah, tiap armatur berisi 1 TL @65W, dipasang 2 deret masing-masing 1 armatur. Berikut ini diberikan gambar tata letak lampu berdasarkan luas ruangan pengrajin karawo.



Gambar 8. Tata letak lampu responden 5

Responden 6 a/n : Urmia Rahmula daerah Gorontalo.

Penentuan jenis dan pengaturan tata letak sumber penerangan ruang kerja yang berukuran 7.18 x 2.95 x 2.80 m.

Menentukan jenis sumber penerangan menurut tabel dipilih sumber penerangan 1 x TLF 65 W sehingga arus cahaya tiap armature sebesar 2 x 3000 lm = 6000 lm.

Kuat penerangan standar ruang kerja adalah 270 Lux.

Menentukan faktor refleksi.

Pll – refleksi langit-langit

pd – refleksi dinding

pl – refleksi lantai

digunakan pemasangan baru sistem penerangannya sehingga faktor refleksinya adalah :

Pll = 0.7

pd = 0.5

pl = 0.1

menghitung indeks ruang (k) :

$$k = \frac{A}{t\,(P+L)} = \frac{7.18 \text{ x } 2.95}{2.80\ \ (7.18 + 2.95)} = 0.75$$

Menghitung efisisensi penerangan (ηp) berdasarkan tabel :

Untuk k = 1, ηp = 0.53, untuk k = 2, ηp = 0.68

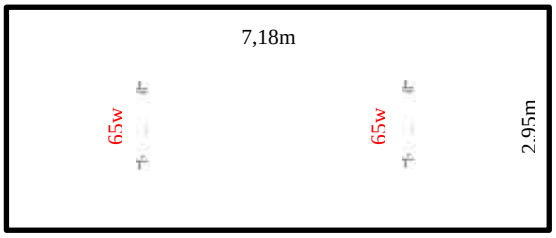
Sehingga untuk k = 0.74, ηp = 0.53 + (0.68 - 0.53) 0.67 = 0.63

Sehingga untuk menghitung banyak armature (n) :

$$k = \frac{1.25\ E.A}{\phi.kp}$$

$$k = \frac{1.25.270.\ \ 21.181}{6000\ (0{,}63.0{,}9)} = 2.10$$

Ditentukan banyak armatur 2 buah, tiap armatur berisi 1 TL @65W, dipasang 2 deret masing-masing 1 armatur. Berikut ini diberikan gambar tata letak lampu berdasarkan luas ruangan pengrajin karawo.



Gambar 9. Tata letak lampu responden 6

6. Responden 7 a/n : Husain Naiyo daerah Bone Bolango.

Penentuan jenis dan pengaturan tata letak sumber penerangan ruang kerja yang berukuran 6.89 x 2.6 x 2.80 m.

Menentukan jenis sumber penerangan menurut tabel dipilih sumber penerangan 2 x TLF 65 W sehingga arus cahaya tiap armature sebesar 2 x 3000 lm = 6000 lm.

Kuat penerangan standar ruang kerja adalah 270 Lux.

Menentukan faktor refleksi.

Pll – refleksi langit-langit

pd – refleksi dinding

pl – refleksi lantai

digunakan pemasangan baru sistem penerangannya sehingga faktor refleksinya adalah :

Pll = 0.7

pd = 0.5

pl = 0.1

menghitung indeks ruang (k) :

$$k = \frac{A}{t\,(P+L)} = \frac{6.89 \text{ x } 2.6}{2.80\ \ (6.89 + 2.6)} = 0.67$$

Menghitung efisisensi penerangan (ηp) berdasarkan tabel :

Untuk k = 1, ηp = 0.53, untuk k = 2, ηp = 0.68

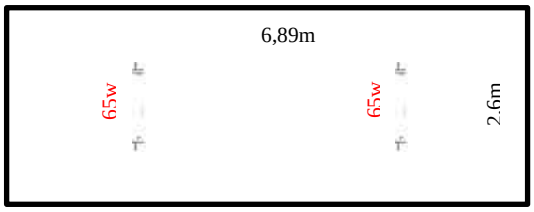
Sehingga untuk k = 0.74, ηp = 0.53 + (0.68 - 0.53) 0.67 = 0.63

Sehingga untuk menghitung banyak armature (n) :

$$k = \frac{1.25\ E.A}{\phi.kp}$$

$$k = \frac{1.25.270.\ 17.914}{6000\ (0{,}63.0{,}9)} = 1.78$$

Ditentukan banyak armatur 2 buah, tiap armatur berisi 1 TL @65W, dipasang 2 deret masing-masing 1 armatur. Berikut ini diberikan gambar tata letak lampu berdasarkan luas ruangan pengrajin karawo.



Gambar 10. Tata letak lampu responden 7

7. Responden 9 a/n : Djafar Nusi daerah Bone Bolango.

Penentuan jenis dan pengaturan tata letak sumber penerangan ruang kerja yang berukuran 8.33 x 4.3 x 2.84 m.

Menentukan jenis sumber penerangan menurut tabel dipilih sumber penerangan 2 x TLF 65 W sehingga arus cahaya tiap armature sebesar 2 x 3000 lm = 6000 lm.

Kuat penerangan standar ruang kerja adalah 270 Lux.

Menentukan faktor refleksi.

Pll – refleksi langit-langit

pd – refleksi dinding

pl – refleksi lantai

digunakan pemasangan baru sistem penerangannya sehingga faktor refleksinya adalah :

Pll = 0.7

pd = 0.5

pl = 0.1

menghitung indeks ruang (k) :

$$k = \frac{A}{t\,(P+L)} = \frac{8.33 \text{ x } 4.3}{2.84\ \ (8.33 + 4.3)} = 0{,}99$$

Menghitung efisisensi penerangan (ηp) berdasarkan tabel :

Untuk k = 1, ηp = 0.53, untuk k = 2, ηp = 0.68

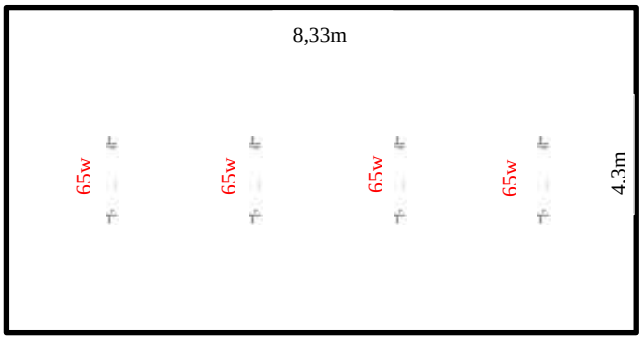
Sehingga untuk k = 0.74, ηp = 0.53 + (0.68 - 0.53) 0.67 = 0.63

Sehingga untuk menghitung banyak armature (n) :

$$k = \frac{1.25\ E.A}{\phi.kp}$$

$$k = \frac{1.25.270.35.819}{6000\ (0{,}63.0{,}9)} = 3.55$$

Ditentukan banyak armatur 4 buah, tiap armatur berisi 1 TL @65W, dipasang 4 deret masing-masing 1 armatur. Berikut ini diberikan gambar tata letak lampu berdasarkan luas ruangan pengrajin karawo.



Gambar 11. Tata letak lampu responden 8

8. Responden 2 a/n : Syamsul Karim daerah Bone Bolango.

Penentuan jenis dan pengaturan tata letak sumber penerangan ruang kerja yang berukuran 7.28 x 2.78 x 2.60 m.

Menentukan jenis sumber penerangan menurut tabel dipilih sumber penerangan 1 x TLF 65 W sehingga arus cahaya tiap armature sebesar 2 x 3000 lm = 6000 lm.

Kuat penerangan standar ruang kerja adalah 270 Lux.

Menentukan faktor refleksi.

Pll – refleksi langit-langit

pd – refleksi dinding

pl – refleksi lantai

digunakan pemasangan baru sistem penerangannya sehingga faktor refleksinya adalah :

Pll = 0.7

pd = 0.5

pl = 0.1

menghitung indeks ruang (k) :

$$k = \frac{A}{t\,(P+L)} = \frac{7.28 \text{ x } 2.78}{2.60\ (7.28 + 2.78)} = 0.77$$

Menghitung efisisensi penerangan (ηp) berdasarkan tabel :

Untuk k = 1, ηp = 0.53, untuk k = 2, ηp = 0.68

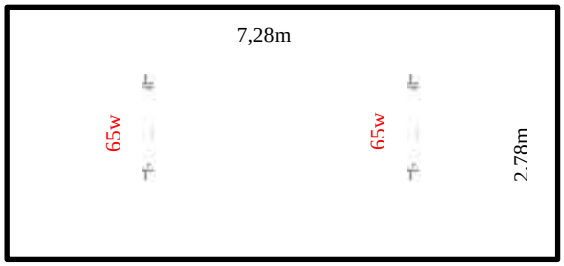
Sehingga untuk k = 0.74, ηp = 0.53 + (0.68 - 0.53) 0.67 = 0.63

Sehingga untuk menghitung banyak armature (n) :

$$k = \frac{1.25\ E.A}{\phi.kp}$$

$$k = \frac{1.25.270.20.24}{6000\ (0{,}63.0{,}9)} = 2.01$$

Ditentukan banyak armatur 2 buah, tiap armatur berisi 1 TL @65W, dipasang 2 deret masing-masing 1 armatur. Berikut ini diberikan gambar tata letak lampu berdasarkan luas ruangan pengrajin karawo



Gambar 12. Tata letak lampu responden 9

5.2. Luaran yang dicapai

Luaran yang dicapai dalam penelitian ini adalah HKI "**Desain Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo**" dengan no pencatatan: **000116827** sebagimana dicantumkan pada lampiran, Buku Ajar "**Intensitas Penerangan bagi Pengrajin Karawo**" dengan ISBN No. **978-602-6204-22-6** dan draft artikel yang telah masuk pada tahap revisi ke 2 pada Jurnal International bereputasi **TELKOMNIKA (Telecommunication,Computing, Electronics and Control)**, **ISSN: 1693-6930, e-ISSN : 2302-9293**, **Status: in review.**

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengukuran intensitas pencahayaan dari 9 (Sembilan) responden ruang kerja pengrajin karawo bervariasi dari 20 - 52 lux, hal ini menunjukkan bahwa intensitas pencahayaan diruang kerja pengrajin karawo tidak sesuai dengan standar, dalam hal ini berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh reni hiola, rama hiola, lanto moh kamil amali (2017) sebesar 270 lux.
2. Perhitungan sistem pencahayaan dari 9 (Sembilan) responden ruang kerja pengrajin karawo dengan luas ruangan yang berbeda-beda, diketahui untuk 8 ruangan dengan luas ruangan bervariasi dari 15,3 – 21,74 m^2 menggunakan armature sebanyak 2 buah sedangkan 1 ruang kerja pengrajin karawo dengan luas ruangan 35,82 m^2 menggunakan armature sebanyak 4 buah dengan spesifikasi lampu TL 2 x 65 watt 6000 lumen yang disusun sejajar pada panjang ruangan kerja pengrajin karawo. Diharapkan akan menghasilkan intensitas pencahayaan mencapai 270 lux sesuai yang direkomendasikan.

6.2 Saran

Mengingat pentingnya hasil yang diperoleh dalam pelaksanaan penelitian ini, maka peneliti menyarankan beberapa hal, yaitu :

1. Pentingnya melanjutkan kegiatan penelitian ini secara lebih meluas untuk dapat meningkatkan produktivitas kerja pengrajin karawo sebagai upaya penguatan budaya daerah Gorontalo.
2. Kepada Pemerintah Daerah agar dapat memberikan perhatian pada kesehatan dan produktivitas kerja pengrajin karawo melalui anggaran di PEMDA.

DAFTAR PUSTAKA

Djalaluddin. 2000. Metode Penelitian Komunikasi. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.

Guyton, A.C. 1991. Fisiologi Kedokteran II, Diterjemahkan oleh Adji Dharma, Jakarta: EGC Buku Kedokteran

Prabu, 2009. Sisten dan Standar Pencahayaan Ruang, http://putraprabu. wordpress.com/2012/03/06/sistem-dan-standar-pencahayaan-ruang. Diakses pada tanggal 6 Februari 2014.

Suma'mur. 2009. Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan. Jakarta. Haji Masagung.

Suma'mur Pk, 1989, Ergonomi untuk Produktivitas Kerja. CV Haji Masagung

Lampiran 1. Instrumen Penelitian

Tabel 1. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Karakteristik Pengrajin

Variabel	Statistik			
	Min	Max	Mean	Standar Deviasi
Umur pengrajin (tahun)				
Masa kerja (tahun)				
Waktu kerja (jam)				
Visus sebelum kerja				
Flicker fusion sebelum kerja (Hz)				
Jarak pandang (cm)				
Jumlah responden ……. orang				

Tabel 2. Deskripsi Tingkat Pendidikan dan Penggunaan Kacamata Pengrajin Karawo

Variabel		Frekuensi	Frekuensi (%)
Tingkat pendidikan	SD		
	SMP		
	SMA		
	S1		
Total			
Penggunaan kacamata	Ya		
	Tidak		
Total			

Tabel 3. Deskripsi Pengrajin Karawo berdasarkan Ruang Kerja Pengrajin

Variabel	Statistik			
	Minimum	Maximum	Mean	Standar Deviasi
Volume Ruangan (m^2)				
Ukuran Bidang Kerja (m^3)				
Suhu Ruang Kerja (^0C)				

Tabel 4. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Warna Dinding

Pengrajin *Karawo*		Frekuensi	Persentase (%)
Warna Dinding	Putih		
	Berwarna		
Total			

Tabel 5. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Pencahayaan Ruang Kerja

Pengrajin *Karawo*		Frekuensi	Persentase (%)
Kesilauan	Tidak Silau		
	Silau		
Total			
Arah Sinar	Sesuai		
	Tidak Sesuai		
Total			

Tabel 6. Distribusi Pengrajin Karawo berdasarkan Bahan/Materi yang Dikerjakan

Variabel		Frekuensi	Persentase (%)
Warna *Karawo*	1 Krem		
	2 Pink		
	3 Hitam		
	4 Kuning		
Total			
Variabel		Frekuensi	Persentase (%)
Motif *Karawo*	1 warna		
	2 warna		
	3 warna		
	4 warna/lebih		
Total			
Silau Kain	Silau		
	Tidak Silau		
Total			

Tabel 7. Hasil pengukuran luas ruang kerja pengrajin karawo

No. Resp.	**Luas Ruang (M)**			**Warna**		**Pemilik Rumah**
	Panjang	Lebar	Tinggi	Dinding	Plafon	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

Tabel 8. Spesifikasi lampu serta pengukuran intensitas penerangan ruang kerja pengrajin karawo

No. Resp.	**Spesifikasi lampu**			**Intensitas Penerangan**		**Pemilik Rumah**
	Merk	**Watt**	**Lumen**	**Iluminasi (Lux)**	**Luminasi (cd/m^2)**	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

Tabel 9. Data Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo Pagi hari/Siang hari dan Malam hari

No. Resp	Intensitas Penerangan		Standar Kualitas Penerangan (Lux)	Presentase Intensitas Penerangan (%)	Pemilik Rumah
	Iluminasi (Lux)	Luminasi (cd/m^2)			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Lampiran 2. Personalita Tenaga Pelaksana beserta Kualifikasinya.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP KETUA PENELITI

A. IDENTITAS DIRI

1	Nama Lengkap	Dr. Reni Hiola, Dra., M.Kes
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP	19540324 198503 2 001
5	NIDN	0024035404
6	Tempat/Tgl Lahir	Gorontalo,24 Maret 1954
7	e-mail	hiola.reni@gmail.com
8	No. Telp/HP	08114385401
9	Alamat Kantor	Universitas Negeri Gorontalo (Kampus 3) Jl. Prof. Dr.Jhon Ario Katili No.44 Kota Gorontalo
10	Telp/Faks	(0435) 821698/(0435)821698
11	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 >200 orang
12	Mata kuliah yang Diampu	1. Dasar-dasar Kesehatan Kerja (S1)
		2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (S1)

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

	S-1	S-2	S3
Perguruan Tinggi	IKIP Negeri Manado	Universitas Airlangga	Universitas Airlangga
Bidang Ilmu	Pendidikan Biologi	Kesehatan dan	Kesehatan dan
Tahun masuk-lulus	1981	Keselamatan Kerja	Keselamatan Kerja

C. PENGALAMAN PENELITIAN DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2010	Studi Tentang Pelayanan Tenaga Kesehatan di	Mandiri	
2	2013	Puskesmas Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara	Mandiri	
3	2014	Standar Penerangan Toheren dan Faktor Mempengaruhi	Mandiri	

D. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp).
1	2011	Pelatihan Budidaya Tanaman Hortikultura bagi Masyarak di Desa Bandungrejo Kecamatan Boliyohuto Kabupaten Gorontalo	DIPA Fakultas Olahraga & Kesmas	10
2	2012	Teknologi Komposting dan Pupuk Organik Granul	DIPA Fakultas Olahraga & Kesmas	10
3	2014	Teknologi Pembuatan Pupuk Kompos dari Sampah Rumah	DIPA Fakultas Olahraga & Kesmas	5
4	2014	Tangga di Desa Topi Kecamatan Biau Kabupaten	DIPA Fakultas Olahraga & Kesmas	5

E. PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL 5 TAHUN TERAKHIR

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1			

F. PEMAKALAH SEMINAR ILMIAH (*Oral Presentation*) DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	The 1st International Semina Public Health Education (ISPHE) 2014	Toheren Lighting Standard an Factors Affecting EyeFatigue for The Karawo Craftsmen in Gorontalo District	2 September 2014 Grand Candi Hotel Semarang

G. KARYA BUKU DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit	ISBN
Roni Hiola	Sistem Pencahayaan Toheren Pada Pengrajin Karawo Gorontalo	2014	120 hal	LeutikaBooks	978-602-9420-82-1

H. PENGHARGAAN DALAM 10 TAHUN TERAKHIR

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Piagam Tanda Kehormatan Satyalencana Karya Satya 20 dan 30 Tahun dalam melaksanakan tugas sebagai PNS	Presiden RI Dr. H. Susilo Bambang Yudhoyono	2013

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi.

Gorontalo, 27 November 2018
Pengusul,

Dr. Roni Hiola, Dra.M.Kes

DAFTAR RIWAYAT HIDUP ANGGOTA PENELITI

A. IDENTITAS DIRI

1	Nama Lengkap	Dr. Rama Hiola, Dra., M.Kes
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP	19540324 198103 2 001
5	NIDN	0024035403
6	Tempat/Tgl Lahir	Gorontalo,24 Maret 1954
7	e-mail	hiola.rama@gmail.com
8	No. Telp/HP	085240021922
9	Alamat Kantor	Universitas Negeri Gorontalo (Kampus 3) Jl. Prof. Dr.Jhon Ario Katili No.44 Kota Gorontalo
10	Telp/Faks	(0435) 821698/(0435)821698
11	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 >200 orang
12	Mata kuliah yang Diampu	1. Biostatistik Inferensial (S1)
		2. Dasar-dasar Biostatistik (S1)
		3. Manajemen Data Epidemiologi (S1)
		4. Aplikasi Komputer (S1)

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

	S-1	**S-2**	**S3**
Perguruan Tinggi	IKIP Negeri Manado	Universitas Airlangga	Universitas Airlangga
Bidang Ilmu	Pendidikan Matematika	Biostatistika	Biostatistika
Tahun masuk-lulus	1981	2001	2013
Judul skripsi/thesis/disertasi	Beberapa Masalah yang Dihadapi Guru Dalam Hal Pengadaan dan Penggunaan Alat Peraga Terhadap Pengajaran Matematika Se-Kabupaten DATI II Gorontalo	Analisis Fungsi Transfer (Aplikasi pada Pasien Rawat Inap di RSUD Kota Gorontalp	Pengembangan Model Pohon Klasifikasi Menggunakan *Bootstrap Ensemble* Pada Kasus Diabetes Mellitus RSUD M.M. Dunda Kabupaten Gorontalo

C. PENGALAMAN PENELITIAN DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

No	**Tahun**	**Judul Penelitian**	**Pendanaan**	
			Sumber	**Jumlah (Juta Rp)**
1	2011	Perilaku Remaja Obesitas Dalam Hubungannya dengan Konsep Diri	Hibah PNBP Lemlit UNG	4
2	2012	Hubungan Antara Kebersihan dan Pemakaian Alat Pelindung Diri dengan Kejadian Penyakit Kulit Pada Petugas TPA Tanjung Keramat Kota Gorontalo	Hibah PNBP FIKK	5
3	2013	Pengembangan Model Klasifikasi Menggunakan Cart Arcing Pada Kejadian Diabetes Mellitus di RSUD Dr. M.M. Dunda Kabupaten Gorontalo	DIKS/Rutin	4
4	2014	Model Kesejahteraan Masyarakat Nelayan Kawasan Pesisir Kabupaten Gorontalo Utara	Dikti	50

D. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

No	**Tahun**	**Judul Pengabdian Kepada Masyarakat**	**Pendanaan**	
			Sumber	**Jumlah (Juta Rp).**
1	2010	Pembuatan Fermentasi Susu Jagung	Mandiri	10
2	2010	Pemberdayaan Desa Siaga dalam Kesehatan Ibu dan A nak	Mandiri	10
3	2011	Pelatihan *Classification And Regression Tree* (CARTpac a Analisis Statistik Multivariate	PNBP UNG	3

4	2014	Pemanfaatan Cairan Jeruk Nipis dan Soda Abu Dalam Pembuatan Sabun Cuci Piring	Mandiri	5

PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL 5 TAHUN TERAKHIR

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	Ensemble Method Of Classification Tree On Diabetes Mellitus Patient Dr. M.M. Dunda Hospital Of Gorontalo	Journal of Health, Sport and Tourism	Vol. 5. No. 1, 2014

E. PEMAKALAH SEMINAR ILMIAH (*Oral Presentation*) DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Kongres Nasional Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia (IAKMI) Ke-12"	Pengembangan Model Bootstrap Ensemble Pohon Klasifikasi Kasus Diabetes Mellitus	5-7 Sept 2013 di Kupang, NTT
2	The 1st International Seminar Public Health Education (ISPHE) 2014	Model Of Fishing Communities Welfare In Coastal Area In Gorontalo Utara District	2 September 2014 di Grand Candi Hotel, Semarang

F. KARYA BUKU DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit	ISBN
Rama Hiola	Pengembangan Model Bootstrap Ensemble Pohon Klasifikasi Kasus Diabetes Mellitus	2014	136 hal	LeutikaBooks	978-602-9420-43-2
Rama Hiola, Herlina Jusuf, Bambang Widjanarko Otok	Metode Regresi Terapan Untuk Ilmu Kesehatan	2014	187 hal	Deepublish (CV Budi Utama)	978-602-2803-14-0

G. PENGHARGAAN DALAM 10 TAHUN TERAKHIR

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Pingam Tanda Kehormatan Satyalancana Karya Satya 20 dan 30 Tahun dalam melaksanakan tugas sebagai PNS	Presiden RI Dr. H. Susilo Bambang Yudhoyono	2013

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi.

Gorontalo, 26 November 2018
Pengusul,

Rama Hiola

DAFTAR RIWAYAT HIDUP ANGGOTA PENELITI

A. IDENTITAS DIRI

1	Nama Lengkap	Lanto Mohamad Kamil Amali.,ST.,MT
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor
4	NIP	197704042001121001
5	NIDN	0004047704
6	Tempat/Tgl Lahir	Gorontalo/ 4 April 1977
7	e-mail	Kamilamali77@gmail.com
8	No. Telp/HP	085240073797
9	Alamat Kantor	Jl. Jend.Sudirman No.6 Kota Gorontalo
10	Telp/Faks	0435-821125/ 0435-821183
11	Lulusan yang telah dihasilkan	D3 = 12 Orang
12	Mata kuliah yang Diampu	1. Pembangkit Tenaga Listrik
		2. Dasar Teknik Tenaga Listrik
		3. Iluminasi dan Instalasi Listrik
		4. Instalasi Teknik Tenaga Listrik

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

	S-1	**S-2**
Perguruan Tinggi	Universitas Muhammadiyah Jakarta	Universitas Hasanuddin-Makassar
Bidang Ilmu	Teknik Tenaga Listrik	Teknik Energi Listrik
Tahun masuk-lulus	1995-2000	2007-2009
Judul skripsi/thesis/disertasi	Analisa Penentuan Lokasi Kapasitor Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV di Daerah kerja PT.PLN (Persero) Distribusi Jakarta Raya dan Tangerang	Pemetaan Intensitas Polusi Pada Isolator Jaringan Transmisi
Nama Pembimbing/Promotor	1. Ir. Bambang Hermawanto., M.Sc 2. Ir. Erwin Dermawan., M.Sc	1. Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arief.,Dipl.Ing 2. Prof. Dr.Ir. H. Salama Manjang.,MT

C. PENGALAMAN PENELITIAN DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

No	**Tahun**	**Judul Penelitian**	**Pendanaan**	
			Sumber	**Jumlah (Juta Rp)**
1	2009	Pemodelan dan Pengendalian Motor Listrik Tipe Dripproof	Mandiri	2,5
2	2010	Kajian Intensitas Polusi Terhadap Profil Isolator Keramik Pasangan Luar di PT. semen Tonasa	Mandiri	3,5
3	2011	Pemetaan Intensitas Polusi Pada Isolator Jaringan Distribusi 20 kV Berdasarkan Nilai ESDD dan NSDD	Hibah PNBP Lemlit UNG	7,5
4	2011	Pemetaan Sumber Daya Lab.Teknik Elektro UNG sebagai Analisis Kebutuhan Pengembangan Lab. Yang Ideal	Hibah PNBP Lemlit UNG	17,5
5	2011	Pemetaan Energi Potensial Mikrohidro Pada DAS dalam Menunjang Desa Mandiri Energi di propinsi Gorontalo (Tahap 1)	Hibah Bersaing DIKTI	40
6	2012	Pemetaan Energi Potensial Mikrohidro Pada DAS dalam Menunjang Desa Mandiri Energi di propinsi Gorontalo (Tahap 2)	Hibah Bersaing DIKTI	40
7	2013	Kajian Pemanfaatan HIBRID Energi Terbarukan Sebagai Energi Alternatif Dalam Menunjang Program Agropolitan Di Propinsi Gorontalo (Tahap 1)	Hibah Pekerti DIKTI	69,5
8	2014	Kajian Pemanfaatan HIBRID Energi Terbarukan Sebagai Energi Alternatif Dalam Menunjang Program	Hibah Pekerti DIKTI	65

		Agropolitan Di Propinsi Gorontalo (Tahap 2)		

D. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp).
1	2010	Panitia Publikasi Karya Kreativitas Dosen dan Mahasiswa	DIPA Fakultas Teknik UNG	10
2	2011	Panitia Pelaksanaan Bakti Sosial Teknik Elektro di Desa Polohungo, Kec. Limboto Kab. Gorontalo	HMJ Teknik Elektro dan Jur. Teknik Elektro	10
3	2011	Pelatihan Komputer Aplikasi di SMK Negeri 1 Batudaa, Kab. Gorontalo	DIPA Fakultas Teknik UNG	5
4	2012	Pelatihan pemeliharaan dan perawatan PLTMH Di Desa Dulamayo Selatan	DIPA Fakultas Teknik UNG	5

E. PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL 5 TAHUN TERAKHIR

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	Pemodelan dan Pengendalian Motor Listrik Tipe Dripmot"	Jurnal Teknik, Universitas Negeri Gorontalo	Vol.7/No.2/2009
2	Kajian Intensitas Polusi Terhadap Profil Isolator Keramik Pasangan Luar di PT. semen Tonasa	Jurnal Teknik,Universitas Negeri Gorontalo	Vol. 8/No. 1/2010
3	Pemetaan Intensitas Polusi Pada Isolator Jaringan Transmisi	Jurnal Foristek, Universitas Tadulako	Vol 1/No.1/2011

F. PEMAKALAH SEMINAR ILMIAH (*Oral Presentation*) DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	The 1st National Conference on Industrial Electrical and Electronic"	Kajian Intensitas Polusi dan Hubungannya Terhadap Profil Isolator jaringan Transmisi di PT Semen Tonasa	Desember 2010 Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon-Banten
2	In The Second International Conference On Natural Sciences and Geological Aspects Of Gorontalo	Pemetaan Energi Potensial Mikrohidro Pada DAS dalam Menunjang Desa Mandiri Energi di Propinsi Gorontalo	12 Oktober 2011 Universitas Negeri Gorontalo -Gorontalo
3	Seminar Teknik Elektro dan Informatika SNTEI 2012	Kajian Potensi Energi Listrik Mikrohidro Dalam Menunjang Terwujudnya Desa Mandiri Energi	Maret 2012 Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi

Gorontalo, 26 November 2018
Pengusul,

Lantu M. Kamil Amali

Lampiran 3. Artikel HKI & Sertifikat HKI

DESAIN PENERANGAN RUANG KERJA PENGRAJIN KARAWO

Lanto Mohamad Kamil Amali[1)], Reni Hiola[2)], Rama Hiola[3)]
[1)] Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo.
[2,3)] Fakultas Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan, Universitas Negeri Gorontalo
Jalan. Jend. Sudirman No.6 Gorontalo, Indonesia. tel: +62 85240073797; fax:(0435)821752
e-mail: kamilamali77@gmail.com

Abstrak

Karawo atau kerawang adalah sulam khas yang hanya ada di Gorontalo, cara pembuatannya memerlukan ketelitian luar biasa, tidak hanya butuh kesabaran saja akan tetapi juga membutuhkan ketajaman penglihatan pengrajin, olehnya kerajinan sulam ini hanya dilakukan pada siang hari, karena membutuhkan pencahayaan yang terang, apalagi jika kain yang akan disulam berwarna gelap. Hasil penelitian terdahulu memberikan data intensitas cahaya yang sesuai bagi pengrajin karawo adalah 270 lux (Hiola, R. et al, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan spesifikasi lampu serta tata letak lampu pada ruang kerja pengrajin karawo sehingga menghasilkan intensitas cahaya sebesar 270 lux. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitiain ini adalah observasi, pengukuran dan implementasi langsung standar pencahayaan 270 lux pada ruang kerja pengrajin karawo. Hasil pengukuran pencahayaan pada 9 (Sembilan) ruang kerja pengrajin karawo menunjukan bahwa standar penerangan ruang kerja pengrajin karwo bervariasi dari 20 - 52 lux. Untuk menghasilkan standar penerangan yang direkomendasikan sebesar 270 lux maka berdasarkan perhitungan diperoleh spesifikasi lampu yang digunakan adalah lampu TL 2 x 65 watt dengan banyaknya armature adalah 2 buah untuk 8 ruang kerja yang disusun sejajar pada panjang ruangan kerja pengrajin karawo. 1 ruang kerja lainnya menggunakan lampu TL 2 x 65 dengan banyaknya armature yang digunakanadalah 4 buah disusun sejajar pada panjang ruangan kerja pengrajin karawo.

Kata Kunci : Ruang Kerja Karawo, Pencahayaan, Tata Letak Lampu.

PENDAHULUAN

Sulaman adalah salah satu teknik kreasi menghias pada kain polos atau kain tenunan polos dengan cara menggunakan tusuk hias dan variasinya, yang mempunyai bentuk dan ukuran yang teratur dengan menggunakan berbagai macam jenis benang berwarna dan sesuai motif selera si pemakai/pengrajin. Menyulam istilah menjahit yang berarti menjahitkan benang searah dekorasi (Ernawati. 2008).

Bagi masyarakat melayu, sulam sudah dikenal sejak berabad-abad yang lalu. Sulam menjadi lambang kebijakan kepribadian kaum perempuan. Kain sulam begitu melekat pada kehidupan dan sosial budaya masyarakat Nusantara. Karawo sebagai salah satu jenis sulaman adalah identitas masyarakat Gorontalo yang tak lekang dimakan zaman. (Hasdiana, et al., 2013). Industri sulaman *karawo* merupakan seni kerajinan tangan yang sedang berkembang di propinsi Gorontalo sejak abad 17 sekitar tahun 1713. Data pengrajin *karawo* di Dinas Perindustrian dan Koperasi kabupaten Gorontalo pada tahun 2010 telah mencapai 67 usaha yang terbentuk kelompok pengrajin sentra tujuannya untuk memudahkan pembinaan pengembangan industri kerajinan *karawo*. Ada dua aspek utama dalam rangka pengembangan usaha supaya produksi meningkat yaitu pekerja dan lingkungan kerja.Digambarkan bahwa faktor lingkungan kerja sangat berpengaruh terhadap performansi kerja yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap produktivitas kerja. Kualitas lingkungan kerja yang baik dan sesuai dengan kondisi manusia sebagai pekerja akan mendukung kinerja dalam produktivitas. Pengendalian faktor lingkungan kerja seperti kebisingan, temperatur dan penerangan merupakan suatu masalah yang harus ditangani secara serius dan berkesinambungan.

Salah satu unsur fisik dalam tata lingkungan kerja adalah penerangan. Penerangan yang cukup akan menambah semangat pekerja, karena mereka dapat lebih cepat menyelesaikan pekerjaan atau tugas-tuganya, matanya tidak mudah lelah karena cahaya yang terang atau sesuai standar yang direkomendasikan dan kesalahan-kesalahan data dihindari. Gloria (2017) menyatakan bahwa intensitas penerangan yang kurang dapat menyebabkan gangguan visibilitas

dan *eyestrain*, sebaliknya penerangan yang berlebihan dapat menyebabkan *glare, visibility,* dan *eyestrain.* Menurut Grandjean (1997) penerangan yang tidak didesain dengan baik akan menimbulkan gangguan atau kelelahan selama bekerja.

Hasil penelitian terdahulu memberikan data intensitas cahaya yang sesuai bagi pengrajin karawo adalah 270 lux (Hiola et al, 2017). Akan tetapi survey awal di lokasi pengrajin karawo menunjukkan penerangan ruang kerja rata-rata kurang dari standar 270 lux dan tidak merata. Mengingat bahwa kerajinan karawo merupakan kerajinan khas daerah Gorontalo yang harus terus dilestarikan, maka menciptakan kondisi ruang kerja yang nyaman bagi pengrajin karawo menjadi hal penting yang perlu mendapat perhatian bersama dari berbagai pihak. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan intensitas penerangan 270 lux pada ruang kerja pengrajin karawo di Propinsi Gorontalo.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode observasi langsung pada ruang kerja pengrajin karawo. Peneliti melakukan pengukuran, pencatatan secara sistematik terhadap ruang kerja pengrajin karawo. Pengamatan pengukuran dan pencatatan dilakukan terhadap pengrajin karawo diruang kerjanya sehingga pengrajin berada di obyek (ruang kerja) yang sedang diukur. Pengukuran intensitas penerangan menggunakan alat ukur lux meter type KW06-291 merek Kris Bow. Pengukuran dilakukan pada saat pengrajin karawo melakukan aktifitas menyulamnya. Dalam pengukuran diambil rata-rata dari lima kali pengukuran pada ujung dan tengah-tengah ruangan.

Selanjutnya, metode perhitungan untuk menetukan keperluan penerangan didalam ruang kerja digunakan metode perhitungan indeks ruang (k). indeks ruangan atau indeks bentuk k menyatakan perbandingan antar ukuran-ukuran utama suatu ruangan berbentuk bujur sangkar :

$$K = \frac{p\ l}{t\ (p+l)}$$

keterangan : P : Panjang ruangan (m)
L : lebar ruangan (m)
T : tinggi ruangan (m)

Jika k tidak terdapat secara tepat pada tabel sistem penerangan,efisiensi, dan depresiasi yang sudah ada, maka efisiensi penerangan (η_p) diperoleh dengan interpolasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Pencahayaan Ruang Kerja Pengrajin Karawo

Hasil pengukuran intensitas pencahayaan dari 9 (Sembilan) responden ruang kerja pengrajin karawo ditunjukkan melalui Tabel 1, Tabel 2d an Tabel 3. Nampak pada tabel tersebut,intesitas pencahayaan masing-masing ruang kerja pengrajin karawo masih dibawah standar yang direkomendasikan yakni sebesar 270 lux atau presentase intensitas penerangannya sekitar 7.41 % - 34.07%. Pada Tabel 1 dapat dilihat hasil pengukuran intensitas penerangan ruang kerja pengrajin karawo pagi hari

Tabel 1. Data Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo Pagi hari

No. Resp	Intensitas Penerangan		Standar Kualitas Penerangan (Lux)	Presentase Intensitas Penerangan (%)	Pemilik Rumah
	Iluminasi (Lux)	Luminasi (cd/m^2)			
1	53	20.45	270	19.63	Yunus Habu/Kab.Grtlo
2	26	12.702	270	9.63	Idrus Husain/Kab.Gtlo
3	28	12.05	270	10.37	Suko/Ram/Gtlo
4	56	20.195	270	20.74	Sabrin Mayulu/Gtlo
5	46	14.28	270	17.03	Hani Husain/Gtlo

6	54	19.99	270	20	Urmia Rahmula/Bonbol
7	23	10.07	270	8.52	Husain Naiyo/Bonbol
8	30	6.78	270	11.11	Djafar Nusi/ Bonbol
9	43	14.36	270	15.93	Syamsul Karim/Bonbol

Data pada Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa intensitas penerangan ruang kerja pengrajin karawo tidak sesuai dengan standard intensitas yang ditentukan, selanjutnya pengukuran intensitas penerangan ruang kerja pengrajin karawo siang hari dapat dilihat pada Tabel 2 Berikut ini.

Tabel 2. Data Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo Siang hari

No. Resp	Intensitas Penerangan		Standar Kualitas Penerangan (Lux)	Presentase Intensitas Penerangan (%)	Pemilik Rumah
	Iluminasi (Lux)	Luminasi (cd/m^2)			
1	78	20.45	270	28.89	Yunus Habu/Kab.Grtlo
2	59	12.702	270	21.85	Idrus Husain/Kab.Gtlo
3	61	12.05	270	22.59	Suko/Ram/Gtlo
4	92	20.195	270	34.07	Sabrin Mayulu/Gtlo
5	72	14.28	270	26.67	Hani Husain/Bonbol
6	81	19.99	270	30.00	Urmia Rahmula/Bonbol
7	58	10.07	270	21.48	Husain Naiyo/Bonbol
8	65	6.78	270	24.07	Djafar Nusi/ Bonbol
9	71	14.36	270	26.30	Syamsul Karim/Bonbol

Tabel 2 di atas juga menunjukkan bahwa intensitas penerangan ruang kerja pengrajin karawo di siang hari tidak sesuai dengan standard intensitas penerangan yang telah ditentukan yaitu 270 lux. Selanjutnya intensitas penerangan pada sore hari sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo Sore hari

No. Resp	Intensitas Penerangan		Standar Kualitas Penerangan (Lux)	Presentase Intensitas Penerangan (%)	Pemilik Rumah
	Iluminasi (Lux)	Luminasi (cd/m^2)			
1	50	20.45	270	18.52	Yunus Habu/Kab.Grtlo
2	24	12.702	270	8.89	Idrus Husain/Kab.Gtlo
3	26	12.05	270	9.63	Suko/Ram/Gtlo
4	51	20.195	270	18.89	Sabrin Mayulu/Gtlo
5	42	14.28	270	15.56	Hani Husain/Bonbol
6	52	19.99	270	19.26	Urmia Rahmula/Bonbol
7	20	10.07	270	7.41	Husain Naiyo/Bonbol
8	28	6.78	270	10.37	Djafar Nusi/ Bonbol
9	41	14.36	270	15.19	Syamsul Karim/Bonbol

Tabel 3 menunjukkan bahwa intensitas penerangan ruang kerja pengrajin karawo tida sesuai dengan standar yang ditentukan yaitu 270 lux. Selain tidak sesuai dengan standard intensitas penerangan sebesar 270 lux, Armature lampu yang digunakan untuk setiap ruang

kerja pengrajin karawo hanya 1 buah armature dengan tipe lampu dan lumen yang bervariasi dan letaknya berada ditengah-tengah ruang kerja pengrajin karawo seperti telihat pada Tabel 4. Berikut ini.

Tabel 4. Spesifikasi lampu penerangan ruang kerja pengrajin karawo

No. Resp.	Spesifikasi lampu			Pemilik Rumah
	Merk	Watt	Lumen	
1	Philips (tornado)	23	1450 lm – 66 lm/w. (cool daylight)	Yunus Habu/Kab.Grtlo
2	Philips (Essential)	23	1420 lm – 62 lm/w. (cool daylight)	Idrus Husain/Kab.Gtlo
3	Panasonic	14	Daylight	Suko/Ram/Gtlo
4	Philips (tornado)	15	900 lm – 61 lm/w. (cool daylight)	Sabrin Mayulu/Gtlo
5	TL (sinar)	40	-	Hani Husain/Bonbol
6	Philips (tornado)	15	900 lm – 61 lm/w. (cool daylight)	Urmia Rahmula/Bonbol
7	Philips (tornado)	20	1200 lm – 61 lm/w. (cool daylight)	Husain Naiyo/Bonbol
8	Philips (tornado)	20	1200 lm – 61 lm/w. (cool daylight)	Djafar Nusi/ Bonbol
9	Philips (tornado)	24	1450 lm – 63 lm/w. (cool daylight)	Syamsul Karim/Bonbol

Perhitungan Jumlah Armature Penerangan Ruang Kerja Pengrajin Karawo

Berikut adalah salah satu perhitungan pencahayaan dari ruang kerja pengrajin karawo dengan luas ruangan 15.3 a/n: Yunus Habu menggunakan metode perhitungan dengan indeks ruang. Penentuan jenis dan pengaturan tata letak sumber penerangan ruang kerja yang berukuran 6 x 2.55 x 2.43 m. Menentukan jenis sumber penerangan menurut tabel dipilih sumber penerangan 2 x TL 65 W sehingga arus cahaya tiap armature sebesar 2 x 3000 lm = 6000 lm.

Kuat penerangan standar ruang kerja adalah 270 Lux.

Menentukan faktor refleksi.

Pll – refleksi langit-langit

pd – refleksi dinding

pl – refleksi lantai

digunakan pemasangan baru sistem penerangannya sehingga faktor refleksinya adalah:

Pll = 0.7

pd = 0.5

pl = 0.1

menghitung indeks ruang (k) :

$$k = \frac{\text{A}}{\text{t (P+L)}} = \frac{6 \text{ x } 2.55}{2.43\ (6+2.55)} = 0.74$$

Menghitung efisisensi penerangan (ηp) berdasarkan tabel :

Untuk k = 1, ηp = 0.53, untuk k = 2, ηp = 0.68

Sehingga untuk k = 0.74, ηp = 0.53 + (0.68 - 0.53) 0.67 = 0.63

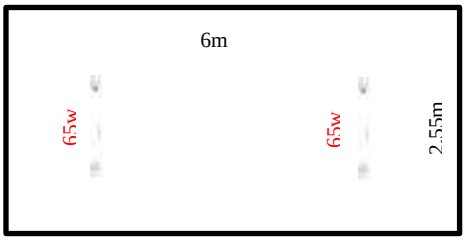
Sehingga untuk menghitung banyak armature (n) :

$$k = \frac{1.25\ E.A}{\phi.kp}$$

$$k = \frac{1.25.270.\ 15.3}{6000\ (0{,}63.0{,}9)} = 1.52$$

Ditentukan banyak armatur 2 buah, tiap armatur berisi 2 TL @65W, dipasang 2 deret masing-masing 1 armatur.

Berikut ini diberikan contoh gambar tata letak lampu yang berjumlah 2 titik. Satu armatur terdiri dari 2 (dua) lampu TL 65 W, 220 VAC



Gambar 1. Contoh tata letak pemasangan lampu TL 2 x 65 W

Sistem penerangan yang digunakan pada ruang kerja pengrajin karawo digunakan penerangan langsung, yaitu cahaya yang dipancarkan sumber cahaya (lampu) seluruhnya diarahkan ke bidang yang harus diberikan penerangan. Dengan menggunakan intensitas penerangan yang sesuai maka akan berdampak pada kesehatan mata pengrajin karawo, ini tentunya dapat meningkatkan produktivitas kerja pengrajin karawo di Propinsi Gorontalo. Penerangan yang cukup dan diatur dengan baik akan membantu menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan menyenangkan sehingga dapat memilihara kegairahan kerja. Sistem pencahayaan yang efektif memberikan visibilitas yang lebih baik dan berkontribusi terhadap peningkatan keselamatan, produksi, produktivitas dan efisiensi peralatan (Pratap, 2015)

Penerangan yang baik adalah penerangan yang memungkinkan pekerja dapat melihat obyek-obyek yang dikerjakan secara jelas, cepat dan tanpa upaya-upaya yang tidak perlu. Penerangan yang cukup dan diatur dengan baik juga akan membantu menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan menyenangkan sehingga dapat memelihara kegairahan kerja. Semua pelaksanaan pekerjaan melibatkan fungsi mata, dimana sering ditemui jenis pekerjaan yang memerlukan tingkat penerangan tertentu agar tenaga kerja dapat dengan jelas mengamati obyek yang sedang dikerjakan. Intensitas penerangan yang sesuai dengan jenis pekerjaannnya jelas akan dapat meningkatkan produktivitas **(**Grandjean, 1997)

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pencahayaan memberikan pengaruh yang besar pada keselamatan dan produktivitas pekerja, dimana **s**istem pencahayaan memberi pekerja tambang peningkatan visibilitas dan berkontribusi terhadap peningkatan keselamatan, produktivitas, dan semangat kerja **[8]**. Pencahayaan sangat penting untuk penambang, karena mereka sangat bergantung pada isyarat visual untuk melihat jatuh dari tanah, bahaya tergelincir dan tersandung (Mangalpady, 2012)

KESIMPULAN

1. Pengukuran intensitas pencahayaan dari 9 (Sembilan) responden ruang kerja pengrajin karawo bervariasi dari 20 - 52 lux, hal ini menunjukkan bahwa intensitas pencahayaan diruang kerja pengrajin karawo tidak sesuai dengan standar, dalam hal ini berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh reni hiola, rama hiola, lanto moh kamil amali (2017) sebesar 270 lux.
2. Perhitungan sistem pencahayaan dari 9 (Sembilan) responden ruang kerja pengrajin karawo dengan luas ruangan yang berbeda-beda, diketahui untuk 8 ruangan dengan luas ruangan bervariasi dari 15,3 – 21,74 m^2 menggunakan armature sebanyak 2 buah sedangkan 1 ruang kerja pengrajin karawo dengan luas ruangan 35,82 m^2 menggunakan armature sebanyak 4 buah dengan spesifikasi lampu TL 2 x 65 watt 6000 lumen yang disusun sejajar pada panjang ruangan kerja pengrajin karawo. Diharapkan akan menghasilkan intensitas pencahayaan mencapai 270 lux sesuai yang direkomendasikan.

REFERENSI

Ernawati. 2008. Tata Busana Jilid 3, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional

Gloria Osei-Afriyie, David Ben Kumah, Andrews Nartey, Kwaku Bonsu, Tony Emmanuel Cofie. Influence of Viewing Distance and Illumination on Projection Screen Visual Performance. Mathews Journal of Ophthalmology. 2017; 2(2); 016

Grandjean, E., (1997). *Fitting the Task to the Human.* Text Book of Occupational Ergonomics 5Th Ed., New York: Philadelphia.

Hasdiana, Fendi. A, dan Ulin A. 2013. Peningkatan Brand Image Kerawang Melalui Penciptaan Desain Ragam Hias Kreatif Beridentitas Kultural Budaya Gorontalo untuk Mendukung Industri Kreatif. Hibah Strategis Nasional.

Hiola, R., Rama Hiola., dan Lanto M. Kamil Amali. 2017. *Desain Ruang kerja Ergonomis bagi Pengrajin Karawo di Kabupaten Gorontalo*. Laporan Penelitian Uggulan perguruan Tinggi Hibah PTUPT kemenristekdikti. Universitas Negeri Gorontalo.

Mangalpady Aruna, Sunil M Jaralikar. Design of Lighting System for Surface Mine Projects. TELKOMNIKA. 2012; Vol.10 No.2; 235~244.

Pratap Singh Yadav, Nitai Pal, Dheeraj Kumar, S. Vamsi Krishna. LEDs Lighting Arrangements for Underground Mines. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering.* 2015; Vol.15 No. 1: 14 – 19.

Lampiran 4. Sertifikat HKI

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta yaitu Undang-Undang tentang perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra (tidak melindungi hak kekayaan intelektual lainnya), dengan ini menerangkan bahwa hal-hal tersebut di bawah ini telah tercatat dalam Daftar Umum Ciptaan:

I.	Nomor dan tanggal permohonan	: EC002017029-45, 28 Agustus 2017
II.	Pencipta	
	Nama	: **Dr. Rama Hiola, Dra., M.Kes**
	Alamat	: Jl. Jend. Pol. A. Sudjarwo No. 222, Kel Bugis, Kec. Dumbo Raya , Gorontalo, GORONTALO, 96128
	Kewarganegaraan	: Indonesia
	Nama	: **Lanto Moh. Kamil Amali, ST., MT**
	Alamat	: Jl. Pinang Tengah Blok B. nO. 07, Kel Pulubuhu Kota Tengah, Gorontalo, GORONTALO, 96128
	Kewarganegaraan	: Indonesia
III.	Pemegang Hak Cipta	
	Nama	: **Dr. Reni Hiola, Dra., M.Kes**
	Alamat	: Jl. Sawah Besar Kel. Heledulaa Utara, Gorontalo, GORONTALO, 96114
	Kewarganegaraan	: Indonesia
IV.	Jenis Ciptaan	: Karya Tulis (Artikel)
V.	Judul Ciptaan	: **THE STANDARD OF LIGHTING INTENSITY TO REDUCE EYE STRAIN OF KARAWO ARTISANS**
VI.	Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	: 28 Agustus 2017, di Gorontalo
VII.	Jangka waktu perlindungan	: Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
VIII.	Nomor pencatatan	: 03324

Pencatatan Ciptaan atau produk Hak Terkait dalam Daftar Umum Ciptaan bukan merupakan pengesahan atas isi, arti, maksud, atau bentuk dari Ciptaan atau produk Hak Terkait yang dicatat. Menteri tidak bertanggung jawab atas isi, arti, maksud, atau bentuk dari Ciptaan atau produk Hak Terkait yang terdaftar. (Pasal 72 dan Penjelasan Pasal 72 Undang undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta)

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b.
DIREKTUR HAK CIPTA DAN DESAIN INDUSTRI

Dr. Dra. Emi Widhyastari, Apt., M.Si.
NIP. 196003181991032001

Lampiran 5. Buku Ajar "Intensitas Penerangan bagi Pengrajin Karawo" ISBN No. 978-602-6204-22-6

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi hidayah, kekuatan, kesehatan, dan ketabahan kepada kami sehingga penyusunan buku ajar seri Intensitas Penerangan : Intensitas Penerangan bagi Pengrajin Karawo dapat terselesaikan.

Buku ajar ini disusun dengan tujuan menyediakan referensi materi pembelajaran Intensitas Intensitas Penerangan bagi Pengrajin Karawo. Buku ajar ini berisi pengaruh intensitas penerangan pada pengrajin karawo, faktor-faktor yang mempengaruhi intensitas penerangan, serta standart penerangan yang sesuai untukpengrajin karawo.

Penyusunan buku ajar ini terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penyusunan buku ini.

Walaupun kami telah menyusun bahan ajar ini dengan upaya yang sungguh-sungguh, karena berbagai keterbatasan kami, buku ini masih memiliki sejumlah kekurangan.

Sehubungan dengan hal tersebut, kami mengharapkan masukan dari berbagai pihak, terutama guru dan siswa pengguna buku ini, untuk perbaikan lebih lanjut.

Gorontalo, September 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

BAB 1. SULAMAN KARAWO GORONTALO 1

1.1.Sulaman Karawo 1

1.2.Cara pembuatan Karawo 2

BAB II. INTENSITAS PENERANGAN 4

2.1 Pengertian Penerangan 4

2.2 Sistem Penerangan 9

2.3 Kualitas Penerangan 10

2.4 Kuantitas Penerangan 15

2.5 Standar Kebutuhan Penerangan 16

2.6 Mengukur Kuantitas Cahaya 21

2.7 Faktor yang Mempengaruhi Penglihatan 23

2.8 Suhu Lingkungan 26

2.9 Arah Sinar 27

2.10 Kelelahan Mata 27

BAB III. INTENSITAS PENERANGAN BAGI PENGRAJIN KARAWO 38

3.1 Karakteristik Responden menurut Umur, Masa Kerja, Waktu Kerja, *Visus* sebelum Kerja,

Flicker Fusion Sebelum Kerja, Jarak Pandang, Tingkat Pendidikan dan Penggunaan Kacamata 38
3.2 Karakteristik Responden menurut Hasil Pengukuran Kelelahan Mata yang Menggunakan Pengukuran *Flicker Fusion, Visus* dan Keluhan Subyektif Sebelum dan Sesudah Bekerja 41
3.3 Faktor yang Mempengaruhi Standar Penerangan dan Besaran Standar berdasarkan Pengukuran *Flicker Fusion* 43
3.4 Faktor yang Mempengaruhi Standar Penerangan dan Besaran Standar Berdasarkan Pengukuran *Visus* 50
3.5 Faktor yang Mempengaruhi Standar Penerangan dan Besaran Standar berdasarkan Pengukuran Keluhan Subyektif 55
3.6 Faktor yang Mempengaruhi Standar Penerangan dan Besaran Standar berdasarkan Pengukuran *Flicker fusion, Visus,* dan Keluhan Subyektif 62
DAFTAR PUSTAKA 67

BAB 1.
SULAMAN KARAWO GORONTALO

1.1 Sulaman Karawo

Sulaman karawo merupakan salah satu komoditas unggulan Provinsi Gorontalo yang menjadi nilai identitas daerah Gorontalo. Oleh karena itu sulaman Karawo memerlukan pengembangan yang lebih maksimal agar dapat menunjang pembangunan ekonomi daerah dan mengenalkan produk unggulan Gorontalo pada masyarakat. Baju *karawo* orang Gorontalo terkenal karena kejelian membuat baju yang berhasil membongkar rajutan benang dari kain asli kemudian menyusun pola baru di dalam kerangka bongkaran tersebut. Dari upaya itu pembuatnya berhasil menghadirkan ungkapan baru dari bahan biasa sehingga bongkaran tersebut tidak lagi berbekas karena telah menyatu didalam konteks baru.

Proses membuat sulaman kain *karawo* cukup rumit. Terlebih dulu membuat desain sulaman di kertas millimeter blok. Kemudian kain dipotong sesuai ukuran. Lapisan kain dibuka benang-benangnya untuk ruang sulaman. Ukurannya sesuai jenis kain yang dipakai dan besar motifnya setelah itu

kain langsung disulam. Proses penyulaman *karawo* dapat dilihat pada Gambar 1. di bawah ini:

Gambar 1. Sulaman Karawo

1.2 Cara Pembuatan Karawo

Tahapan pengerjaan sulaman karawo terdiri atas tiga tahap, yaitu iris-cabut, menyulam, dan proses finishing. Dalam proses iris-cabut benang ini batas dan luas bidang yang akan dibentuk berdasarkan pola yang sudah ditentukan. Ketajaman dan kecermatan menghitung benang-benang yang akan diiris dan dicabut sangat menentukan kehalusan sulaman. Tahapan menyulam dilakukan dengan cara menelusurkan benang mengikuti arah jalur benang.

Selanjutnya tahapan finishing dengan cara melilit jalur-jalur benang dengan satu kali lilitan. Hal itu dimaksudkan

untuk memperkuat jalur benang yang tidak disulam sehingga hasil akhir sulaman terlihat rapi dan kokoh. Dibutuhkan waktu 10 hari untuk mengerjakan satu produk sulaman dengan motif besar.

Selain waktu pengerjaan karawo juga membutuhkan banyak tenaga. Paling tidak diperlukan tiga orang dengan tugas yang berbeda. Orang pertama bertugas membuat pola, caranya dengan menggambar di atas kertas grafik, kemudian orang kedua bertugas sebagai pengiris atau pengurai benang pada kain yang akan dibuat sulaman karawo, ini dilakukan seusia pola yang diinginkan. Sementara itu orang ketiga bertugas sebagai penyulam kain yang sudah diurai benangnya. Jika pola yang diinginkan begitu rumit bias memakan waktu sebulan.

BAB II

INTENSITAS PENERANGAN

2.1 Pengertian Penerangan

Penerangan atau iluminasi di suatu bidang ialah *flux* cahaya yang jatuh pada 1 m^2 dari bidang itu (Harten & Setiawan, 1980). Satuan untuk intensitas penerangan ialah *lux* (Ix) dan lambangnya E. Jadi 1 *lux* = 1 *lumens* per m^2. Suatu sumber cahaya memancarkan energi, sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Penerangan (iluminasi) menurut Depkes RI (1990) adalah suatu ukuran terang suatu benda. Iluminasi yang besar akan menyilaukan mata seperti sebuah lampu pijar tanpa armatur. Iluminasi suatu sumber cahaya atau suatu permukaan yang memantulkan cahaya ialah intensitas cahayanya dibagi dengan luas semua permukaan.

Satuan intensitas cahaya I adalah *candle* (cd) juga dikenal dengan *international candle*. Satu *lumens* setara dengan *flux* cahaya, yang jatuh pada setiap meter persegi (m^2) pada lingkaran dengan radius satu meter (1 m) jika sumber cahayanya isotropik 1-*candela* (yang bersinar sama ke seluruh arah) merupakan pusat isotropik lingkaran. Luas

lingkaran dengan jari - jari r adalah $4\pi r^2$, maka lingkaran dengan jari - jari 1 m memiliki luas $4\pi m^2$, dan oleh karena itu *flux* cahaya total yang dipancarkan oleh sumber 1- cd adalah $4\pi 1m$. Jadi *flux* cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya isotropik dengan intensitas I adalah:

Flux cahaya (lm) = $4\pi \times$ intensitas cahaya (cd)

Perbedaan antara *lux* dan *lumens* adalah bahwa *lux* berkenaan dengan luas areal pada mana *flux* menyebar 1000 *lumenss*, terpusat pada satu areal dengan luas satu meter persegi, menerangi meter persegi tersebut dengan cahaya 1000 *lux*. Hal yang sama untuk 1000 *lumenss*, yang menyebar ke sepuluh meter persegi, hanya menghasilkan cahaya suram 100 *lux*.

Penerangan berdasarkan sumbernya dibagi menjadi tiga, pertama penerangan alami yaitu penerangan yang berasal dari cahaya matahari, kedua penerangan buatan yaitu penerangan yang berasal dari lampu, dan yang ketiga adalah penerangan alami dan buatan yaitu penggabungan antara penerangan alami dari sinar matahari dengan lampu/penerangan buatan (Cok Gd Rai, 2006). Menurut Ching (1996), ada tiga metode penerangan, yaitu:penerangan

umum, penerangan lokal dan penerangan cahaya aksen. Penerangan umum atau baur menerangi ruangan secara merata dan umumnya terasa baur. Penerangan lokal atau penerangan untuk kegunaan khusus, menerangi sebagian ruang dengan sumber cahaya biasanya dipasang dekat dengan permukaan yang diterangi. Penerangan aksen adalah bentuk dari pencahayaan lokal yang berfungsi menyinari suatu tempat atau aktivitas tertentu atau obyek seni atau koleksi berharga lainnya. Sumber penerangan yang biasa dipakai dalam cahaya buatan ini adalah penerangan listrik.

Sumber cahaya dibedakan atas dua kelompok yaitu: *incandescent lamp* (sumber cahaya yang mengeluarkan cahaya akibat terjadinya pemanasan ada kawat filament) dan *discharge lamp* (lampu yang pengeoperasiannya menggunakan *ballast*). Menurut Manurung (2009), produk lampu yang beredar di pasaran dibagi atas empat kelompok yaitu:

1. *Incandescent lamp* (lampu pijar)

Lampu pijar merupakan lampu yang dikenal dengan sebutan bohlam karena bentuknya menyerupai bola. Total energi listrik yang digunakan, hanya sekitar 10% persen saja

yang diubah menjadi cahaya, sedangkan sekitar 90% lainnya dibuang sebagai energi panas. Lampu *incandescent* cenderung memiliki distribusi cahaya yang menyebar (*diffuse)* dan variasinya lebih ditekankan pada bentuk lampu secara visual.

2. *Fluorescent lamp* (lampu fluoresens)

Lampu fluoresens merupakan bagian dari lampu LPD (*Low Pressure Discharge*). Lampu ini menggunakan *ballast* yang berperan sebagai pengatur arus listrik ke lampu. Lampu fluoresens banyak digunakan untuk menghasilkan cahaya yang merata untuk memenuhi kebutuhan fungsional berbagai aktifitas.

3. *High Intensity Discharge*

High Intensity Discharge (HID) adalah lampu *discharge* yang mampu menghasilkan cahaya dengan intensitas tinggi. Lampu HID memiliki tiga jenis utama yaitu metal halida, merkuri dan sodium bertekanan tinggi. Lampu metal halida merupakan jenis lampu yang paling banyak digunakan pada penerangan eksterior. Kelebihan dari lampu metal halida adalah memiliki tingkat *efficacy* yang tinggi mencapai 85-125 *lumenss/watt* sehingga panas yang dihasilkan sangat kecil dan

umur lampu mencapai 10.000-20.000 jam. Metal Halida mampu menghasilkan cahaya putih hangat (*warm light*), putih netral (*neutral white*) dan putih cahaya siang hari (*daylight white)* dengan renderasi warna yang baik.

Merkuri merupakan salah satu tipe lampu yang banyak digunakan pada penerangan eksterior yang memiliki *efficacy* yang lebih rendah dan warna yang lebih buruk. Sesuai dengan prinsip kerja lampu merkuri menghasilkan cahaya dengan melepaskan gas merkuri yang menghasilkan cahaya biru dan hijau yang menciptakan kesan yang dingin. *High Pressure Sodium* atau lampu sodium bertekanan tinggi merupakan lampu HID dengan tingkat *efficacy* yang sangat tinggi sehingga energi panas yang dihasilkan semakin kecil dan usia lampu menjadi panjang mencapai 20.000 jam. Lampu ini menghasilkan warna kekuningan dengan renderasi warna yang buruk sehingga cocok digunakan untuk penerangan untuk area parkir dan tempat terbuka yang tidak membutuhkan adanya kualitas visual yang baik.

4. *LED* (*Light Emitting Diode*)

Lampu LED memiliki usia yang sangat panjang yaitu mencapai 100.000 jam, dengan konsumsi daya listrik yang

sangat kecil. Kelemahan LED adalah intensitas cahaya yang dihasilkan lebih kecil jika dibandingkan dengan jenis sumber cahaya yang lain. LED sangat menunjang desain penerangan eksterior dengan variasi warna yaitu putih dingin (*cool white*), kekuningan, merah, hijau, dan biru.

2.2.Sistem Penerangan

Sistem penerangan dibedakan menjadi dua bagian, yakni *general lighting* dan *local lighting*. *General lighting* digunakan untuk penerangan menyeluruh atau sistem penerangan yang digunakan untuk mendapatkan penerangan yang merata. Contohnya seperti penerangan yang biasa dipasang di langit-langit ruangan kerja. *Local lighting* digunakan untuk memberikan nilai aksen pada suatu bidang atau lokasi tertentu tanpa memperhatikan kerataan penerangan. Penerangan lokal biasa digunakan khusus untuk menerangi sebagian ruangan dengan sumber cahaya dan biasanya berada dekat dengan permukaan yang diterangi, misalnya lampu yang terpasang pada meja pekerja (Haeny, 2009). Sistem penerangan lokal ini diperlukan khususnya untuk pekerjaan yang membutuhkan ketelitian. Kerugian dari

sistem penerangan ini dapat menyebabkan kesilauan, maka *local lighting* perlu dikoordinasikan dengan *general lighting*.

2.3. Kualitas Penerangan

Kualitas penerangan sangat terkait dengan kemampuan penerangan dalam menciptakan respon positif yang menyentuh sisi psikologi manusia. Kualitas penerangan mempengaruhi distribusi terang terhadap lingkungan, penyebaran, warna dan rasio terang yang memberikan dampak berarti pada kejelasan dan kemampuan melihat dengan mudah, tepatan dan kecepatan (Septi, 2012). Instalasi dengan kualitas penerangan yang buruk membuat tidak nyaman dan kemungkinan berbahaya (Rijanto, 2011). Kualitas penerangan terutama ditentukan oleh ada tidaknya kesilauan di tempat kerja baik kesilauan langsung (*direct glare*) atau kesilauan karena ditentukan pantulan cahaya dari permukaan yang mengkilap (*reflected glare*) dan bayangan (*shadows*). Kesilauan diakibatkan oleh:

1. *Disability Glare* yaitu cahaya terlalu terang dalam ruangan akan mengganggu kenyamanan visual saat seseorang sedang melakukan aktifitas misalnya membaca

atau sedang melakukan pekerjaan melihat pada obyek yang sangat kecil dan halus.

2. *Discomfort Glare* yaitu kesilauan ini sering menyebabkan rasa ketidaknyamanan pada mata (*visual discomfort*), terutama bisa keadaan ini berlangsung dalam waktu yang cukup lama. *Discomfort glare* sering dialami oleh orang yang bekerja pada siang hari dan menghadap ke jendela atau pada saat seseorang menatap lampu secara langsung pada malam hari. *Discomfort glare* pada mata adalah tergantung dari lamanya seseorang terpapar oleh kesilauan tersebut.
3. *Reflected Glare* yaitu kesilauan disebabkan oleh pantulan cahaya yang terlalu terang mengenai mata dan pantulan cahaya berasal dari semua permukaan benda yang mengkilap (langit-langit, kaca, dinding, meja kerja dan mesin yang berada dalam bidang penglihatan. Adapun besaran refleksi cahaya dari permukaan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Permukaan Refleksi dan Besaran Refleksi Cahaya

No	Permukaan Refleksi	Reflektansi	Min-Max (%)
1	Langit-langit	70	60-90
2	Dinding Kerja	50	30-80
3	Bidang Kerja	60	20-60
4	Lantai	30	10-50

Sumber: Frick (2008)

4. Distribusi Cahaya

Distribusi cahaya atau penyebaran cahaya pada suatu ruangan antara lain penerangan langsung, penerangan tidak langsung, penerangan semi-langsung, dan penerangan semi tak langsung serta penerangan baur (*difusi*). Distribusi cahaya ditentukan oleh arah penerangan dan efek dari tempat lampu (*armature* atau *luminer*) lampu. Menurut Cowan & Henry (1983) secara rinci distribusi cahaya dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. Distribusi Cahaya

No	Distribusi Cahaya	Keterangan
1	Langsung	90-100% sinar ke bawah 0-10% sinar ke atas
2	Semi langsung	60-90% sinar ke bawah 10-40% sinar ke atas

No	Distribusi Cahaya	Keterangan
3	Tidak Langsung	90-100% sinar ke atas 0-10% sinar ke bawah
4	Semi tidak langsung	60-90% sinar ke atas 10-40% sinar ke bawah
5	Baur (*diffuse)*	Penerangan tak langsung dengan *amarture* atau *luminer* bahan tembus pandang tersebar secara merata

Sumber: Cowan (1983)

Berkaitan dengan fungsi distribusi cahaya dikenal beberapa istilah:

1) Penerangan umum (*general lighting*), fungsi untuk penerangan umum secara merata dalam ruangan. Misalnya penerangan untuk ruang kerja kantor atau ruang kelas.
2) Penerangan setempat (*local lighting*), fungsi untuk penerangan setempat khususnya pada lokasi konsentrasi kerja seperti penerangan untuk menggambar, belajar atau untuk kerja khusus seperti reparasi jam.
3) Penerangan aksen (*accent lighting*), fungsi untuk memberikan aksen pada ruangan untuk kepentingan estetis pada interior suatu ruangan. Misalnya penempatan lampu

pada dinding atau pada kolom suatu ruangan untuk memperindah ruang.

4) Penerangan gabungan (*ambient lighting*), merupakan penerangan keseluruhan dalam ruang yang merupakan gabungan dari berbagai model penerangan yang berfungsi untuk memberikan kesan ruang.

5. Warna

Cahaya mempunyai efek terhadap warna dan warna mempengaruhi kualitas cahaya. Efek pada cahaya disebut nilai refleksi atau nilai cahaya. Nilai ini penting karena refleksi atau pantulan dari permukaan langit-langit, dinding, mesin dan lantai menjadi sumber cahaya kedua. Dengan jenis warna dan pemantulan yang tepat, permukaan pada area kerja akan memaksimalkan cahaya yang ada dan mengurangi terjadinya bayang-bayang. Warna juga membawa membawa efek psikologi suatu ruangan dengan warna cerah akan menimbulkan kesan yang lebih luas dibandingkan dengan warna gelap. Pemakaian warna di tempat kerja dimaksudkan untuk menciptakan ilusi tentang besarnya dan suhu ruangan kerja yang berpengaruh terhadap psikologis. Semakin

kecil kontras warna akan menciptakan kondisi kerja yang nyaman. Sebaliknya kontras warna yang besar akan mempercepat timbulnya kelelahan visual. Efek psikologis sesuai pada tabel 3. berikut ini:

Tabel 3. Efek Psikologis Warna

Warna	Efek		
	Jarak	Suhu	Psikis
Biru	Jauh	Sejuk	Menyejukkan
Hijau	Jauh	Sangat Sejuk atau	Menyegarkan
Merah	Dekat	Netral	Sangat
Orange	Sangat	Hangat	Mengganggu
Kuning	Dekat	Sangat	Merangsang
Sawo	Dekat	Hangat	Merangsang
matang	Sangat	Sangat	Merangsang
Ungu	Dekat	Hangat	Agresif
	Sangat	Netral	
	Dekat	Sejuk	

Sumber: Suma'mur (1989)

2.4. Kuantitas Penerangan

Kuantitas penerangan merupakan suatu upaya untuk memenuhi kebutuhan fungsional ruang. Kebutuhan fungsional sangat terkait erat dengan aktifitas yang terjadi pada ruang itu. Intensitas penerangan yang dibutuhkan tergantung dari tingkat ketelitian yang diperlukan, bagian

yang akan diamati, warna dan obyek atau benda yang diamati untuk melihat obyek yang berwarna gelap dan kontras antara obyek dan sekitarnya. Faktor yang menentukan kuantitas penerangan mencakup ukuran ruang kerja, waktu kerja (lamanya untuk melihat atau melakukan pekerjaan), tingkat kekontrasan, tingkat kecerahan pada obyek yang diterangi.

2.5. Standar Kebutuhan Penerangan

Kebutuhan kuantitas cahaya bagi tiap orang berbeda. Hal ini sangat terkait dengan kondisi dan latar belakang orang tersebut. Faktor usia akan sangat berpengaruh pada kemampuan orang untuk melihat di dalam kondisi cahaya tertentu. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/ MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri tercantum dalam tabel 4. berikut :

Tabel 4. Standar Tingkat Penerangan menurut Kepmenkes No.1405 Tahun 2002

Jenis Pekerjaan	Penerangan minimal (*lux*)	Keterangan
Pekerjaan kasar dan tidak terus-menerus	100	Ruang penyimpanan dan ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinu

Pekerjaan kasar dan terus-menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	Ruang 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, proses 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: Kepmenkes No. 1405 Tahun 2002

United Nations Environment Programme (UNEP) dalam Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia mengklasifikasikan kebutuhan tingkat penerangan ruang tergantung area kegiatannya, seperti pada tabel 5. :

Tabel 5. Kebutuhan Penerangan menurut Area Kegiatan

Keperluan	Penerangan (*Lux*)	Contoh Area Kegiatan
Penerangan umum untuk ruangan dan area yang jarang digunakan dan/atau tugas-tugas atau visual sederhana	20	Layanan penerangan yang minimum dalam area sirkulasi luar ruangan, pertokoan, di daerah terbuka, halaman tempat penyimpanan
	50	Tempat pejalan kaki dan panggung
	70	Ruang boiler
	100	Halaman trafo, ruangan tungku, dll.
	150	Area sirkulasi di industri, pertokoan, dan ruang penyimpanan
Penerangan umum untuk interior	200	Layanan penerangan yang minimum dalam tugas
	300	Meja dan mesin kerja ukuran sedang, proses umum dalam industri kimia dan makanan, kegiatan membaca dan membuat arsip
	450	Gantungan baju, pemerikasaan, kantor untuk menggambar, perakitan mesin dan bagian yang halus, pekerjaan wanita, tugas menggambar kritis
	1500	Pekerjaan mesin dan di atas meja yang sangat halus, perakitan mesin presisi kecil dan instrumen; komponen elektronik, pengukuran dan pemeriksaan bagian kecil yang rumit
Penerangan tambahan setempat untuk tugas visual yang tepat	3000	Pekerjaan berpresisi dan rinci sekali, misal instrumen yang sangat kecil, pembuatan jam tangan, pengukiran

Sumber: Prabu (2009)

Peraturan Menteri Perburuhan No.7 Tahun 1964 tentang Syarat-Syarat Kesehatan, Kebersihan serta Penerangan dalam Tempat Kerja pada ayat 5 menjelaskan bahwa:

1. Kadar penerangan diukur dengan alat pengukur cahaya yang baik setinggi tempat kerja sebenarnya atau setinggi perut untuk penerangan umum (± 1 meter).
2. Penerangan darurat harus mempunyai kekuatan minimal 5 *lux*.
3. Penerangan untuk halaman dan jalan dalam lingkungan perusahaan harus mempunyai kekuatan minimal 20 *lux*.
4. Penerangan yang cukup untuk untuk pekerjaan yang hanya membedakan barang kasar seperti:
   a. Mengerjakan bahan yang besar.
   b. Mengerjakan arang atau abu.
   c. Menyisihkan barang yang besar.
   d. Mengerjakan bahan tanah atau batu.
   e. Gang atau tangga di dalam gedung yang selalu dipakai harus mempunyai kekuatan minimal 50 *lux*.
5. Penerangan yang cukup untuk pekerjaan yang membedakan barang kecil secara sepintas lalu seperti:

a. Mengerjakan barang besi atau baja yang setengah selesai (*semi-finished*).
b. Penggilingan padi.
c. Pengupasan, pengambilan dan penyisihan bahan kapas.
d. Kamar mesin dan uap.
e. Alat pengangkut orang dan barang.
f. Tempat menyimpan barang sedang dan kecil.
g. Kakus, tempat mandi dan urinoir.

Harus mempunyai kekuatan minimal 100 *lux*.

6. Penerangan yang cukup untuk pekerjaan yang membedakan barang kecil yang agak teliti seperti:
   a. Pekerjaan mesin dan bubut yang kasar.
   b. Pemeriksaan atau percobaan kasar terhadap barang.
   c. Menjahit tekstil atau kulit yang berwarna muda.
   d. Perusahaan dan pengawasan bahan makanan dalam kaleng.
   e. Pembungkusan daging.

   Harus mempunyai kekuatan minimal 200 *lux*.

a. Penerangan yang cukup untuk pekerjaan pembedaan yang teliti dari pada barang kecil dan halus harus mempunyai kekuatan minimal 300 *lux*.
b. Penerangan yang cukup untuk pekerjaan membedakan barang halus dengan kontras yang sedang dan dalam waktu yang lama harus mempunyai kekuatan minimal antara 500-1000 *lux*.
c. Penerangan yang cukup untuk pekerjaan membedakan barang yang sangat halus dengan kontras yang sangat kurang untuk waktu yang lama harus mempunyai kekuatan minimal 2.000 *lux*.

2.6. Mengukur Kuantitas Cahaya

Kebutuhan kuantitas penerangan sebuah ruang, baik interior maupun eksterior, Steffy (2002) menyebutkan empat cara yang dapat digunakan, yaitu *tempelate, lumens method* (metode *lumens*), *point method* (metode poin), dan *computer calculation* (kalkulasi komputer). Adapun cara mengukur kuantitas penerangan adalah:

1. *Tempelate* merupakan cara yang sederhana dan cepat dalam mengukur kuantitas penerangan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan data di lampu yang

digunakan, yaitu fotometri yang dihasilkan, intensitas cahaya (*lux* atau fc) yang dihasilkan pada ketinggian tertentu (dari bidang kerja), dan jarak masing-masing lampu. Namun, pengukuran kuantitas penerangan dengan cara ini memiliki tingkat akurasi yang sangat rendah.

2. *Lumens method* atau metode *lumens* merupakan cara menghitung kuantitas cahaya yang cukup banyak digunakan. Steffy (2002) menyebutkan bahwa faktor yang berpengaruh pada metode *lumens* adalah standar penerangan, luas ruang, data *lumens* lampu (dikeluarkan oleh pabrik untuk setiap produksi).
3. *Point method* atau metode titik biasanya digunakan untuk mengukur penerangan pada titik tertentu atau rangkaian titik yang diterangi dengan menggunakan sumber cahaya.

Computer calculation atau kalkulasi komputer. Perangkat lunak komputer untuk penerangan terbagi atas dua teknik yaitu *flux transfer* dan *ray tracing*, yang mampu melakukan kalkulasi tidak hanya pada metode titik dan metode *lumens*, namun juga dapat digunakan untuk melakukan kalkulasi pada berbagai jenis penggunaan lampu yang berbeda.

2.7. Faktor yang Mempengaruhi Penglihatan

Menurut Pheasant & Stephen (1991), kemudahan seseorang untuk melihat suatu obyek kerja di lingkungan kerja sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Tingkat penerangan (*illumination levels*)

   Kemudahan untuk melihat suatu obyek kerja dipengaruhi oleh tingkat penerangan yang baik, karena semakin tinggi tingkat penerangan maka semakin mudah seseorang untuk melihat suatu obyek kerja. Tingkat penerangan yang baik memungkinkan seseorang untuk bekerja dengan efesiensi kerja yang maksimal.

b. Ukuran obyek kerja

   Ukuran obyek berkaitan dengan kemampuan penglihatan, semakin besar ukuran suatu obyek kerja maka semakin rendah kemampuan mata yang diperlukan untuk melihat objek tersebut. Ukuran obyek kerja yang kecil diperlukan kemampuan mata yang lebih untuk dapat melihat dengan fokus yang baik, akibatnya ketegangan akomodasi konvergensi akan bertambah sehingga akan menimbulkan kelelahan visual.

c. Kekontrasan

Kemudahan untuk melihat suatu obyek kerja serta kejelasan dalam melihat obyek kerja dipengaruhi oleh kekontrasan. Kontras yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kesilauan. Obyek kerja atau benda yang berwarna gelap dengan latar belakang terang lebih mudah dilihat dibanding benda berwarna terang dengan latar belakang terang kecuali pada tingkat penerangan yang buruk (kurang dari 10 *lux*). Kekontrasan warna dapat meningkatkan kejelasan untuk melihat obyek.

d. Lama waktu untuk melihat obyek kerja

Mata memerlukan waktu untuk melihat suatu obyek kerja agar lebih fokus, objek kerja yang terlalu kecil dan dengan bentuk yang sangat rumit akan memerlukan waktu yang lama agar penglihatan lebih fokus.

e. Jarak Pandang

Jarak pandang atau *visibility* adalah suatu jarak untuk bisa terlihat dengan jelas, dinyatakan dalam *meter feet*, merupakan suatu istilah yang digunakan dalam dunia penerbangan, lalu lintas di jalan dan selam scuba. Menfokuskan obyek pada retina lensa mata memegang

peranan penting, kornea mempunyai fungsi menfokuskan obyek secara tetap demikian pula bola mata, daya kombinasi mata tergantung kepada umur. Bagi mata dengan sifat emotropia adalah refraksi pembiasan sinar mata berfungsi normal 6/6 atau 100%, bila terdapat kelainan pembiasan akibat berkurangnya elastis lensa sehingga terjadi gangguan akomodasi yang dapat terlihat pada usia lanjut yang disebut prespobia.

Mata manusia mempunyai garis sudut pandang normal sebesar 15° dan dapat melebar sampai dengan 60°. Kemampuan mata normal untuk dapat membaca huruf hasil printer sejauh kurang lebih 25 – 30 cm. Pekerjaan yang bekerja dengan komputer direkomendasikan jauhnya lapang padang antara 350 sampai 700 mm. Tingkat penerangan yang kurang adalah penyebab dari kelelahan mata dikarenakan tingkat penerangan yang kurang akan menuntut mata untuk bekerja lebih berat sehingga terjadi kelelahan visual yang dapat menyebabkan timbulnya sakit kepala, penurunan intelektual serta merosotnya daya konsentrasi dan kecepatan berpikir.

2.8.Suhu Lingkungan

Menurut Suma'mur (2009), suhu nyaman bagi orang Indonesia antara 24-26°C. Iklim (cuaca) kerja mempengaruhi daya kerja produktivitas, efisiensi, dan efektivitas kerja sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim (cuaca kerja). Panas penerangan yang diakibatkan suhu lampu paling efisien dicapai bila suhu ambient benda antara 20°C sampai 30°C untuk lampu neon. Apabila suhu di lokasi kerja meningkat dapat menyebabkan terjadinya tekanan panas (*heat stress)* yang akan diterima oleh tenaga kerja tersebut sebagai beban panas tambahan (di samping beban panas yang dihasilkan tubuh sebagai akibat pelaksanaan kerja) yang dapat mengakibatkan gangguan pelaksanaan pekerjaan maupun gangguan kesehatan (Moeljosoedarmo dan Soeripto., 2008). Menurut Grandjean (1986) kondisi panas sekeliling yang berlebihan akan mengakibatkan rasa letih dan kantuk, mengurangi kestabilan dan meningkatkan jumlah angka kesalahan kerja. Sebaliknya, kondisi dingin yang berlebihan akan mengakibatkan rasa malas untuk beristirahat, yang akan mengurangi kewaspadaan dan konsentrasi (Nurmianto, 2008). Oleh sebab itu kenyamanan suhu ruang kerja perlu

diperhatikan agar efektivitas kerja dan kesehatan pekerja tidak terganggu.

2.9.Arah Sinar

Arah cahaya dari penerangan akan bergantung pada ketinggian dan sudut dari sumber cahaya tadi. Peletakan sumber cahaya di atas subyek akan menghasilkan efek yang berbeda jika dibandingkan dengan peletakkan sumber cahaya dari arah bawah subyek. Arah penerangan ini biasanya disebut dengan *down angle* dan *up angle*. Dengan *down angle* akan menghasilkan bayangan yang jatuh ke arah tubuh (kalau subyeknya orang). Sebagai contoh, konsep *down angle* bisa dilakukan pada *scene* interograsi, akan kelihatan dramatis. *Up angle* akan menghasilkan penerangan yang kurang lazim, namun dengan penempatan penerangan seperti ini, subyek akan kelihatan *powerfull* dan gagah

2.10. Kelelahan Mata

1. Defenisi Kelelahan Mata

Menurut Pheasant (1991), kelelahan mata adalah ketegangan pada mata dan disebabkan oleh penggunaan indera penglihatan dalam bekerja yang memerlukan

kemampuan untuk melihat dalam jangka waktu yang lama yang biasanya disertai dengan kondisi pandangan yang tidak nyaman.

2. Gejala Kelelahan Mata

Menurut Ilyas (2008), kelelahan mata disebabkan oleh stres yang terjadi pada fungsi penglihatan. Stres pada otot akomodasi dapat terjadi pada saat seseorang berupaya untuk melihat pada objek berukuran kecil dan pada jarak yang dekat dalam waktu yang lama. Pada kondisi demikian, otot mata akan bekerja secara terus menerus dan lebih dipaksakan. Ketegangan otot pengakomodasi (otot siliar) makin besar sehingga terjadi peningkatan asam laktat dan sebagai akibatnya terjadi kelelahan mata, stres pada retina dapat terjadi bila terdapat kontras yang berlebihan dalam lapangan penglihatan dan waktu pengamatan yang cukup lama.

Tanda kelelahan mata di antaranya:

1. Iritasi pada mata (mata pedih, merah, dan mengeluarkan airmata).
2. Penglihatan ganda (*double vision*)
3. Sakit sekitar mata

4. Daya akomodasi menurun
5. Menurunnya ketajaman penglihatan, kepekaan terhadap kontras dan kecepatan persepsi

Menurut Pheasant & Stephen (1991), gejala kelelahan mata di antaranya:

1. Nyeri atau terasa berdenyut di sekitar mata dan di belakang bola mata.
2. Pandangan kabur, pandangan ganda dan susah dalam memfokuskan penglihatan.
3. Pada mata dan pelupuk mata terasa perih, kemerahan, sakit dan mata berair yang merupakan ciri khas terjadinya peradangan pada mata.
4. Sakit kepala, kadang-kadang disertai dengan pusing dan mual serta terasa pegal atau terasa capek dan mudah emosi.

Penglihatan yang kabur dapat disebabkan oleh perubahan fisilogis (akibat proses penuaan atau penyakit). Hal ini juga dapat diakibatkan karena melihat benda secara terus menerus dengan jarak 12 inchi dan membaca dengan cahaya yang kurang. Mata kering dan iritasi terjadi jika kekurangan cairan untuk menjaga kelembaban mata dan

berkurangnya intensitas refleks kedipan mata. Jumlah kedipan mata bervariasi sesuai dengan aktivitas yang sedang dilakukan dan akan berkurang saat sedang berkonsentrasi. Mata menjadi merah dan berair, disebabkan karena mata diproyeksikan terus menerus dengan melihat benda yang berukuran kecil sehingga jumlah kedipan menjadi berkurang (Edwards & Torcellini., 2002).

3. Faktor yang Mempengaruhi Kelelahan Mata

Di bawah ini adalah faktor yang dapat mempengaruhi kelelahan mata yaitu:

1. Faktor Manusia, yaitu :

Berikut merupakan faktor dalam diri seseorang yang dapat mempengaruhi mata dalam melakukan aktivitas, antara lain:

a. Kelainan Refraksi

Kelainan refraksi adalah keadaan bayangan tegas yang tidak dibentuk di retina (*mucula lutea*). Pada kelainan refraksi terjadi ketidakseimbangan sistem optik pada mata sehingga menghasilkan bayangan kabur (Ilyas & Sidarta, 2006). Kelainan refraksi dikenal dalam bentuk sebagai berikut :

1) Miopi

Miopi atau penglihatan dekat adalah cacat mata yang disebabkan oleh diameter anterosposterior bola mata terlalu panjang sehingga bayang-bayang dari benda yang jaraknya jauh akan jatuh di depan retina. Pada miopi orang tidak dapat melihat benda yang jauh, mereka hanya dapat melihat benda yang jaraknya dekat. Untuk cacat seperti ini orang dapat ditolong dengan lensa cekung (negatif).

2) Hipermetropia

Hipermetropia atau penglihatan jauh adalah cacat mata yang disebabkan oleh diameter anterosposterior bola mata terlalu pendek sehingga bayang-bayang dari benda yang jaraknya dekat akan jatuh di belakang retina. Pada hipermetropi orang tidak dapat melihat benda yang dekat, mereka yang hanya dapat melihat benda yang jaraknya jauh. Cacat seperti ini orang dapat ditolong dengan lensa cembung.

3) Astigsmatismus

Astigsmatismus merupakan kelainan yang disebabkan kecembungan kornea tidak rata atau kelengkungan yang tidak sama, sehingga berkas sinar dibiaskan ke fokus

yang berbeda, akibatnya bayang-bayang jatuh tidak pada tempat yang sama. Untuk menolong orang yang cacat seperti ini dibuat lensa silindris, yaitu yang mempunyai beberapa fokus (Ganong, 1990).

4) Presbyopia

Mata dikatakan presbyopia, bila pada usia 40 tahun seseorang dengan penglihatan normal mengalami kesulitan untuk menfokuskan obyek dekat. Pada mata presbyopia terjadi penurunan daya akomodasi (Pamekar, 1992). Pada usia 40 tahun *amplitude* akomodasi mata pada seseorang hanya menghasilkan titik dekat sebesar 25 cm. Pada jarak ini seseorang yang berusia 40 tahun dengan jarak baca 25 cm akan menggunakan akomodasi maksimal sehingga menjadi lebih lelah. Membaca dengan menjauhkan kertas yang dibaca dan memerlukan sinar yang lebih terang. Biasanya diberikan kacamata baca untuk membaca dekat dengan lensa sferis positif yang dihitung berdasarkan *amplitude* pada masing-masing kelompok umur:

1. + 1.0 D untuk usia 40 tahun
2. + 1.5 D untuk usia 45 tahun
3. + 2.0 D untuk usia 50 tahun
4. + 2.5 D untuk usia 55 tahun
5. + 3.0 D untuk usia 60 tahun (Ilyas, 2010)

b. Usia

Semua mahluk hidup mengalami kemunduran dalam hidupnya sesuai dengan bertambahnya usia. Demikian juga dengan mata dapat mengalami perubahan kemunduran karena usia. Bertambahnya usia menyebabkan lensa mata berangsur-angsur kehilangan elastistasnya, dan agak kesulitan melihat pada jarak dekat. Hal ini akan menyebabkan ketidaknyamanan penglihatan ketika mengerjakan sesuatu pada jarak dekat, demikian pula melihat jauh. Makin tua, jarak titik dekat makin panjang. Sekitar umur 40 tahun - 50 tahun terjadi perubahan yang menyolok, obyek. Nampak kabur atau timbul perasaan tidak enak atau kelelahan pada waktu mengerjakan pekerjaan dekat (Natalegawa, 1982).

c. Keturunan

Faktor keturunan yang dapat mempengaruhi terjadinya gangguan penglihatan adalah faktor genetika.

d. Faktor lama pekerjaan

Waktu kerja bagi seorang tenaga kerja menentukan efisiensi dan produktivitasnya. Segi terpenting bagi persoalan waktu kerja meliputi:

1) Lamanya seseorang mampu kerja secara baik.

2) Hubungan diantara waktu kerja dan istirahat.

3) Waktu diantara sehari menurut periode yang meliputi siang dan malam.

Lamanya tenaga kerja bekerja sehari secara baik umumnya 6-8 jam dan sisanya di pergunakan untuk kehidupan dalam keluarga dan masyarakat, istirahat dan tidur. Waktu tenaga kerja dari kemampuan tersebut biasanya disertai efisiensi yang tinggi, bahkan biasanya terlihat penurunan produktivitas serta kecenderungan untuk timbul kelelahan, penyakit dan kecelakaan kerja (Guyton & Arthur, 1991).

2. Bentuk dan Ukuran Obyek Kerja

Ruang lingkup pekerjaan, faktor yang menentukan adalah ukuran objek, derajat kontras diantara objek dan

sekelilingnya, luminansi dari lapangan penglihatan yang tergantung dari penerangan dan pemantulan pada arah si pengamat, serta lamanya melihat (Suma'mur, 2009). Ukuran obyek kerja yang kecil diperlukan kemampuan mata yang lebih untuk dapat melihat dengan fokus yang baik, akibatnya ketegangan akomodasi konvergensi akan bertambah sehingga akan menimbulkan kelelahan visual.

4. Mekanisme Terjadinya Kelelahan Mata

Kelelahan mata disebabkan oleh stress yang terjadi pada fungsi penglihatan. Stress pada otot yang berfungsi untuk akomodasi dapat terjadi pada saat seseorang berupaya untuk melihat pada obyek berukuran kecil dan pada jarak yang dekat dalam waktu yang lama. Pada kondisi demikian, otot mata akan bekerja secara terus menerus dan lebih dipaksakan. Ketegangan otot pengakomodasi (*korpus* siliaris) makin besar sehingga terjadi peningkatan asam laktat dan sebagai akibatnya terjadi kelelahan mata, stress pada retina dapat terjadi bila terdapat kontras yang berlebihan dalam lapangan penglihatan dan waktu pengamatan yang cukup lama.

Mata dapat mengubah fokusnya dari obyek jarak jauh ke jarak dekat karena kemampuan lensa untuk mengubah bentuknya. Elastisnya yang alami memungkinkan lensa untuk menjadi lebih bulat atau kurang bulat tergantung serat *zonula* di kapsul lensa mata yang dikendalikan otot siliaris yang melekat ke lensa mata melalui *ligamentum suspensorium* (Riordan-Eva, & Whitcher, 2008). Kemampuan lensa untuk mencembung yang terjadi akibat kontraksi otot siliar disebut akomodasi. Akibat akomodasi, daya pembiasan lensa bertambah kuat. Kekuatan akomodasi akan meningkat sesuai kebutuhan dan diatur oleh refleks akomodasi, makin dekat benda makin kuat mata harus berakomodasi. Kemampuan mata berakomodasi berkurang dengan bertambahnya umur. Ketika otot siliaris relaksasi, *ligamentum suspensorium* tegang dan menarik lensa sehingga lensa berbentuk cipit dengan kekuatan refraksi minimal. Ketika berkontraksi, tegangan *ligmentum* mengendur dan kurang mendapatkan tarikan sehingga lensa berbentuk lebih bulat dengan kekuatan refraksi maksimal. Pada mata normal, otot siliaris relaksasi dan lensa mendatar untuk penglihatan jauh, tetapi otot

tersebut berkontraksi dan lensa menjadi lebih cembung untuk penglihatan dekat (Ilyas & Sidarta, 2006).

Bila persepsi visual mengalami stress yang hebat tanpa disertai efek lokal pada otot akomodasi atau retina maka keadaan ini akan menimbulkan kelelahan syaraf. *General and nervous fatigue* ini terutama akan terjadi bila pekerjaan yang akan dilakukan oleh seseorang memerlukan konsentrasi, kontrol otot, dan gerakan yang sangat tepat. Kelainan syaraf ditandai oleh waktu reaksi yang memanjang, gerakan menjadi lambat dan gangguan pada fungsi motor dan psikologis. Bila keadaan ini berlangsung terus menerus, maka akan terjadi kelelahan kronis yang ditandai oleh: sakit kepala dan *vertigo*, sulit tidur, tidak suka makan, badan lemah dan lesu. Kelelahan visual dan syaraf dapat pula terjadi secara bersamaan (Siswanto, 1991).

BAB III

INTENSITAS PENERANGAN BAGI PENGRAJIN KARAWO

3.1 Karakteristik Responden menurut Umur, Masa Kerja, Waktu Kerja, *Visus* sebelum Kerja, *Flicker Fusion* Sebelum Kerja, Jarak Pandang, Tingkat Pendidikan dan Penggunaan Kacamata

Hasil analisis deskriptif terhadap 71 orang pengrajin wanita industri kecil kerajinan *karawo* menunjukkan bahwa rata-rata umur pengrajin adalah 30 tahun dengan rentang umur 20 – 39 tahun. Rentang umur ini merupakan rentang umur yang produktif seperti yang dinyatakan dalam Undang-Undang Tenaga Kerja Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan bahwa usia produktif tenaga kerja berkisar antara 15 – 60 tahun. Masa kerja pengrajin *karawo* adalah 5 sampai 25 tahun dengan rata-rata 13 tahun dan dari pengalaman kerja dapat dinyatakan bahwa pengrajin *karawo* sudah memiliki pengalaman kerja, ketrampilan, dan pengetahuan yang banyak tentang cara kerja membuat *karawo,* dengan demikian pengrajin sudah beradaptasi dengan kondisi kerja yang dihadapinya

Rata-rata pengrajin *karawo* bekerja selama 2 jam. Waktu kerja umumnya disesuaikan dengan jumlah pesanan *karawo* dari konsumen, apabila jumlah pesanan meningkat maka waktu kerja pengrajin juga akan meningkat dan begitu pula sebaliknya. Pekerjaan mata yang selalu berulang *(repetition)* menyebabkan mata selalu berupaya untuk memfokuskan pada obyek kerja. Secara umum seorang pekerja yang mengalami durasi dan terpajan lebih besar dalam per hari maka akan mengalami tingkat resiko yang lebih besar pula.

Pengrajin *karawo* memiliki nilai *visus* sebelum bekerja rata-rata 5/9 dengan efisiensi penglihatan 90% termasuk dalam kategori penglihatan hampir normal. Nilai *visus* terkecil 6/24 dengan efisiensi penglihatan 60%, tidak menimbulkan masalah penglihatan yang gawat dan *visus* tertinggi 6/6 dengan efisiensi penglihatan 100% atau disebut juga dengan penglihatan normal. Pengukuran *flicker fusion* sebelum bekerja pada pengrajin *karawo* didapatkan nilai terkecil 0,61 Hz dan terbesar 1,11 Hz dengan rata-rata 0,81 Hz. Seseorang dalam keadaan tidak lelah memiliki frekuensi ambang penerangan sebesar 2 Hz (cahaya pendek) atau sebesar 0,6 Hz menggunakan penerangan dari cahaya

matahari (Suyatno dan Sastrowinoto, 1985) atau 0,5 Hz sampai 6 Hz (Nurmianto, 2004). Berdasarkan hasil pengukuran *flicker fusion* sebelum bekerja diketahui pengrajin *karawo* tidak mengalami kelelahan mata.

Jarak mata pengrajin *karawo* ke obyek kerja saat bekerja 15 cm sampai 35 cm dengan rata-rata 26 cm. Apabila mata memiliki titik dekat tidak sama dengan 25 cm dan titik jauh tidak sama dengan tidak terhingga maka dikatakan sebagai kelainan mata (Grandjean, 1997; Hani, 2010). Jarak antara mata dengan obyek kerja juga dipengaruhi oleh ukuran motif dan kondisi penglihatan individu pengrajin *karawo*. Tingkat pendidikan pengrajin *karawo* terdiri dari SD 16,90%, SMP 33,80%, SMA 46,50% dan S1 2,80%. Pengrajin *karawo* yang menggunakan kacamata saat bekerja sebanyak 22% dan yang tidak menggunakan kaca mata sebanyak 49%. Sebagian besar pengrajin *karawo* mengalami gangguan ringan pada mata saat bekerja, namun tidak pernah memerikasakan kondisi mata ke dokter.

3.2 Karakteristik Responden menurut Hasil Pengukuran Kelelahan Mata yang Menggunakan Pengukuran *Flicker Fusion*, *Visus* dan Keluhan Subyektif Sebelum dan Sesudah Bekerja.

Pengukuran *flicker fusion* sebelum dan sesudah bekerja menunjukkan adanya penurunan sebesar 0,216 Hz, hasil pengujian secara statistik menunjukkan tingkat signifikansi 0,000 yang berarti pengrajin *karawo* mengalami kelelahan mata setelah bekerja, dimana sebanyak 88,73 % dengan nilai pengukuran *flicker fusion* dibawah 0,6 Hz (lelah) dan sebanyak 11,27% diatas 0,6 Hz (tidak lelah). Penerangan yang digunakan pengrajin *karawo* sangat berpengaruh terhadap tingkat kejadian kelelahan mata. Menggunakan penerangan yang tinggi memilihi efek positif terhadap nilai *critical flicker frequency* (Hsin-Chen, 2012).

Berdasarkan kategori pengukuran *ototype Snellen*, hasil pengukuran *visus* setelah bekerja ditemukan sebanyak 87,33% dalam kategori penglihatan hampir normal dengan efisiensi penglihatan sekitar 83%; 11,27% kategori *low vision* sedang efisiensi penglihatan 60%; dan 1,41% kategori *low vision* berat. Hasil pengukuran ini menunjukkan nilai *visus* setelah bekerja pengrajin *karawo* mengalami penurunan rata-

rata sebesar 0,215, hasil pengujian statistik menunjukkan signifikan 0,000 yang berarti pengrajin *karawo* mengalami penurunan ketajaman penglihatan setelah bekerja.

Sebelum bekerja seluruh pengrajin *karawo* nampak tidak menimbulkan gejala yang dirasakan akibat kelelahan mata, namun setelah bekerja ditemukan seluruh (100%) pengrajin *karawo* merasakan sakit kepala, iritasi mata, penglihatan ganda dan terasa sakit di sekitar mata. Sebanyak 26% pengrajin yang bekerja kurang dari 2 minggu mengalami kelelahan akut dan 45% pekerja yang bekerja lebih dari 2 minggu mengalami kelelahan mata kronis. Adanya kontak antara mata dengan obyek kerja yang berukuran kecil dan halus secara terus menerus mengakibatkan rasa sakit mata bagi pengrajin *karawo*. Keluhan ini akan semakin meningkat apabila penerangan di lingkungan kerja pengrajin *karawo* tidak memadai. Keluhan subyektif yang dirasakan pengrajin *karawo* memiliki gejala yang sama seperti hasil penelitian terhadap pengrajin *karawo* (Reni, 2000), pekerja yang menggunakan komputer (Sheddy, 2003), guru SD dan SMP di Hongkong (Elaine, 2010) dan

pekerja *call center* di Bank (Yen-Hui, Chih-Yong, Wei-Hsien, dan Yu-Chao, 2010).

3.3 Faktor yang Mempengaruhi Standar Penerangan dan Besaran Standar berdasarkan Pengukuran *Flicker Fusion*.

Model *Adaptive Regression Spline* terbaik pada pengukuran *flicker fusion* memberikan nilai $R^2 = 0,998$ (tabel 5.12), yang berarti model mampu menjelaskan sebesar 99,80 % pada nilai pengukuran *flicker fusion*. Model ARS menunjukkan bahwa nilai *flicker fusion* setelah bekerja dipengaruhi oleh umur pengrajin *karawo* diatas 26 tahun; masa kerja di atas 17 tahun dan menggunakan intensitas penerangan di atas 270 *lux*, tidak silau; waktu kerja kurang dari 2 jam dengan suhu ruang kerja kurang dari 30^0C. Hasil permodelan yang didapatkan merupakan besaran nilai *flicker fusion* setelah bekerja.

Daya akomodasi mata berbeda setiap peningkatan usia, semakin tinggi usia semakin tinggi pula mata melakukan akomodasi agar bisa melihat obyek sekitar (Nagaki, Seiji, Tetsuya, Yoriko, Mari, & Takathoshi, 2002). Hasil model *Adaptive Regression Spline* (ARS) menunjukkan bahwa umur terbaik pengrajin *karawo* berdasarkan

pengukuran *flicker fusion* di atas 26 tahun. Di usia 20-30 tahun, manusia pada umumnya dapat melihat obyek dengan jelas, sedangkan pada usia 45 tahun kebutuhan terhadap cahaya empat kali lebih besar. Pada usia 60 tahun, kebutuhan cahaya yang diperlukan untuk melihat, jauh lebih besar dibandingkan usia 45 tahun karena pada usia 45-50 tahun daya akomodasi mata menjadi berkurang (Curran &Wattis, 1998; Lachenmayr, 1994).

Pengalaman kerja merupakan faktor yang penting terhadap ketrampilan dalam mengerjakan *karawo*. Masa kerja yang terbaik berdasarkan pengukuran *flicker fusion* dari model *Adaptive Regression Spiline* (ARS) adalah di atas 17 tahun, tetapi harus dibarengi dengan menggunakan intensitas penerangan di atas 270 *lux* sehingga nilai *flicker fusion* sesudah bekerja meningkat dan pengrajin *karawo* tidak mengalami kelelahan mata. Masa kerja di atas 17 tahun dapat dinyatakan sudah berpengalaman di dalam mengerjakan *karawo*, karena sudah beradaptasi dengan kondisi kerja yang dihadapinya. Pengalaman kerja dapat membedakan pengaruh kondisi kerja terhadap dampak yang timbul pada dirinya sendiri (Septi, 2012). Mengingat proses

pembuatan *karawo* yang sangat sulit dengan mencocokkan warna benang pada kain yang sesuai untuk meciptakan motif yang indah maka diperlukan ketrampilan, pengalaman dan masa kerja yang matang.

Adanya kontak yang terus menerus dan berlangsung lama terhadap organ penglihatan dapat mengakibatkan stres pada alat penglihatan sehingga menimbulkan kelelahan pada otot mata dan otot akomodasi, akibatnya mata menjadi lelah (Septi, 2012). Setiap pengrajin *karawo* yang memiliki masa kerja kurang dari 17 tahun dan bekerja lebih dari 2 jam dalam kondisi kerja yang silau akan menurunkan nilai *flicker fusion* sesudah bekerja atau pengrajin *karawo* akan merasakan kelelahan mata setelah bekerja. Oleh sebab itu, yang menjadi kondisi ideal waktu kerja pengrajin *karawo* berdasarkan *flicker fusion* adalah kurang dari 2 jam. Komang (2011) menemukan operator komputer yang bekerja lebih dari 2 jam mengalami peningkatan kelelahan secara umum sebesar 37,29%; pelemahan aktivitas kerja sebesar 39,08%; pelemahan motivasi kerja sebesar 28,64% dan meningkatnya kelelahan fisik sebesar 42,15%. Secara umum seorang pekerja yang mengalami durasi kerja besar akan mengalami

tingkat resiko terjadinya kelelahan mata lebih besar pula. Adanya sikap duduk yang statis saat bekerja menyebabkan kelelahan otot pada jari tangan di samping otot mata karena harus selalu melihat benda kerja yang relatif kecil dan ini tergantung pada motif *karawo* yang akan disulam, beban kerja ini akan lebih parah lagi bila pengrajin *karawo* bekerja lebih dari 2 jam.

Intensitas penerangan sangat berpengaruh terhadap semua faktor penyebab terjadinya kelelahan mata pada pengrajin *karawo*. Selain itu, kelelahan mata akan mudah terjadi dengan meningkatnnya umur pengrajin *karawo*. Model *ARS* menunjukkan terjadi peningkatan nilai *flicker fusion* terhadap masa kerja di atas 17 tahun bila menggunakan intensitas penerangan di atas 270 *lux*. Tingginya tingkat *iluminasi* akan mengakibatkan silau dan berpengaruh pada kenyamanan visual, serta dapat berdampak negatif tidak hanya pada fisiologi, tetapi juga pada sisi psikologi manusia. Kekurangan maupun kelebihan cahaya akan membuat mata manusia menjadi cepat lelah (Manurung, 2012). Di tempat kerja penerangan yang digunakan tidak boleh terlalu tinggi ataupun rendah, karena penerangan

tersebut akan berinteraksi dengan obyek kerja yang terdapat pada benang dan kain *karawo* yang digunakan. Meningkatkan intensitas penerangan di atas 270 *lux* pada pengukuran *flicker fusion* dapat mengurangi kelelahan mata dan memberikan hasil yang baik sehingga bisa digunakan oleh pengrajin *karawo* untuk bekerja walaupun jumlah intensitas penerangan tersebut belum mencapai standar minimal yang telah ditentukan berdasarkan peraturan menteri perburuhan. Chiuhsiang (2012) menemukan hal yang sama, ketika pekerja menggunakan intensitas penerangan di bawah 20 *lux* maka penurunan nilai *flicker fusion* lebih tinggi dibandingkan dengan intensitas penerangan 340 *lux*, kelelahan mata lebih cepat terjadi ketika menggunakan intensitas penerangan yang lebih rendah.

Model ARS menunjukkan bahwa nilai *flicker fusion* sesudah bekerja akan meningkat ketika pengrajin *karawo* memiliki masa kerja di atas 17 tahun dan tidak mengalami kesilauan saat bekerja, namun ketika pengrajin bekerja dalam kondisi silau dan mempunyai masa kerja kurang dari 17 tahun akan menyebabkan nilai *flicker fusion* sesudah bekerja menurun. Nurmianto (1996) mengatakan bahwa cahaya yang

menyilaukan terjadi jika cahaya yang berlebihan mencapai mata. Cahaya ini secara berkala mengganggu penglihatan dengan adanya penghamburan cahaya dalam lensa mata. Agar tidak menganggu penglihatan pengrajin *karawo* saat bekerja digunakan intensitas penerangan yang tidak menyilaukan. Kenyamanan penglihatan akan terjadi dengan cara membatasi pancaran cahaya silau, kekuatan energi terhadap cahaya, posisi obyek terhadap bidang pandang dan kemampuan adaptasi mata (Suptandarm, 2007). Selain silau berasal dari sinar matahari, silau juga berasal dari obyek kerja seperti kain dan benang yang berwarna mencolok (mengkilap) sehingga menyebabkan ketidaknyamanan, gangguan atau kehilangan pandangan dalam kemampuan melihat. Kesilauan juga mengurangi pandangan terhadap detail pekerja kemudian berlanjut pada gangguan penglihatan dan meningkatkan bahaya kecelakaan (Rijanto & Boedi, 2011). Untuk memberikan kenyamanan mata pada waktu kerja, perlu mengurangi atau menutupi terangnya sumber penerangan dan meletakkan sumber penerangan atau pekerjaan yang dilihat sedemikian rupa sehingga pantulan diarahkan keluar dari pandangan mata. Jika pengrajin *karawo*

saat bekerja tidak mengalami kesilauan maka pengrajin tidak akan mengalami kelelahan mata.

Batas toleransi suhu tertinggi di ruang kerja sebesar 35-40^{0}C (Zaenal dan Suharyo, 2009) sedangkan suhu nyaman bekerja bagi orang Indonesia adalah 24-26^{0}C (Suma'mur, 2009). Estimasi suhu ruang kerja terbaik berdasarkan pengukuran *flicker fusion* pada model *Adaptive Regression Spline (*ARS*)*, menunjukkan bila masa kerja pengrajin yang sudah di atas 17 tahun, bekerja dengan suhu ruangan di bawah 30^{0}C dan tidak mengalami kesilauan maka nilai *flicker fusion* sesudah bekerja akan meningkat sebesar 0,034 Hz. Selain itu, jika umur pengrajin *karawo* di atas 26 tahun dan bekerja pada suhu ruangan di bawah 31^{0}C dapat meningkatkan nilai *flicker fusion* sesudah bekerja sebesar 0,010 Hz. Berdasarkan model analisis *Adaptive Regression Spline (*ARS*)* faktor suhu ruang kerja yang digunakan pengrajin *karawo,* ternyata saling berinteraksi dengan faktor umur dan masa kerja. Tekanan panas yang berlebihan merupakan beban tambahan yang harus diperhatikan dan diperhitungkan (Annasyiatul, Kurniawati, Sonya, dan Sri, 2008), lingkungan kerja yang panas umumnya lebih banyak

menimbulkan permasalahan dibandingkan lingkungan kerja yang dingin dimana lingkungan kerja yang panas dan lembab akan menurunkan produktivitas kerja yang juga akan membawa dampak negatif terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (Santoso dan Gempur, 2004). Oleh sebab itu kondisi ideal suhu ruangan berdasarkan pengukuran *flicker fusion* adalah suhu di bawah 30^0C.

3.4 Faktor yang Mempengaruhi Standar Penerangan dan Besaran Standar Berdasarkan Pengukuran *Visus*.

Model *Adaptive Regression Spline* terbaik pada pengukuran *Visus* memberikan nilai R^2 = 0,958 (tabel 5.13), yang berarti model tersebut mampu menjelaskan sebesar 95,80% pada pengukuran *visus*. Model ARS menunjukkan bahwa nilai *visus* setelah bekerja dipengaruhi oleh umur pengrajin *karawo* di bawah 29 tahun; masa kerja di bawah 13 tahun; waktu kerja di atas 1 jam; *visus* sebelum kerja 6/24; intensitas penerangan di atas 350 *lux*, warna *karawo pink*; dan motif *karawo* 2, 3, atau 4 warna benang. Hasil model yang didapatkan diharapkan dapat mempertahankan nilai

visus sebelum bekerja 6/24 pada waktu setelah bekerja agar pengrajin *karawo* tidak mengalami kelelahan mata.

Model ARS berdasarkan pengukuran *visus* menunjukkan umur terbaik pengrajin *karawo* yaitu di bawah 29 tahun. Hasil pengukuran *visus* sesudah bekerja rata-rata 6/24 pada pengrajin *karawo* yang berumur di bawah 29 tahun. Ketajaman penglihatan berkurang menurut bertambahnya umur dan setelah berumur di atas 40 tahun *visus* jarang ditemukan 6/6, melainkan berkurang (Suma'mur, 1996). Hasil penelitian Riza (2012) menemukan pengrajin batik usia 21-30 tahun mengalami penurunan penglihatan sebesar 40% dimana estimasi penglihatan sebesar 60% dan nilai desimal sebesar 0,25.

Estimasi pendekatan terbaik yang diperoleh dari model ARS menunjukkan, terjadi penurunan nilai *visus* apabila pengrajin *karawo* mempunyai masa kerja di atas 13 tahun. Penurunan nilai *visus* ini sama seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Riza (2012) dimana sebanyak 83% ketajaman penglihatan pada pengrajin batik di Pabrik Plentong dan Pabrik Indah Rara Djongrang Yogyakarta yang telah memiliki masa kerja di atas 15 tahun telah terjadi

penurunan ketajaman penglihatan mata. Penurunan *visus* ini terjadi diakibatkan oleh perubahan fisiologi jaringan, adanya kontak yang terus menerus dan berlangsung lama terhadap organ penglihatan dapat mengakibatkan stres pada alat penglihatan sehingga menimbulkan kelelahan pada otot mata dan otot akomodasi (Septi, 2012). Hasil analisis tersebut memberikan gambaran masa kerja yang baik untuk pengrajin *karawo* berdasarkan *visus* adalah di bawah 13 tahun

Undang-Undang Tenaga Kerja Indonsesia No.13 tentang Ketenagakerjaan Tahun 2003 Pasal 77 ayat 2 (a) dan (b) menyatakan ketentuan batas maksimal jam kerja yaitu 7 jam/sehari dan 40 jam/minggu untuk 6 hari kerja seminggu serta 8 jam/sehari dan 40 jam/minggu untuk 5 hari kerja seminggu. Penggunaan warna pada obyek kerja sangat berpengaruh terhadap ketahanan mata pada durasi lama kerja. Hasil model ARS menunjukkan terjadi peningkatan nilai *visus* sesudah bekerja bila pengrajin *karawo* bekerja lebih dari 1 jam menggunakan warna motif *karawo pink*.

Model ARS menunjukkan pengrajin *karawo* yang memiliki nilai *visus* 6/24 sebelum bekerja tidak akan menyebabkan penurunan ketajaman penglihatan setelah

bekerja artinya pengrajin *karawo* tidak mengalami kelelahan mata setelah bekerja. *Visus* 6/24 termasuk dalam kategori penglihatan *low vison* sedang dengan efisiensi penglihatan 60% dan tidak menimbulkan masalah gawat dalam penglihatan. Model ARS berdasarkan pengukuran *visus* menunjukkan bahwa menggunakan intenstias penerangan di atas 350 *lux* tidak akan menyebabkan pengrajin *karawo* mengalami kelelahan mata. Teknik penerangan dan arah cahaya yang benar akan memberikan kenyamanan visual bagi pengguna ruang (Philips, 1993). Adanya jarak antara mata ke obyek kerja dan intervensi cahaya dari sekeliling obyek mengakibatkan cahaya tidak terfokus terhadap obyek yang akan dilihat. Kuantitas dan kualitas penerangan yang baik ditentukan dari tingkat refleksi cahaya dan tingkat rasio penerangan pada ruangan (Chairul, 2006). Penerangan yang baik adalah penerangan yang cukup, tidak suram dan mencegah terjadinya kesilauan atau penerangan yang memungkinkan pengrajin *karawo* mampu melihat benda yang sedang dikerjakan dengan mudah, jelas, cepat, tepat dan teliti, serta tanpa berakomodasi, bahkan membantu menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan

menyenangkan (Moeljosoedarmo & Soeripto, 2008). Obyek dengan kontras kurang akan dapat dilihat, apabila obyek tersebut cukup besar atau bila penerangan cukup baik (Padmanaba, 2006). Ukuran obyek kerja yang kecil ini ternyata masih tergantung pada kontras dan tingkat penerangan (Suma'mur, 2009).

Berdasarkan estimasi pendekatan terbaik berdasarkan permodelan ARS ditemukan bahwa akan terjadi peningkatan nilai *visus* bila pengrajin *karawo* bekerja di atas 1 jam dengan menggunakan warna *pink* akan meningkatkan nilai *visus,* namun *visus* pengrajin akan mengalami penurunan bila pengrajin *karawo* bekerja menggunakan motif dan benang lebih dari 2, 3 atau 4 kombinasi warna. Menurut LIN, Wen-Yang, Chin-Jung, & Feng-Yi, (2008) penggunaan dengan empat warna terang (merah, biru, hijau dan putih) pada penerangan 20 *lux* dan 340 *lux*, berpengaruh terhadap tingkat kelelahan mata dimana subyek memilih untuk mengerjakan tugas bawah lampu biru dan putih dari pada hijau dan merah. Persepsi warna ditimbulkan oleh interaksi kompleks antara sumber cahaya, obyek penglihatan dan otak. Saat warna mengikuti perubahan sinar atau cahaya, maka persepsi warna

dan mekanisme mata untuk beradaptasi pada titik baru menjadikan warna obyek akan terlihat mirip dengan sinar atau cahaya tersebut. Warna hangat (merah, oranye dan kuning) cenderung menarik perhatian mata (Suptandarm, 2007). Warna yang tercipta berkat adanya cahaya merupakan bentuk energi yang dapat mempengaruhi pikiran (*mood*) dan emosi (Mahnke, H., & Frank., 1947).

3.5 Faktor yang Mempengaruhi Standar Penerangan dan Besaran Standar berdasarkan Pengukuran Keluhan Subyektif.

Model *Adaptive Regression Spline* terbaik berdasarkan pengukuran keluhan subyektif memberikan nilai R^2 = 0,988 (tabel 5.14) yang berarti model tersebut mampu menjelaskan sebesar 98,80 % pada pengukuran keluhan subyektif. Model ARS menunjukkan bahwa keluhan subyektif setelah bekerja dipengaruhi oleh umur pengrajin *karawo* lebih dari 20 tahun atau lebih dari 34 tahun; tingkat pendidikan SD dan SMP; volume ruangan kurang dari 101,7 m^3; ukuran bidang kerja kurang dari 0,4 m^2; intensitas penerangan di atas 270 *lux*;

suhu ruangan di bawah 32,4^{0}C; jarak pandang lebih dari 15 cm dengan motif *karawo* 2 warna benang.

Hasil pengukuran keluhan subyektif menunjukkan bahwa umur pengrajin di atas 20 tahun yang bekerja menggunakan ukuran bidang kerja di bawah 0,4 m^2 akan meningkatkan nilai keluhan subyektif namun tidak menyebabkan mata pengrajin *karawo* menjadi lelah setelah bekerja, dimana daya akomodasi mata pada usia di atas 20 tahun umumnya belum mengalami penurunan kemampuan dan proses degenerasi fisiologi jaringan mata belum terjadi. Sedangkan umur pengrajin *karawo* di atas 34 tahun yang bekerja harus menggunakan intensitas penerangan di atas 270 *lux* sehingga bisa menurunkan nilai keluhan subyektif agar mata pengrajin *karawo* tidak lelah setelah bekerja. Septi (2012) menyatakan umur berkorelasi terhadap penurunan ketajaman penglihatan. Elaine (2010) menemukan presentase kelelahan mata guru pada usia 21-30 tahun hanya sebesar 21,1% sedangkan usia di atas 31 tahun sebesar 78,9 %. Manusia pada umumnya dapat melihat objek dengan jelas pada usia 20 tahun sedangkan pada usia kurang dari 40 tahun kebutuhan cahaya yang diperlukan untuk melihat jauh lebih

besar dibandingkan usia 45 tahun karena pada usia 45 - 50 tahun lensa akan kehilangan kekenyalannya sehingga semakin tua usia seseorang maka daya akomodasi mata akan semakin menurun (Sri, Naria, Dharma, 2013). Semakin tua seseorang, lensa semakin kehilangan elastisitas sehingga daya akomodasi makin berkurang dan otot semakin sulit dalam menebalkan dan menipiskan mata. Sebaliknya, semakin muda seseorang kebutuhan cahaya akan lebih sedikit dibandingkan dengan usia yang lebih tua dan kecenderungan mengalami kelelahan mata lebih sedikit (Murtopo, Ichwan, & Sarimurni, 2005).

Membuat sulaman kain *karawo* dibutuhkan pengrajin yang memiliki tingkat ketelitian yang baik, ketrampilan dan pengalaman yang cukup dalam membuat kain *karawo*. Pengrajin *karawo* yang mulai bekerja pada tingkat pendidikan SD dan SMP dan bekerja dengan menggunakan volume ruangan kurang dari 101,7 m^3 bisa menurunkan nilai keluhan subyektif sehingga mata pengrajin *karawo* setelah bekerja tidak lelah. Pengrajin melakukan pekerjaan *karawo* secara terus-menerus sehingga telah terbiasa, dimana kondisi

fisiologis tubuh mereka telah menyesuaikan dengan lingkungan kerja yang dilakukan para pengrajin *karawo*.

Kegiatan *mokarawo* umumnya dikerjakan dirumah pengrajin *karawo* dan dilakukan secara berkelompok ataupun secara individu. Ruangan yang digunakan para pengrajin dalam bekerja yang tidak tetap mengakibatkan posisi duduk maupun jumlah intensitas penerangan yang digunakan tidak tetap pula. Posisi duduk tergantung perasaan nyaman saat bekerja oleh para pengrajin *karawo*. Banyaknya pengaruh dari lingkungan sekitar kerja mengakibatkan tingkat kejadian kelelahan mata semakin meningkat.

Ukuran bidang kerja dan volume ruang kerja sangat berpengaruh terhadap distribusi penerangan serta kebebasan dan kenyamanan sikap kerja. Sikap kerja pengrajin *karawo* adalah duduk di kursi menghadap obyek kerja (kain *karawo* dan benang), pekerjaan dilakukan dengan menggunakan tangan dan mata yang membutuhkan ketrampilan khusus dan ketajamn mata yang memadai. Semua aktifitas kerja otot, dilakukan oleh sekelompok otot secara simultan yang dikoordinasikan oleh saraf baik saraf pusat maupun perifer secara efisien dan menimbulkan keterampilan tertentu. Kerja

keras pada otot merupakan sebab utama nyeri dan lelah oleh karena itu tata ruang, sikap kerja harus dibuat sedemikian rupa sehingga beban kerja yang dirasakan seminimal mungkin terjadi.

Berdasarkan klasifikasi jenis pekerjaan dan penerangan minimal yang terdapat pada Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1405 Tahun 2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, pekerjaan menyulam kain *karawo* termasuk dalam kategori "Pekerjaan Rutin" dengan penerangan minimal "300 *Lux*" (tabel 2.4). Sedangkan kebutuhan penerangan berdasarkan area kegiatan menurut *United Nations Environtment (UNEP)*, menyulam kain *karawo* termasuk dalam kategori "penerangan umum interior" dengan kebutuhan penerangan "200 *Lux* sampai 1500 *Lux*" (tabel 2.5). Melihat kedua standar tersebut dapat diketahui intensitas penerangan di tempat kerja pengrajin *karawo* yang tidak memenuhi syarat minimal 300 *lux* adalah sebesar 90,1% sedangkan yang memenuhi syarat di atas 300 *lux* hanya 9,9% (tabel 5.5). Bahkan sekitar 43,66 % intensitas penerangan yang digunakan di bawah 100 *lux* dan merupakan standar

penerangan untuk pekerjaan kasar atau visual sederhana dan tidak digunakan terus menerus. Sumber penerangan yang digunakan pengrajin *karawo* saat bekerja yaitu bantuan cahaya matahari, tergantung posisi duduk dan ruang kerja yang digunakan pengrajin *karawo* saat bekerja. Akibatnya intensitas penerangan yang digunakan tidak merata. Jumlah minimum intesitas penerangan di tempat kerja *karawo* sebesar 30 *lux* dan maksimum 400 *lux* dengan rata-rata 149,01 *lux*. Intensitas penerangan yang sesuai standar sangat berpengaruh bagi kelangsungan proses produksi para pengrajin *karawo* ditempat kerja. Pengaruh intensitas penerangan yang di bawah atau di atas bagi para pengrajin *karawo* dapat mengakibatkan keluhan kelelahan mata akibat kontraksi otot mata secara berlebihan. Berdasarkan model ARS pada pengukuran keluhan subyektif ditemukan bahwa dengan meningkatkan intensitas penerangan lebih 270 *lux* sudah mampu memberikan penerangan yang baik pada pengrajin *karawo* saat bekerja sehingga tidak menyebabkan kelelahan mata pada pengrajin *karawo*. Penelitian I Gede (2012) menemukan peningkatan produktivitas kerja yang

bermakna sebesar 12,85 % ketika menggunakan intensitas penerangan sebesar 282,69 *lux*.

Hasil model ARS berdasarkan pengukuran keluhan subyektif menunjukkan suhu di bawah 31,40^{0}C dengan menggunakan intensitas penerangan di atas 270 *lux* akan meningkatkan nilai keluhan subyektif tapi tidak menyebabkan mata pengrajin *karawo* lelah. Menurut Ilyas & Sidarta (2006) seseorang sukar melihat pada jarak dekat ketika berumur 40 tahun, pada usia ini jarak akomodasi pada titik terdekat sebesar 25 cm dan jika menggunakan akomodasi maksimal akan menyebabkan mata cepat lelah. Jarak mata yang terlalu dekat (30 cm sampai 50 cm) dengan objek kerja dapat menyebabkan ketidaknyamanan penglihatan sehingga otot mata menjadi cepat lelah karena bekerja secara terus-menerus dan lebih dipaksakan melihat objek dalam jarak yang terlalu dekat (Hsin-Chieh, 2012). Oleh sebab itu, berdasarkan model ARS terbaik yang didapatkan pengrajin *karawo* menggunakan jarak mata 15 cm ke obyek kerja motif *karawo* 2 warna benang dan menggunakan intensitas penerangan di atas 270 *lux* akan

meningkatkan nilai keluhan subyektif dan mata pengrajin *karawo* tidak akan menjadi lelah.

3.6 Faktor yang Mempengaruhi Standar Penerangan dan Besaran Standar berdasarkan Pengukuran *Flicker fusion, Visus,* dan Keluhan Subyektif

Berdasarkan hasil uraian di atas dapat dirinci faktor yang dapat mempengaruhi standar penerangan *Toheren* yakni terdiri dari umur pengrajin, masa kerja, waktu kerja, intensitas penerangan, tingkat kesilauan, suhu ruangan, *visus* sebelum kerja, warna *karawo*, motif *karawo*, dan jarak pandang mata pengrajin *karawo* ke obyek kerja. Pada gambar 5.1 dapat dilihat bahwa standar penerangan *Toheren* berdasarkan pengukuran *flicker fusion, visus* dan keluhan subyektif adalah penggunaan intensitas penerangan di atas 270 *lux*. Penerangan merupakan kebutuhan hidup yang sangat penting bagi manusia. Ketajaman penglihatan pada usia 60 tahun membutuhkan dua sampai tiga kali intensitas penerangan dari usia 20 tahun sedangkan usia 86 tahun memerlukan lima kali tingkat penerangan. Perbedaan kebutuhan terhadap kebutuhan intensitas penerangan terjadi karena dengan bertambahnya usia, lensa mata akan menjadi

kabur, terjadinya penurunan penglihatan pada retina, sehingga mata membutuhkan adaptasi yang efektif terhadap kualitas penerangan (Veitch, 2001). Umur lebih tua umumnya memerlukan kontras yang lebih baik dan kualitas penerangan lebih besar untuk mendapatkan kualitas penglihatan yang sama seperti yang dialami orang pada usia yang lebih muda.

Intensitas penerangan yang kurang memadai akan mengakibatkan pengrajin *karawo* dalam melihat obyek yang dikerjakan menjadi cepat lelah. Apabila mata bekerja dalam akomodasi yang maksimal, otot mata akan menjadi lebih cepat lelah (Evi, 2009). Akibat adanya daya akomodasi inilah maka benda dapat difokuskan ke retina, dan kekuatan akomodasi akan meningkat sesuai dengan kebutuhan, semakin dekat benda maka semakin kuat mata harus berakomodasi atau mencembung. Setiap peningkatan intensitas penerangan yang terus-menerus dengan tanpa batas akan selalu diikuti dengan penurunan kelelahan mata pengrajin *karawo*, namun intensitas penerangan yang terlalu tinggi juga tidak terlalu baik karena akan menyebabkan kesilauan sehingga pengrajin *karawo* akan berusaha melihat

dengan menyempitkan pupil yang akan berakibat stres pada otot akomodasi.

Penambahan penerangan lokal menjadi 1416,35 *lux* pada meja gambar pada mahasiswa desain interior FSRD ISI Denpasar dapat menurunkan waktu kerja sebesar 22% dan produktivitas kerja meningkat sebesar 40% (Padmanaba, 2006). Menggunakan intensitas penerangan 600 dan 500 *lux* memberikan kepuasan maksimal saat bekerja di depan layar komputer dan 400, 500 dan 300 *lux* pada ruangan pemeriksaan dokumen (Kiattisak, Promrak, & Kulworawanichpong, 2011). Penelitian ini menunjukkan dengan menaikkan intensitas penerangan bisa membuat pekerja, masih dalam kapasitas normal dan resiko terjadinya kelelahan mata bisa dihindari.

Kelelahan mata yang dialami pengrajin *karawo* diharapkan bisa dikurangi dan dicegah, serta faktor yang mempengaruhi kelelahan harus diperbaiki sesuai dengan temuan yang telah dibahas di atas. Kondisi ideal yang telah ditemukan di atas diharapkan dapat diterapkan oleh seluruh pengrajin *karawo* yang ada di Provinsi Gorontalo. Harapan utama adanya kontribusi dari pemerintah setempat untuk

menerapkan dan mensosialisasikan rasio dan manfaat kondisi ideal yang digunakan saat bekerja. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan, kesehatan kerja diselenggarakan agar setiap pekerja dapat bekerja secara sehat tanpa membahayakan diri sendiri dan masyarakat sekelilingnya, agar diperoleh produktivitas kerja yang optimal, sejalan dengan program perlindungan dengan tenaga kerja. Kesehatan kerja meliputi pelayanan kesehatan kerja, pencegahan penyakit akibat kerja, dan syarat kesehatan kerja. Setiap tempat kerja wajib menyelenggarakan kesehatan kerja.

Apabila tingkat kejadian kelelahan mata pada pengrajin *karawo* tidak dicegah maka kondisi mata lelah yang dirasakan pengrajin *karawo* akan menjadi fatal dan resiko kebutaan menjadi lebih tinggi. Sedangkan manfaat yang dihasilkan apabila menerapkan kondisi ideal di atas maka derajat kesehatan para pengrajin *karawo* akan meningkat dan berdampak pada peningkatan produktivitas kerajinan *karawo* yang baik. Pada hakekatnya kondisi kerja seharusnya diciptakan yang sebaik-baiknya dengan jalan mengendalikan semua faktor dan lingkungan kerja yang

dapat mempengaruhi pekerjaan dan efisiensi manusia ataupun mesin (Evi, 2009).

DAFTAR PUSTAKA

Adi, S., (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, pp. 49-56.

Anderson, D, M., (2007). *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*. 31st ed. Philadephia: Saunders.

Annasyiatul, U., Kurniawati., Sonya, H., & Sri, R, I., (2008). *Buku Pedoman Pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja untuk Praktek dan Praktikum di Laboratorium Teknik Gigi Program Studi Teknik Kesehatan Gigi*. Surabaya: Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Airlangga.

Bambang, W, O., Guritno, S., & Subanar., (2008). Asimtotik Model Multivariate Adaptive Regression Spline. *Jurnal Natur Indonesia.,* 10 (2), 112-119.

Budiono., & Sugeng, A, M., (2003). *Bunga Rampai Hiperkes dan KK*. Semarang: Badan penerbit UNDIP.

Boubekri, M.,& Afrid, M., (2008). Some Modes of the Incompressible Flow on an Elliptic Cylinder at Low Reynolds Number. *Journal of Engineering and Applied Science*., Vol. 3, pp. 94-99.

Ching., & Francis, D, K., (1996). *Ilustrasi Desain Interior*. Jakarta: Erlangga.

Chairul, G, I., (2006). Studi Optimasi Sistem Pencahayaan Ruang Kuliah dengan Memanfaatkan Cahaya Alam. *Jetri*. Vol. 5, No. 2, hal. 1-20, ISSN 1412-0372.

Cowan & Henry J, S, P., (1983). *Environmental Systems*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Curran, S., Wattis, J., (1998). Critical Flicker Fusion Threshold: A Useful Research Tool In Patients With Alzheimer's Disease. *Human Psychopharmacology. Exp.* 13, pp. 337-355.

Depkes, R, I., (1990). *Upaya Kesehatan Kerja Sektor Informal di Industri*. Jakarta: Dirjen Peran Serta Masyarakat. Depkes.

Djalaluddin., (2000). *Metode Penelitian Komunikasi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Edwards., T., (2002). A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants. *National Renewable Energy Laboratory. Corolado*. Page 7.

Elaine, Y, L, C., (2010). Subjective Health Complaints of Teachers from Primary and Secondary Schools in Hong Kong. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* (*JOSE*). Vol. 16, No. 1, pp. 23–39.

Evi, W., (2009). Pengaruh Intensitas Pencahayaan Lokal. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Semarang. KESMAS Vol. 5, No.1, hal 64-69.

Febriana, S., (2012). Faktor-Faktor yang Berkaitan dengan Kelelahan Mata pada Karyawan Bagian Administrasi di PT. Indonesia Power UBP Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 1, No. 2, Tahun 2012, hal. 720 – 730.

Frick., Heinz., (2008). *Ilmu Fisika Bangunan Pengantar Pemahaman Cahaya, Kalor, Kelembaban, Iklim, Gempa Bumi, Bunyi, dan Kebakaran*. Yogyakarta: Kanisius.

Friedman, J, H., (1991). *Multivariate Regresion Spline (with discussion) Ann. Statist*. pp. 1 – 141.

Gabriel., (1996). *Fisika Kedokteran*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.

Ganong, W, F., (1990). *Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.

Gibson, J., (1995). *Anatomi dan Fisiologi Modern untuk Perawat, Alih Bahasa oleh Ni Luh Gede Yasmin Asih, SKpc*, Jakarta: Buku Kedokteran (EGC).

Grandjean, E., (1997). *Fitting the Task to the Human*. Text Book of Occupational Ergonomics 5Th Ed., New York: Philadelphia.

_____., (1993). *Fitting the Task To The Man*. Text Book of Occupational Ergonomic 4 th Edition Taylor dan Franc. New York: Philadelphia.

_____., (1986). *Fitting the Task To the Man.* Text Book of Occupational Ergonomics. London: Taylor & Francis.

Guyton, & Arthur, C., (1991). *Buku Teks Fisiologi Kedokteran.* Alih Bahasa Adji Dharmadan P. Lukmanto. Jakarta: EGC.

Hani, A, R., (2010). *Teori dan Aplikasinya Fisika Kesehatan.* Yogyakarta: Nuha Medika.

Harten, P. V, & Setiawan, E., (1980). *Teknik Instalasi Arus Kuat Jilid 2.* Jakarta: Binacipta.

Hikmatyar R, A, M. (2012). Analisis Faktor - Faktor terhadap Kejadian *Computer Vision Syndrome* (CVS) pada Pekerja *Layout Editor* Di CV. "X" Tembalang Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat.* Vol. 1, No. 2, hal. 731 – 737.

Hiola, R., (2000). Pengaruh Intensitas Penerangan terhadap Kelelahan Mata pada Pengrajin Kerawang Kota Gorontalo. *Tesis.* Program Pascasarjana Universitas Airlangga., Surabaya.

Hsin-Chieh, W., (2012). Visual Fatigue and Performances for the 40-min Mixed Visual Work with a Projected Screen. *The Ergonomics Open Journal,* Vol. 5, pp. 10-18.

I Gede, W, A, K., (2012). Pengaruh Intensitas Cahaya Monitor terhadap Kenyamanan Mata, Beban Kerja

dan Produktivitas pada Operator Komputer. *Jurnal Matrix*. Vol. 2, No.3, pp. 152 – 157.

Ilyas., S., (2006). *Ilmu Penyakit Mata*. Cetakan ke-3. Jakarta: Balai Penerbitan FKUI.

_____., (2006). *Kelainan Refraksi dan Kacamata. Glosari Sinopsis*. Edisi Kedua. Jakarta: Balai Penerbitan FKUI.

_____., (2008). *Penuntun Ilmu Penyakit Mata*. Edisi Ketiga. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

Junqueira,LC., (2007). *Persiapan Jaringan Untuk Pemeriksaan Mikroskopik*. Histology Dasar: teks dan atlas. Edisi 10. Jakarta : EGC. 3 – 5.

Joko S., Titin, I, O., & Suyasning, H,I., (2008). Prevalensi Keluhan Subyektif atau Kelelahan karena Sikap Kerja yang Tidak Ergonomis pada Pengrajin Perak. *Jurnal Teknologi*. Vol. 1, No. 2, pp. 141-149.

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/ 2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.

Khurana, A, K., (2007). *Disease of the Retina, Chapter 11, in Comprehensive Ophthalmology*. Fourth Edition. New Delhi. New Age International Limited Publisher.

Lampiran 6. Artikel Jurnal International TELKOMNIKA (Telecommunication,Computing, Electronics and Control), ISSN: 1693-6930, e-ISSN : 2302-9293, Status: in review

THE STANDARD OF LIGHTING INTENSITY TO REDUCE EYE STRAIN OF KARAWO ARTISANS IN GORONTALO

Reni Hiola[1)], Rama Hiola[2)],Lanto Mohamad Kamil Amali[3)],
[1,2)] Faculty of Sports and Health, Universitas Negeri Gorontalo
[3)] Faculty of Engineering, Universitas Negeri Gorontalo
Jalan. Jend. Sudirman No.6 Gorontalo, Indonesia. tel: +62 85240073797; fax:(0435)821752
e-mail: kamilamali77@gmail.com

Abstract

This study aimed at exploring the standard of luminous intensity based on the measurement of flicker fusion, visus, and the subjective issues of the Karawo craftsmen. The methods involved observation and reviewing the literature regarding the lighting system of the Karawo craft industries, and studies on the respondents relating to the level of the eyestrain through flicker fusion measurement, Snellen cards, questionnaires, and determining the standard of the lighting for the craftsmen.

The results reported that the craftsmen relied on the lighting from the sunlight; their workplace and its position were determined by the direction of the exposure of the light. Consequently, the exposure of the light was not well-distributed. The minimum intensity of lighting in the workplace of Karawo artisans was 30 lux and 400 lux as its maximum with the average of 149.01 lux. Based on the *Adaptive Regression Spine model, increasing the lighting intensity of more than 270 lux was sufficient to provide better lighting to prevent the risk of eyestrain. Thereby, it is expected that such a condition will improve their performance and productivity.*

Keywords: *Lighting Intensity, Karawo, Eyestrain*

1. Introduction

Karawo crafts are one among a variety of needlepoint embroideries using either colorful or plain yarns. Producing a beautiful motif and pattern of a Karawo embroidery requires extra care and attention to every detail of the fabric, other materials, and its processes. Karawo has been known since 1713; with the patent number 18 October IDOO 12784.

Figure 1. The Processes of Karawo Embroidering

Data by Industrial and Cooperation Office of Gorontalo Regency, 2010, report that around 67 Karawo artisan groups have been established to develop the industry of such a craft. The development focuses on two aspects, i.e., artisans and workspace. The second aspect, however, must be taken into account as it promotes a supporting environment for the artisans to keep producing quality embroidery. Factors relating to a workplace that should be addressed to

help the artisans during working are noise at work, temperature, and lighting. In other words, the better the work environment, the better the productivity of the artisans.

Lighting standard in Indonesia is basically similar to the International Standard of the USA (1968), including the standard of interior lighting. For jobs that require high details and mainly deal with small and fine objects, i.e., Karawo embroidery, the standard of lighting intensity is 300 lux. This rule resonates with the standard of the Regulation of the Ministry of Manpower Number 7 of 1964 [1] on Health, Cleanliness, and Interior Lighting in the Workplace.

However, it is revealed that 96.80% of the workplace of Karawo artisans has low lighting intensity standard that does not meet the standard of the Regulation of the Ministry of Manpower Number 7 of 1964 on Health, Cleanliness, and Interior Lighting in the Workplace. This indicates a significant correlation between lighting and eye fatigue by which it impacts the productivity of Karawo artisans [2]. It is shown that the lighting intensity of the work environment of the artisans is below 200 lux and the highest intensity is at 400 lux. The high intensity of lighting in a workplace is highly determined by sunlight; other aspects, e.g., the design of the room, further improve the lighting provided by the sun [3].

Low standard of lighting intensity in a workplace causes eyestrain of the artisans by which it impacts the quality of Karawo in Gorontalo. The following figure shows the example of Karawo embroidery produced in different workplace and lighting intensity.

Figure 2. Karawo Embroidery Produced in Different Lighting Intensity

.

The above figure signifies that different lighting intensity leads to different quality of Karawo embroidery due to the level of eye fatigue of the artisans. It is believed that a poor lighting will obstruct the productivity and the efficiency of the workers due to health issues [4]. To put it simply, insufficient interior lighting causes eyestrain in which affect the efficiency of the workers; in addition, it can damage the eyes of the artisans.

Determining the ideal standard of lighting intensity of the workplace of Karawo artisans is necessary to overcome the above problem. This is because a sufficient lighting condition provides a convenient environment for the artisans in their work and therefore improves their performance. An effective lighting provides the artisans with better visibility and therefore promotes some aspects, e.g. work safety, production, and efficiency of the use of equipment [5].

A number of research shows that lighting system significantly contributes to safety and productivity of a worker (in this case a miner). It also ensures the safety and productivity of the worker and boosts work spirit [6]. This asserts that lighting is crucial for miners as they heavily rely on visual signs to observe the surrounding and to prevent an accident during work. The lighting system in surface mining project is also essential to ensure the work safety as well [7].

The importance of lighting for work and public is echoing the result in a number of studies focusing on finding appropriate low-energy lighting system, such as comparing the HPS and LED technology. It is revealed that LED THD technology is 0.25% higher than HPS in terms of the absolute value. The result of long-term flicker reveals that HPS technology is more stable since it contains lower peak emission of that in LED [8].

The above discussion indicates that lighting intensity is essential to ensure work safety and productivity of workers, especially Karawo artisans. Therefore, determining lighting intensity for the artisans is necessary to help them pay attention to the details of the embroidery, e.g., motifs, colors, and yarn patterns.

2. Research Methodology

The measurement of the level of the eyestrain was conducted before and after working through *Flicker Fusion, Visus,* and considering the subjective issues of the Karawo craftsmen. A descriptive analysis was employed to examine the data; furthermore, the standard of the luminous intensity is determined through *Adaptive Regression Spline* Model.

The sample must represent the whole population of this research. The following formula by Taro Yamane was applied to calculate the size of the sample, with the precision of 0.1 and (N) signifies the population of 239 people [9].

$$n = \frac{N}{N\,(d)^2 + 1}$$

Description:

n = The size of the sample
N = The size of the population
d = Precision
I = The level of sub-unit

The observation was by measuring the intensity of the lighting within the working environment as well as the level of the eyestrain of the workers before and after working. This was conducted in the morning and noon to get a perfect illustration regarding the average lighting intensity as well.

A lux metre Kris Bow type KW06-291 (depicted in the following picture) was also used to help the measurement process.

Figure 3. Lux Metre

3. Results and Discussion

3.1. The measurement of the level of the eye strain (before and after working) based on the *Flicker Fusion, Visus,* and consideration of the subjective issues of the Karawo Artisans.

The average value of the level of eye strain of the Karawo craftsmen before-and-after working by applying *flicker fusion* is at 0.216 Hz with the standard deviation at 0.131 and average error standards at 0.016. The lowest value of confidence interval is at 0.185 with 0.247 at the highest, with the t-value at 13.847. In addition, the average value of *visus* before-and-after is at 0.215 with the standard deviation at 0.257 and average error standards at 0.031. Moreover, the lowest value of confidence interval is at 0.154 with 0.276 at the highest, with the t-value at 7.063. These are depicted in the following Table 1.

Table 1. The Level of Eyestrain of Karawo Craftsmen (Before and After Working) based on *Flicker Fusion* and *Visus*

Variable	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Dev.	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Flicker Fusion: Before - After	0.216	0.131	0.016	0.185	0.247	13.847	70	,000
Visus: Before – After	0.215	0.257	0.031	0.154	0.276	7.063	70	,000

100 percent of the craftsmen experience eye fatigue during the process of Karawo embroidery. This is further classified into two groups: acute eyestrain (< 2 weeks) with the percentage at 63.4 percent, and chronic eye strain (> 2 weeks) with the percentage at 36.6 percent.

Table 2. The Level of after-working Eyestrain of Karawo Craftsmen based on the Subjective Issues

Variable		Frequency	Percentage
Subjective Issue	Exhaustion > 2 weeks	26	36.6
	Exhaustion < 2 weeks	45	63.4
Total		71	100

4.

3.2. The measurement of the lighting intensity in the working environment of Karawo artisans

The measurement of the value of minimum lighting intensity in the workplace of the craftsmen is at 30 lux, and 400 lux at its maximum. Also, the average lighting intensity is at 149.01 lux, standard deviation at 99.77 lux. The following Table 3 depicts the measurement of the lighting intensity in the working environment of Karawo artisans.

Table 3. Description of the Measurement of the Lighting Intensity in the Working Environment of Karawo Craftsmen.

Variable	Statistics			
	Minimal	Maximal	Mean	Standard Deviation
Luminous Intensity (Lux)	30	400	149.01	99.77

3.3. The standard of luminous intensity based on the measurement of flicker fusion, visus, and the subjective issues of the karawo craftsmen.

The *mokarawo* (processes of embroidery of Karawo) is generally done in a group or individually. An ever-changing environment leads to an inconstant positioning as well as the lighting intensity. Workers rely on their preference to set up their sitting position which affects the way they focus on the embroidery; this may increase the chance of suffering from the eyestrain.

The *Adaptive Regression Spline* model on the measurement of *flicker fusion* at its best shows the R^2 value = 0.998. Therefore, the model contributes to the 99.80 percent on the measurement. This model also indicates that the value of after-working *flicker fusion* is influenced by factors, such as workers age 26 or above; 17 or above years of service with the lighting intensity at 270 lux or higher, dim environments; working time under 2 hours with the temperature of the environment at less than 30^0C. The result of the model is the value of after-working *flicker fusion*. The accommodation of human eyes relies on ones' age; older people require greater accommodation to get a visible view of a particular object [10].

The results of the *Adaptive Regression Spline* model report that the best age of Karawo craftsmen is 26 years or above; this is based on the *flicker fusion* measurement. People age 20 to 30 years is generally able to see an object clearly. However, the need for light intensity is four times higher in the age of 45. This condition gets worse at the age of 60 since the accommodation of human's eyes is decreasing at the age of 45 to 50 [11]. Increasing the light intensity to above 270 lux on the measurement of *flicker fusion* is able to lower the level of suffering from eyestrain, and therefore, it boosts the performance of the Karawo craftsmen.

In terms of the measurement of *visus,* the *Adaptive Regression Spline* model on the measurement shows its R^2 value = 0.958. In other words, this contributes to the 95.80 percent on the measurement. Several factors are reported to affect the value of after-working *visus.* Those are: workers age under 29; less than 13 years of service; more than an hour working time; after-working *visus* of 6/24; the lighting intensity at 350 lux or higher, the color and pattern of the Karawo consists of two to four colors of yarn. The results of the *Adaptive Regression Spline* model indicates that the best age of Karawo craftsmen is under 29 years; this is based on the *visus* measurement. To put it simply, the average of after-working visus measurement is of 6/24 on the craftsmen under 29 years of age. Aging causes ones' capability to see objects accurately declining; rarely for people age 40 years or above to get the value of visus of 6/6 [12]. The findings resonate to research by Riza that there is a drop of 40 percent in the eyesight of Batik craftsmen age 21 to 30 years with the estimation of eyesight at 60 percent and decimal values at 0.25 [13].

The *Adaptive Regression Spline* model reveals that Karawo artisans with the value of before-working *visus* of 6/24 will be less likely to suffer from eye fatigue after they work; since the value is in *low vision* category with the efficiency of the vision of human's eyes is at 60 percent. In other words, it does not impact on the capability of human's eyes. According to the *Adaptive Regression Spline* model of the *visus* measurement, adjusting the light intensity to 350 *lux* or above is not harmful to the eyesight of Karawo artisans.

Regarding the measurement of subjective issues, the *Adaptive Regression Spline* model on the measurement shows its R^2 value = 0.988; this contributes to the 98.80 percent on the measurement. Furthermore, this model reveals that the determining factors of the result of the measurement are: the age of the craftsmen at 20 years or above 34 years age; the education level; the volume of the room is less than 101.7 m^3; the size of working station below 0.4 m^2; lighting intensity of 270 lux or higher; the temperature of working environment at under 32.4^0C; the eyesight of more than 15 cm; and lastly the pattern of Karawo has two colors of yarn.

The results of measurement of the subjective issues indicate that workers with age above 20 using the $0.4m^2$ of a working plane raise the value of subjective issue. Still, such a raise does not affect the workers' eyes since people age 20 or above have no issue about eyesight and problems of degeneration of physiology rarely happened. The workers with age 34 or above, however, require the lighting intensity at 270 lux or above to prevent the chance of suffering from eyestrain and thus decrease the value of subjective issues.

The ideal standard of lighting intensity for Karawo artisans, based on aspects involved *flicker fusion*, *visus*, and subjective issues, is at 270 lux or more. On top of that, other factors also play a major role in determining the standard of lighting intensity of a worker. Those are depicted in the following figure 4.

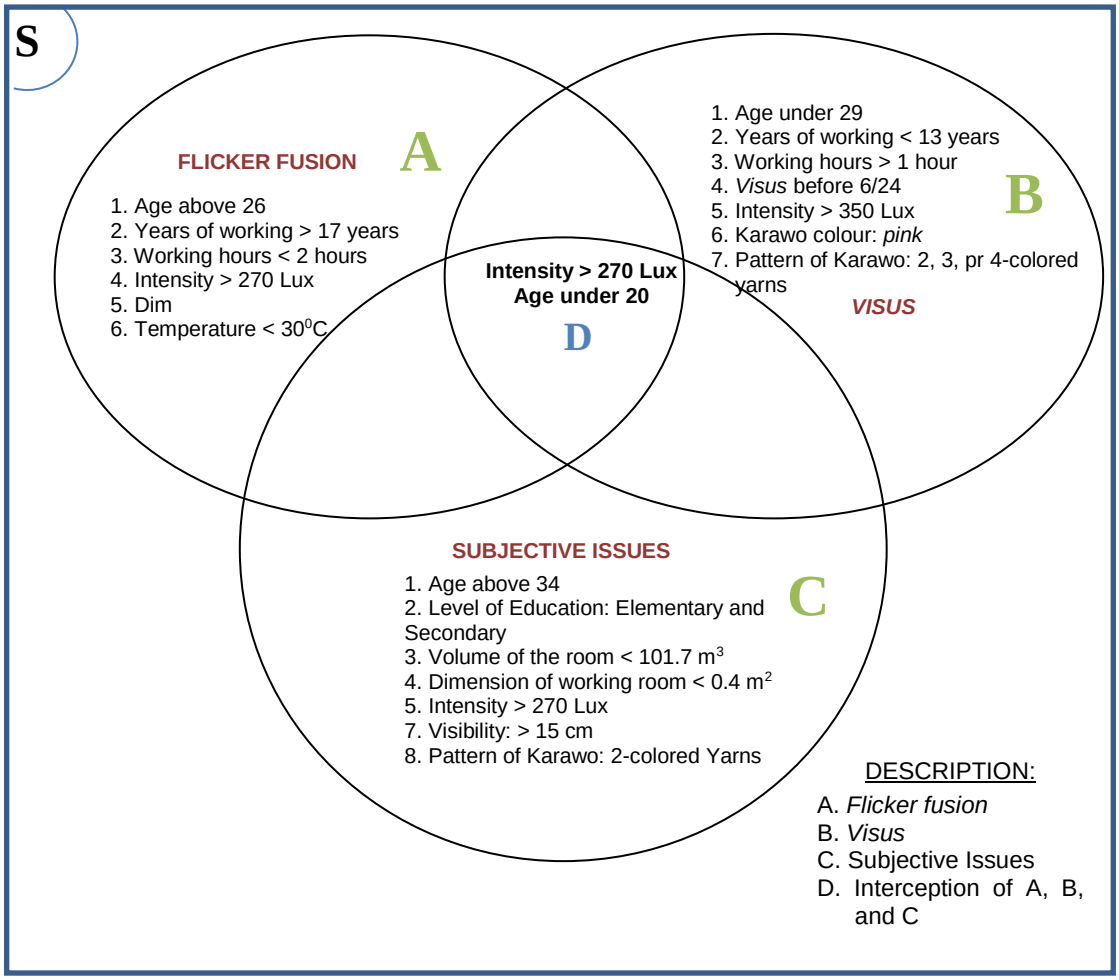


Figure 4. Standard of Luminous Intensity Based on the Measurement of Flicker Fusion, Visus, and the Subjective Issues of the Karawo Craftsmen

The above results show that the standard of lighting intensity is to be taken into account to ensure the worker comfort; to achieve maximum visual performance, however, lighting is among the essential aspects [14]. This is echoing the results seen in Chin-Chiuan Lin and Kuo-Chen Huang (2014) focusing on color lighting. They argue that the effect of colour lighting impacts the visual performance. Furthermore, the results reveal that texts with primary color basically have a better percentage and mean rather than those in grey. It is also revealed that white light, normal ambient lighting, and texts with primal color seems to be the optimum condition. If the yellow light is needed, using blue texts provides better visual performance than the grey one[15].

In addition, the results indicate that the appropriate use of standard intensity significantly contributes to the work safety and worker's productivity. Providing appropriate lighting intensity is essential to support not only one's works but also other activities, i.e., classroom activities. It also plays a major role in improving one's concentration, motivation, and learning achievements [16]. In addition, lighting intensity is crucial in subjective satisfaction [17].

4. Conclusion

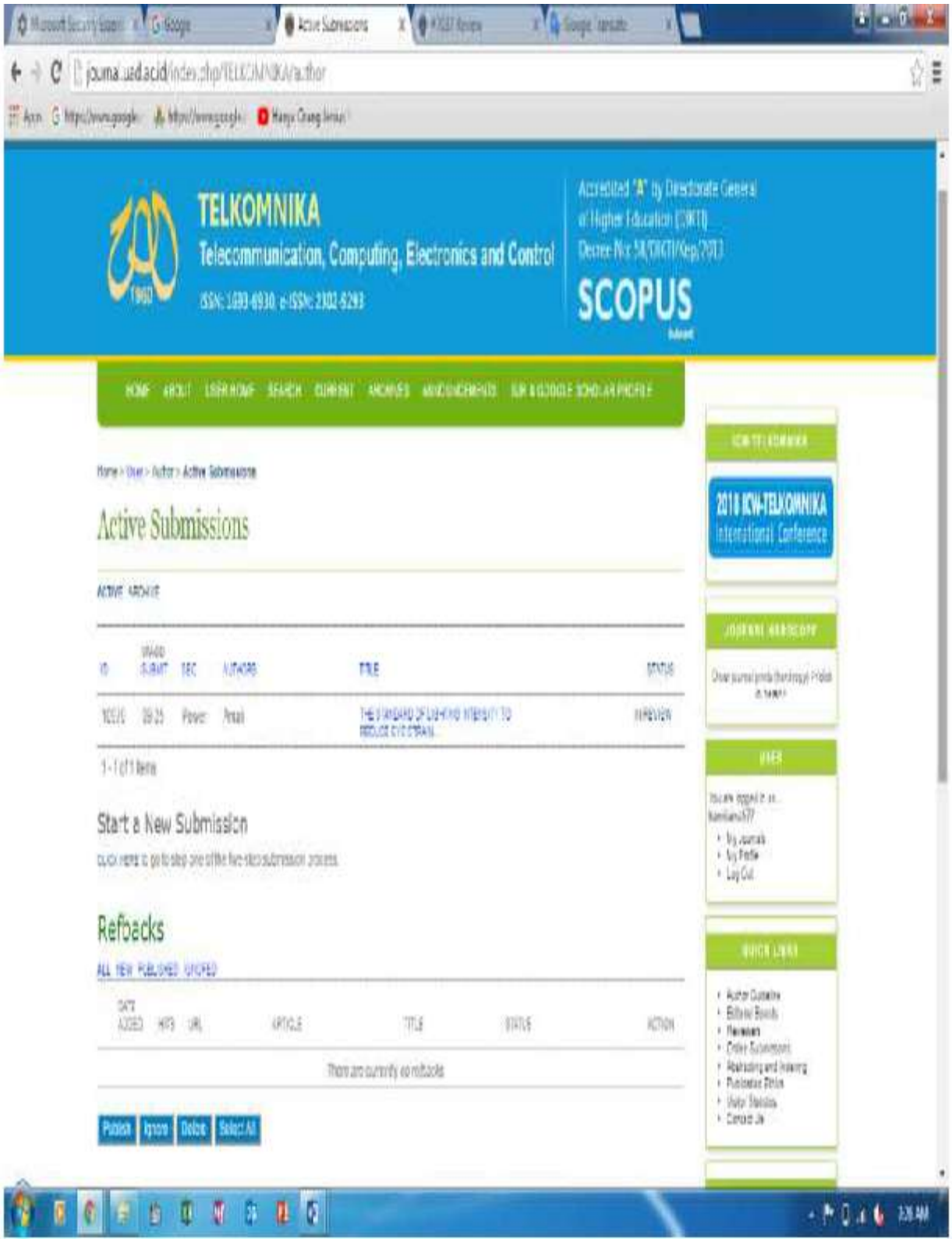
Adjusting the lighting intensity at 270 - 300 lux is recommended for Karawo artisans in Gorontalo to reduce the level of the eyestrain. This is based on the measurement of *flicker fusion*, *visus*, and the subjective issues.

References

[1] Peraturan Menteri Perburuhan. No. 7. Syarat Kesehatan, Kebersihan serta Penerangan dalam Tempat Kerja. 1964.

[2] Hiola R. Pengaruh Intensitas Penerangan terhadap Kelelahan Mata pada Pengrajin Kerawang Kota Gorontalo. Tesis Program Pascasarjana Universitas Airlangga., Surabaya. 2000.
[3] Nibedita Das, Nitai Pal, Pradip Kumar Sadhu. Design of Interior Daylighting Shading Control using LV and PVsyst Software. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*. 2015; Vol.14 No.3: 388-401.
[4] Grandjean, E. Fitting the Task to the Human. Text Book of Occupational Ergonomics 5Th Ed. New York: Philadelphia. 1997.
[5] Pratap Singh Yadav, Nitai Pal, Dheeraj Kumar, S. Vamsi Krishna. LEDs Lighting Arrangements for Underground Mines. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*. 2015; 15(1): 14 – 19.
[6] S Vamsi Krishna, Nitai Pal, Pradip Kumar Sadhu. Post Disaster Illumination for Underground Mines. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*. 2015; 13(3): 425-430.
[7] Mangalpady Aruna, Sunil M Jaralikar. Design of Lighting System for Surface Mine Projects. *TELKOMNIKA*. 2012; 10(2): 235-244.
[8] Jurica Perko, Srete Nikolovski, Ljubomir Majdandžić. Comparative Analysis of Power Quality Indices for Differen Lighting Techniogies in Public Lightning. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*. 2018; 8(2): 880-887.
[9] Nurhayati. Studi Perbandingan Metode Sampling antara Simple Random dengan Stratified Random. *Jurnal Basis Data, ICT Research Center UNAS*. 2008; 3(1): 18 – 32.
[10] Nagaki, Y., Seiji, H., Tetsuya, Y., Yoriko, H., Mari, S., & Takathoshi, U. Effects of Astaxanthin on Accommodation, Critical Flicker Fusion, and Pattern Visual Evoked Potential in Visual Display Terminal Workers. *J. Trad. Med*. 2002; 19: 170-173.
[11] Curran, S., Wattis, J. Critical Flicker Fusion Threshold: A Useful Research Tool In Patients With Alzheimer's Disease. Human Psychopharmacology.1998. Exp. 13: 337-355.
[12] Suma'mur. Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja. Jakarta: CV. Haji Masagung. 1989.
[13] Riza, W. Hubungan Intensitas Pencahayaan dengan Ketajaman Penglihatan pada Pengrajin Batik di Pabrik Plentong dan Pabrik Indah Rara Djongrang Yogyakarta. Naskah Publikasi. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Respati Yogyakarta. 2012.
[14] Gloria Osei-Afriyie, David Ben Kumah, Andrews Nartey, Kwaku Bonsu, Tony Emmanuel Cofie. Influence of Viewing Distance and Illumination on Projection Screen Visual Performance. *Mathews Journal of Ophthalmology*. 2017; 2(2); 016.
[15] Chin-Chiuan Lin and Kuo-Chen Huang. Effects of Lighting Color, Illumination Intensity, and Text Color on Visual Performance. *International Journal of Applied Science and Engineering*.2014; 12(3): 193-202.
[16] Michael S. Mott, Daniel H. Robinson, Ashley Walden, Jodie Burnette & Angela S. Rutherford. Illuminating the Effects of Dynamic Lighting on Student Learning. SAGE Open. 2012.1–9.
[17] Hong Jin, Xinxin Li, Jian Kang, Zhe Kong. An evaluation of the lighting environment in the public space of shopping centres. *Building and Environment*.2017; 115: 228-235.

Lampiran 7. Bukti Fisik Jurnal International TELKOMNIKA (Telecommunication,Computing, Electronics and Control), ISSN: 1693-6930, e-ISSN : 2302-9293, status: in review



Lampiran 8. Draft Artikel Seminar Nasional

PENGARUH INTENSITAS PENERANGAN TERHADAP KELELAHAN MATA PADA PENGRAJIN KARAWO DI KABUPATEN GORONTALO

Reni Hiola[1)], Rama Hiola[2)],Lanto Mohamad Kamil Amali[3)]
[1,2)]Dosen Jurusan Kesehatan Masyarakat Fakultas Olah Raga & Kesehatan
[3)]Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
e-mail : kamilamali77@gmail.com

Abstrak

Industri kecil dan kerajinan rakyat yang sedang berkembang di Provinsi Gorontalo adalah industri kerajinan karawo yang umumnya dikerjakan oleh kaum wanita. Karawo adalah sulaman tradisional yang merupakan kerajinan tangan yang sudah turun-temurun dari abad 17 sekitar tahun 1713.Pada dasarnya dalam rangka pengembangan usaha industri karawo supaya produksi meningkat, harus ditunjang oleh lingkungan kerja yang aman dan nyaman sehingga performasi kerja dari pekerja akan meningkat dan berpengaruh pada produktivitas kerja.

Penerangan yang cukup dan diatur dengan baik akan membantu menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan menyenangkan. Adapun penerangan yang tidak didesain dengan baik akan menimbulkan gangguan atau kelelahan selama bekerja misalnya saja kelelahan mata sehingga berkurangnya daya dan efisiensi kerja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas penerangan terhadap kelelahan mata pada pengrajin karawo di kabupaten gorontalo. Penelitian dirancang melalui tahapan observasi dan studi referensi mengenai sistem penerangan industri pengrajin karawo, penelitian pada responden, menilai tingkat akurasi kelelahan mata responden dengan menggunakan alat pengukur flicker fussion, kartu Snellen dan angket

Hasil penelitian menunjukkan intensitas ruang kerja pengrajin karawo minimum adalah 30 lux dan maximum 400 lux dengan rata-rata intensitas penerangan sebesar 149,01 lux. Sebelum bekerja seluruh pengrajin karawo nampak tidak menimbulkan gejala yang dirasakan akibat kelelahan mata, namun setelah bekerja ditemukan seluruh (100%) pengrajin *karawo* merasakan sakit kepala, iritasi mata, penglihatan ganda dan terasa sakit di sekitar mata. Sebanyak 26% pengrajin yang bekerja kurang dari 2 minggu mengalami kelelahan akut dan 45% pekerja yang bekerja lebih dari 2 minggu mengalami kelelahan mata kronis. Adanya kontak antara mata dengan obyek kerja yang berukuran kecil dan halus secara terus menerus mengakibatkan rasa sakit mata bagi pengrajin *karawo*. Keluhan ini akan semakin meningkat apabila penerangan di lingkungan kerja pengrajin *karawo* tidak memadai.

Keyword : Pengrajin Karawo, Intensitas Penerangan.

1. Pendahuluan

Karawo adalah sulaman tradisional yang merupakan kerajinan tangan yang sudah turun-temurun dari abad 17 sekitar tahun 1713. Sulaman karawo berasal dari kata mokarawo yang diartikan mengiris atau melubang. Penamaan ini sesuai dengan teknik pembuatan sulaman karawo dimana serat benang pada kain sebagai media sulaman akan diiris atau dilubangi dengan cara mencabut serat benang pada media kain yang akan digunakan.

Kondisi penerangan ruang kerja pengrajin karawo belum memadai sebagaimana mestinya yang tercantum dalam Peraturan Menteri Perburuhan No.7 Tahun 1964 tentang Syarat-Syarat Kesehatan, Kebersihan serta Penerangan dalam Tempat Kerja. Standar penerangan yang ditetapkan untuk Indonesia secara garis besar hampir sama dengan standar Internasional Amerika Serikat (1968) untuk penerangan *Interior Lighthing* sesuai dengan jenis sifat pekerja secara ringkas. Intensitas yang dimaksud adalah penerangan untuk pekerja yang membedakan dengan teliti dan barang kecil, halus seperti menyulam karawo paling sedikit mempunyai intensitas penerangan 300 *lux*. Hasil observasi dilapangan menunjukkan bahwa 90,01 % intensitas penerangan ruang kerja pengrajin karawo dibawah standar KEPMENKES/NO.7/1404/2002 atau kurang dari 300 lux dan hanya 9,90% memenuhi standar atau lebih 300 Lux..

Amstrong (1992) menyatakan bahwa intensitas penerangan yang kurang dapat menyebabkan gangguan visibilitas dan *eyestrain*, sebaliknya penerangan yang berlebihan dapat menyebabkan *glare*, *visibility*, dan *eyestrain*. Menurut Grandjean (1997) penerangan yang tidak didesain dengan baik akan menimbulkan gangguan atau kelelahan selama bekerja. Pengaruh dari penerangan yang kurang mengakibatkan dampak yaitu kelelahan mata sehingga berkurangnya daya dan efisiensi kerja, keluhan pegal di daerah mata dan sakit di sekitar mata dan kerusakan indera mata. Hal ini juga didukung oleh penelitian Hiola,R (2000) menemukan adanya intensitas penerangan ruang kerja pengrajin *karawo* kota Gorontalo 96,80% di bawah standar Peraturan Menteri Perburuhan Nomor 7 Tahun 1964, terdapat hubungan yang signifikan antara intensitas penerangan dan kelelahan mata.

Penerangan yang sesuai dengan kebutuhan dan aktifitas yang dilakukan, baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan, akan memberikan kenyamanan visual pada manusia. Kondisi visual yang terlalu gelap karena kurangnya cahaya akan menciptakan ketidaknyamanan ini juga akan mempengaruhi visual manusia terhadap lingkungan visualnya. Sebaliknya, tingkat iluminasi yang berlebihan yang ditimbulkan oleh cahaya juga akan menimbulkan ketidaknyamanan pada indera visual. Tingginya tingkat iluminasi cahaya akan mengakibatkan silau dan berpengaruh pada kenyamanan visual, serta dapat berdampak negatif tidak hanya pada fisiologi, tetapi juga pada sisi psikologi manusia. Kekurangan maupun kelebihan cahaya akan membuat mata manusia menjadi cepat lelah. Menurut Ilyas.,S.(2008), kelelahan mata disebabkan oleh stres yang terjadi pada fungsi penglihatan. Stres pada otot akomodasi dapat terjadi pada saat seseorang berupaya untuk melihat pada objek berukuran kecil dan pada jarak yang dekat dalam waktu yang lama sedangkan menurut Pheasant.,S (1991), kelelahan mata adalah ketegangan pada mata dan disebabkan oleh penggunaan indera penglihatan dalam bekerja yang memerlukan kemampuan untuk melihat dalam jangka waktu yang lama yang biasanya disertai dengan kondisi pandangan yang tidak nyaman.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional untuk melihat pengaruh intensitas penerangan terhadap kelelahan mata bagi pengrajin karawo di Kabupaten Gorontalo. Pengukuran kelelahan mata bagi pengrajin karawo dilakukan sebelum bekerja dan sesudah bekerja dengan menggunakan *Flicker fusion*, *Visus* dan Keluhan Subyektif. Data yang didapatkan dianalisis secara deskriptif kemudian dapat diketahui pengaruhnya terhadap intensitas penerangan.

Data dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer diambil dengan menggunakan observasi di lapangan dengan cara mengukur intensitas penerangan menggunakan lux meter mengenai kondisi sistem penerangan pengrajin karawo dirumah pengrajin serta menggunakan instrumen panduan wawancara dan angket.

Sampel respoden dalam penelitian ini dianggap mewakili populasi (*representatif*) dengan kriteria umur 20 - 39 tahun, masa kerja 5 - 25 tahun sebanyak 71 pengrajin karawo. Dalam penentuan sampel penelitian diatas digunakan teknik *probability sampling*.

Gambar (a) Flicker Fusion (b) Lux meter

3. Hasil dan Analisis

Hasil analisis deskriptif terhadap 71 orang pengrajin wanita industri kecil kerajinan *karawo* menunjukkan bahwa rata-rata umur pengrajin adalah 30 tahun dengan rentang umur 20 – 39 tahun. Rentang umur ini merupakan rentang umur yang produktif seperti yang dinyatakan dalam Undang-Undang Tenaga Kerja Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan bahwa usia produktif tenaga kerja berkisar antara 15 – 60 tahun. Masa kerja pengrajin *karawo* adalah 5 sampai 25 tahun dengan rata-rata 13 tahun dan dari pengalaman kerja dapat dinyatakan bahwa pengrajin *karawo* sudah memiliki pengalaman kerja, ketrampilan, dan pengetahuan yang banyak tentang cara kerja membuat *karawo*, dengan demikian pengrajin sudah beradaptasi dengan kondisi kerja yang dihadapinya.

Rata-rata pengrajin karawo bekerja selama 2 jam dengan intensitas penerangan minimum ruang kerja pengrajin sebesar 30 lux dan maksimum 400 lux. Waktu kerja pengrajin umumnya disesuaikan dengan jumlah pesanan *karawo* dari konsumen, apabila jumlah pesanan meningkat maka waktu kerja pengrajin juga akan meningkat dan begitu pula sebaliknya. Pekerjaan mata yang selalu berulang *(repetition)* menyebabkan mata selalu berupaya untuk memfokuskan pada obyek kerja. Secara umum seorang pekerja yang mengalami durasi dan terpajan lebih besar dalam per hari maka akan mengalami tingkat resiko yang lebih besar pula.

Pengukuran *flicker fusion* sebelum bekerja pada pengrajin *karawo* didapatkan nilai terkecil 0,61 Hz dan terbesar 1,11 Hz dengan rata-rata 0,81 Hz. Seseorang dalam keadaan tidak lelah memiliki frekuensi ambang penerangan sebesar 2 Hz (cahaya pendek) atau sebesar 0,6 Hz menggunakan penerangan dari cahaya matahari (Suyatno dan Sastrowinoto, 1985) atau 0,5 Hz sampai 6 Hz (Nurmianto, 2004). Berdasarkan hasil pengukuran *flicker fusion* sebelum bekerja diketahui pengrajin *karawo* tidak mengalami kelelahan mata

Pengrajin *karawo* memiliki nilai *visus* sebelum bekerja rata-rata 5/9 dengan efisiensi penglihatan 90% termasuk dalam kategori penglihatan hampir normal. Nilai *visus* terkecil 6/24 dengan efisiensi penglihatan 60%, tidak menimbulkan masalah penglihatan yang gawat dan *visus* tertinggi 6/6 dengan efisiensi penglihatan 100% atau disebut juga dengan penglihatan normal.

Jarak mata pengrajin *karawo* ke obyek kerja saat bekerja 15 cm sampai 35 cm dengan rata-rata 26 cm. Apabila mata memiliki titik dekat tidak sama dengan 25 cm dan titik jauh tidak sama dengan tidak terhingga maka dikatakan sebagai kelainan mata (Grandjean, 1997; Hani,

2010). Jarak antara mata dengan obyek kerja juga dipengaruhi oleh ukuran motif dan kondisi penglihatan individu pengrajin *karawo*. Pengrajin *karawo* yang menggunakan kacamata saat bekerja sebanyak 22% dan yang tidak menggunakan kaca mata sebanyak 49%. Sebagian besar pengrajin *karawo* mengalami gangguan ringan pada mata saat bekerja, namun tidak pernah memerikasakan kondisi mata ke dokter.

Pengukuran *flicker fusion* sebelum dan sesudah bekerja menunjukkan adanya penurunan sebesar 0,216 Hz, hasil pengujian secara statistik menunjukkan tingkat signifikansi 0,000 yang berarti pengrajin *karawo* mengalami kelelahan mata setelah bekerja, dimana sebanyak 88,73 % dengan nilai pengukuran *flicker fusion* dibawah 0,6 Hz (lelah) dan sebanyak 11,27% diatas 0,6 Hz (tidak lelah). Penerangan yang digunakan pengrajin *karawo* sangat berpengaruh terhadap tingkat kejadian kelelahan mata. Menggunakan penerangan yang tinggi memilihi efek positif terhadap nilai *critical flicker frequency* (Hsin-Chen, 2012).

Pengukuran *visus* setelah bekerja ditemukan sebanyak 87,33% dalam kategori penglihatan hampir normal dengan efisiensi penglihatan sekitar 83%; 11,27% kategori *low vision* sedang efisiensi penglihatan 60%; dan 1,41% kategori *low vision* berat. Hasil pengukuran ini menunjukkan nilai *visus* setelah bekerja pengrajin *karawo* mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,215, hasil pengujian statistik menunjukkan signifikan 0,000 yang berarti pengrajin *karawo* mengalami penurunan ketajaman penglihatan setelah bekerja.

Sebelum bekerja seluruh pengrajin *karawo* nampak tidak menimbulkan gejala yang dirasakan akibat kelelahan mata, namun setelah bekerja ditemukan seluruh (100%) pengrajin *karawo* merasakan sakit kepala, iritasi mata, penglihatan ganda dan terasa sakit di sekitar mata. Sebanyak 26% pengrajin yang bekerja kurang dari 2 minggu mengalami kelelahan akut dan 45% pekerja yang bekerja lebih dari 2 minggu mengalami kelelahan mata kronis. Adanya kontak antara mata dengan obyek kerja yang berukuran kecil dan halus secara terus menerus mengakibatkan rasa sakit mata bagi pengrajin *karawo*. Keluhan ini akan semakin meningkat apabila penerangan di lingkungan kerja pengrajin *karawo* tidak memadai. Keluhan subyektif yang dirasakan pengrajin *karawo* memiliki gejala yang sama seperti hasil penelitian terhadap pengrajin *karawo* (Reni, 2000), pekerja yang menggunakan komputer (Sheddy, 2003), guru SD dan SMP di Hongkong (Elaine, 2010) dan pekerja *call center* di Bank (Yen-Hui, Chih-Yong, Wei-Hsien, dan Yu-Chao, 2010)

Kesimpulan

sebelum bekerja seluruh pengrajin *karawo* nampak tidak menimbulkan gejala yang dirasakan akibat kelelahan mata, namun setelah bekerja dengna penerangan yang tidak memadai ditemukan bahwa seluruh (100%) pengrajin *karawo* merasakan sakit kepala, iritasi mata, penglihatan ganda dan terasa sakit di sekitar mata. Sebanyak 26% pengrajin yang bekerja kurang dari 2 minggu mengalami kelelahan akut dan 45% pekerja yang bekerja lebih dari 2 minggu mengalami kelelahan mata kronis.

Daftar Pustaka

Elaine, Y, L, C., (2010). Subjective Health Complaints of Teachers from Primary and Secondary Schools in Hong Kong. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE). Vol. 16, No. 1, pp. 23–39

Grandjean, E., (1997). Fitting the Task to the Human. Text Book of Occupational Ergonomics 5Th Ed., New York: Philadelphia

Hsin-Chieh, W., (2012). Visual Fatigue and Performances for the 40-min Mixed Visual Work with a Projected Screen. The Ergonomics Open Journal, Vol. 5, pp. 10-18.

Hani, A, R., (2010). Teori dan Aplikasinya Fisika Kesehatan. Yogyakarta: Nuha Medika

LIN, Y, H., Chih-Yong, C., Wei-Hsien, H., & Yu-Chao, L., (2010). Perceived Job Stress and Health Complaints at a Bank Call Center: Comparison between Inbound and Outbound Services. Industrial Health. Volume. 48, Pp. 349–356

Peraturan Menteri Perburuhan Nomor 7 Tahun 1964 tentang Syarat Kesehatan, Kebersihan serta Penerangan dalam Tempat Kerja

Hiola, R (2000). Pengaruh Intensitas Penerangan terhadap Kelelahan Mata pada Pengrajin Kerawang Kota Gorontalo. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Airlangga., Surabaya.

Sheedy J,E., & Shaw-McMinn, P,G., (2003). Diagnosing and Treating Computer-Related Vision Problems. Butterworth Heinemann. ISBN 0-7506-7404-0.

Suyatno, S., (1985). Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi. Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo

Undang-Undang Tenaga Kerja Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.

Ilyas.,S.,(2008). *Penuntun Ilmu Penyakit Mata*. Edisi Ketiga. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

Pheasant, S., (1991)