



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS KELELAHAN MATA AKIBAT PAJANAN SINAR  
ULTRAVIOLET-B PADA PEKERJA LAS  
DI PT. JAYA ASIATIC SHIPYARD BATAM  
TAHUN 2012**

**TESIS**

**Oleh :**

**RESTON RAJAGUKGUK  
NPM : 1106041092**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM STUDI MAGISTER KESELAMATAN DAN KESEHATAN  
KERJA  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK  
JANUARI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS KELELAHAN MATA AKIBAT PAJANAN SINAR  
ULTRAVIOLET-B PADA PEKERJA LAS  
DI PT. JAYA ASIATIC SHIPYARD BATAM  
TAHUN 2012**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister  
Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

**Oleh :**

**RESTON RAJAGUKGUK  
NPM : 1106041092**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM STUDI MAGISTER KESELAMATAN DAN KESEHATAN  
KERJA  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK  
JANUARI 2012**

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : RESTON RAJAGUKGUK**

**NPM : 1106041092**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 12 Januari 2013**

## PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : RESTON RAJAGUKGUK  
NPM : 1106041092  
Program Studi : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Judul Tesis : ANALISIS KELELAHAN MATA  
AKIBAT PAJANAN SINAR ULTRAVIOLET-B  
DI PT JAYA ASIATIC SHIPYARD BATAM  
TAHUN 2012

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Program Studi Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Hendra, SKM. MKKK (.....)  
Penguji : Doni Hikmat Ramdhan, SKM, MKKK, PhD (.....)  
Penguji : Indri Hapsari Susilowati, SKM, MKKK, PhD (.....)  
Penguji : Farida Tusafariah, MKes (.....)  
Penguji : Dr. Tata Soemitra, DIH, MHSc, HIU (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 12 Januari 2013

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya berkat, kasih dan karuniaNya penulis akhirnya menyelesaikan penelitian ini. Atas rahmat dan kekuatan dariNya telah memberikan kekuatan bagi penulis dalam menjalani setiap proses penelitian dan sampai pada akhirnya penulis berhasil menyelesaikan Tesis ini dengan judul “*Analisis Kelelahan Mata Akibat Paparan Sinar Ultraviolet-B Pada Pekerja Las di PT. Jaya Asiatic Shipyard Batam Tahun 2012*”.

Pada kesempatan ini tak lupa penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis baik moril maupun materil sehingga selesainya penulisan tesis ini, khususnya kepada:

1. Bapak Hendra, SKM, MKKK selaku pembimbing tesis yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, dan dorongan serta motivasi pada penulis mulai dari awal sampai selesainya penelitian ini.
2. Bapak Drs. Psi. Ridwan Z. Sjaaf, MPH selaku Ketua Jurusan K3 FKM UI yang memberikan motivasi dalam penyelesaian penelitian ini.
3. Bapak Doni Hikmat Ramdhan, SKM, MKKK, PhD selaku ketua Program Studi Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan sekaligus sebagai dosen penguji yang memberikan banyak masukan yang sangat bermanfaat demi kesempurnaan tesis ini.
4. Bapak Alastair Campbell, Manager HSES PT. McDermott Indonesia yang selalu memberikan dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan Magister K3 ini.
5. Bapak Haposan A. Sitinjak selaku Manager HSES PT. Jaya Asiatic Shipyard Batam yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk melakukan penelitian di PT. Jaya Asiatic Shipyard Batam. Tak lupa terima kasih yang sedalam-dalamnya saya sampaikan bagi seluruh staf HSES yang telah membantu penulis selama pelaksanaan penelitian.

6. Tim penguji, bapak Doni Hikmat Ramdhan, SKM, MKKK, PhD; ibu Indri Hapsari Susilowati, SKM, MKKK, PhD; Ibu Farida Tusafariah, MKes; dan bapak Dr. Tata Soemitra, DIH, MHSc, HIU yang bersedia meluangkan waktu untuk menjadi penguji dan memberikan masukan-masukan yang sangat bermanfaat demi kesempurnaan tesis ini.
7. Keluarga khususnya istri tercinta Erni Henni Mariana Harianja, AMKeb dan kedua anakku tersayang John Andreas dan Josh Denias atas dukungannya selama ini yang telah memotivasi penulis untuk menyelesaikan pendidikan Magister K3. Begitu juga keluarga yang ada di Sumatera Utara yang selalu memberikan dorongan pada penulis untuk menyelesaikan pendidikan Magister k3 ini.
8. Terakhir buat semua pihak yang telah membantu penulis dalam penelitian ini yang tidak dapat penulis tuliskan satu per satu.

Akhir kata penulis ucapkan terima kasih yang tak berhingga bagi semua pihak, dan kita semua tahu bahwa tidak satupun di dunia ini yang sempurna. Hanya Tuhanlah berhak atas segala kesempurnaan. Semoga Tesis ini bermanfaat.

Penulis

RESTON RAJAGUKGUK

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RESTON RAJAGUKGUK  
NPM : 1106041092  
Program Studi : Magister K3  
Departemen : K3  
Fakultas : Kesehatan Masyarakat  
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

***Analisis Kelelahan Mata Akibat Paparan Sinar Ultraviolet-B Pada Pekerja Las di PT. Jaya Asiatic Shipyard Batam Tahun 2012***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 12 Januari 2013

Yang menyatakan

( RESTON RAJAGUKGUK )

## **ABSTRAK**

**Nama** : **RESTON RAJAGUKGUK**

**Program Studi** : **Magister K3**

**Judul** :

**ANALISA KELELAHAN MATA AKIBAT PAJANAN SINAR  
ULTRAVIOLET-B PADA PEKERJA LAS DI PT. JAYA ASIATIC  
SHIPYARD BATAM TAHUN 2012**

xv + 47 halaman + 15 tabel + 3 gambar + 4 lampiran

Bahaya radiasi Ultraviolet-B di tempat kerja yang dihasilkan oleh proses pengelasan merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan dan penyakit akibat kerja pada pekerja PT. Jaya Asiatic Shipyard Indonesia – Batam, yang mana dalam proses produksinya melakukan proses pengelasan dalam penyambungan logam mempunyai potensi untuk terjadinya kelelahan mata pekerja las. Penelitian ini bertujuan untuk melihat apakah terjadi peningkatan keluhan kelelahan mata sebagai akibat pajanan radiasi Ultraviolet-B pada pekerja las di workshop Hull perusahaan. Faktor yang berhubungan dengan keluhan kelelahan mata yang diteliti adalah tingkat radiasi Ultraviolet-B, serta beberapa faktor yang berkaitan dengan individu yaitu umur, lama paparan dan pemakaian Alat Pelindung Diri.

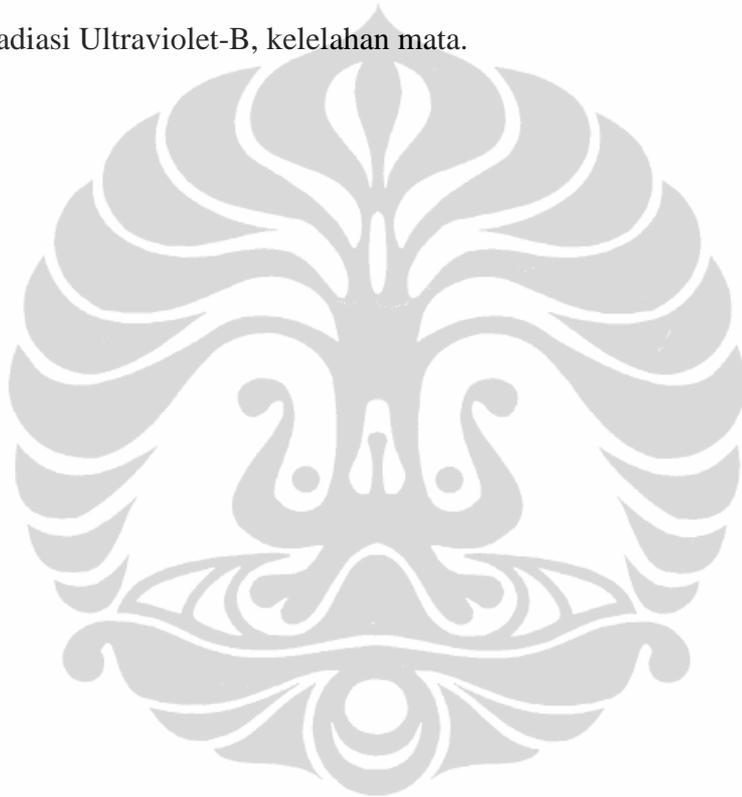
Penelitian ini dilakukan dengan disain deskriptif analitik dengan pendekatan *cross sectional* untuk menemukan fakta dengan interpretasi yang tepat dan akurat melukiskan gejala-gejala kelelahan mata pada kelompok atau individu pekerja las. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur tingkat radiasi Ultraviolet-B memapar pekerja las, serta mendapatkan data umur, lama paparan, dan pemakaian Alat Pelindung Diri melalui kuesioner.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa 90% pekerja las di workshop Hull mengalami keluhan kelelahan mata. Setelah dilakukan analisis data, ternyata keseluruhan pekerja las terpapar dengan tingkat radiasi yang dihasilkan oleh proses pengelasan yang melebihi nilai ambang batas. Analisis hubungan antara

faktor-faktor yang mempengaruhi keluhan kelelahan mata pekerja ternyata tidak terlihat adanya hubungan.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari hasil pengukuran radiasi Ultraviolet-B di workshop Hull melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan berdasarkan PERMENAKERTRANS No. PER.13/MEN/X/2012. Bagi peneliti lain yang ingin melihat faktor-faktor yang mempengaruhi keluhan kelelahan mata pekerja las, perlu mempertimbangkan adanya populasi kontrol.

Kata kunci : radiasi Ultraviolet-B, kelelahan mata.



## ***ABSTRACT***

***Name*** : RESTON RAJAGUKGUK  
***Study Program*** : *Magister of Occupational Health and Safety*  
***Title*** :

***ANAYLISIS OF EYE FATIGUE CAUSED BY ULTRAVIOLET-B  
RADIATION ON WELDERS IN PT. JAYA ASIATIC SHIPYARD BATAM  
IN YEAR 2012***

*xv + 47 pages + 15 tables + 3 figures + 4 annexes*

*Ultraviolet-B radiation hazards in the workplace is a factor that caused of health effect and occupational disease on the workers of PT. Jaya Asiatic Shipayrd Indonesia - Batam, where in the process of their production conducting welding to connect metal, has the potential for eye fatigue of the welders. This study aims to determine whether there is an increase in eye fatigue complaints as a result of UV-B radiation exposure to welder in Hull Workshop. Factor associated with complaints of eye fatigue studied is Ultraviolet-B radiation levels, as well as a number of factors relating to the individual, namely age, duration of exposure, and usage of Personal Protective Equipment.*

*The research was done by analytical descriptive design with cross sectional approach to find the facts to the proper interpretation and accurately describe the symptoms of eye fatigue on the individual or group of welder. Data collection was performed by measuring the levels of UV-B radiation exposed welders, as well as getting the data on age, duration of exposure and the use of Personal Protective Equipment through questionnaires.*

*The survey results revealed that 90% of workers in the Hull welding workshop complaint of eye fatigue. After analyzing the data, it turns out that the whole welders were exposed to radiation levels generated by the welding process that exceeds a threshold limit value. Analysis of the relationship between the factors that affect workers' complaints eyes fatigue was not visible.*

*From this study it can be concluded that the measurement of UV-B radiation in Hull workshop exceeds the threshold limit value allowed by PERMENAKERTRANS No. PER.13/MEN/X/2012. For other researchers who want to look at the factors that affect welders complaints eye fatigue, needs to consider the control population.*

*Key words : Ultraviolet-B radiation, eye fatigue.*

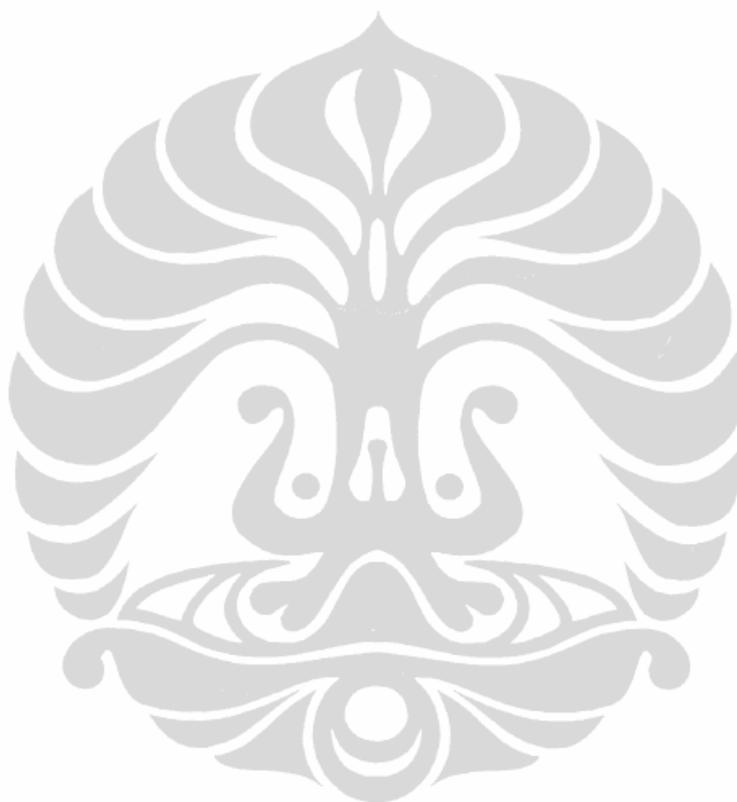


## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xv
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	3
1.3 Pertanyaan Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.4.1 Tujuan Umum .....	3
1.4.2 Tujuan Khusus .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.5.1 Manfaat Bagi Perusahaan .....	4
1.5.2 Manfaat Bagi Keilmuan K3 .....	4
1.5.3 Manfaat Bagi Mahasiswa .....	4
1.6 Ruang Lingkup Penelitian .....	5
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Pengelasan .....	6
2.1.1 Jenis Pengelasan .....	6
2.1.2 Bahaya Dalam Pengelasan .....	9
2.1.3 Pengukuran Radiasi .....	10
2.2 Sinar Ultraviolet .....	11
2.2.1 Efek dari radiasi Ultraviolet pada mata .....	12
2.2.2 Nilai Ambang Batas Paparan Sinar Ultraviolet .....	12
2.3 Kelelahan Kerja .....	13
2.3.1 Definisi Kelelahan Kerja .....	13
2.3.2 Jenis-jenis Kelelahan Kerja .....	13
2.4 Sistem Penglihatan Mata .....	14
2.4.1 Anatomi dan Fisiologi Mata Manusia .....	14
2.4.2 Masuknya Cahaya ke Mata .....	15
2.5 Kelelahan Mata .....	16
2.5.1 Definisi Kelelahan Pada Mata .....	16
2.5.2 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kelelahan Mata .....	16
2.5.3 Gejala Kelelahan Mata .....	18
2.5.4 Proses Terjadinya Kelelahan Mata .....	19
2.5.5 Tindakan Mengatasi Kelelahan Mata .....	20
2.5.6 Pengukuran Kelelahan Mata .....	21
<b>3. KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL.....</b>	<b>22</b>
3.1 Kerangka Teori .....	22
3.2 Kerangka Konsep .....	24
3.3 Definisi Operasional .....	24

<b>4. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Rancangan Penelitian .....	28
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	28
4.3 Unit Analisis .....	28
4.3.1 Populasi dan Sampel .....	28
4.3.2 Kriteria Subjek Penelitian .....	28
4.4 Metode Pengumpulan Data .....	29
4.5 Metode Analisis Data .....	30
4.5.1 Metode Analisa Statistik .....	30
<b>5. HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
5.1 Gambaran Proses Kerja .....	31
5.1.1 Pekerjaan Pengelasan .....	31
5.2 Analisis Univariat .....	32
5.2.1 Tingkat Radiasi Sinar Ultraviolet-B .....	32
5.2.2 Jenis Proses Las .....	33
5.2.3 Keluhan Kelelahan Mata .....	34
5.2.4 Umur .....	35
5.2.5 Lama Paparan .....	35
5.2.6 Masa Kerja .....	36
5.2.7 Alat Pelindung Diri .....	37
5.3 Analisis Bivariat .....	38
5.3.1 Hubungan Tingkat Radiasi Dengan Proses Las .....	38
5.3.2 Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Tingkat Radiasi .....	40
5.3.3 Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Umur Pekerja Las .....	40
5.3.4 Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Lama Paparan .....	40
5.3.5 Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Pemakaian Pelindung Mata .....	40
5.4 Analisis Multivariat .....	41
5.4.1 Model Faktor Penentu Keluhan Kelelahan Mata .....	41
<b>6. PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
6.1 Keterbatasan Penelitian .....	42
6.2 Analisis Tingkat Radiasi Ultraviolet-B .....	42
6.3 Analisis Keluhan Kelelahan Mata .....	43
6.3.1 Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Tingkat Radiasi Ultraviolet-B .....	43
6.3.2 Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Umur Pekerja .....	44
6.3.3 Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Lama Paparan .....	44
6.3.4 Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Pemakaian Pelindung Mata .....	45
6.4 Analisis Hubungan Multivariat .....	46

<b>7. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>47</b>
7.1 Kesimpulan .....	47
7.2 Saran .....	47
<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN 1 .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN 2 .....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN 3 .....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN 4 .....</b>	<b>69</b>



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Anatomi Mata .....	14
Gambar 3.1 Kerangka Teori Paparan Radiasi Sinar Las di Tempat Kerja .....	23
Gambar 3.2 Kerangka Konsep .....	24



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Waktu Pemaparan Radiasi Sinar Ultraviolet Yang Diperkenankan .....	13
Tabel 2.2 Kriteria untuk penggunaan goggles (JIS T8141-1970) .....	20
Tabel 3.1 Definisi Operasional .....	25
Tabel 5.1 Nilai Ambang Batas Radiasi Ultraviolet .....	32
Tabel 5.2 Hasil Deskriptif Pengukuran Radiasi Ultraviolet-B .....	33
Tabel 5.3 Distribusi tingkat Radiasi Ultraviolet-B Pada Pekerja Las .....	33
Tabel 5.4 Deskripsi Jenis Proses Las .....	34
Tabel 5.5 Deskripsi Jumlah Keluhan Kelelahan Mata.....	34
Tabel 5.6 Distribusi Keluhan Kelelahan Mata .....	35
Tabel 5.7 Deskripsi Umur Responden .....	35
Tabel 5.8 Distribusi Umur Responden .....	36
Tabel 5.9 Distribusi Lama Paparan Responden Pada Radiasi Ultraviolet-B .....	36
Tabel 5.10 Deskripsi Masa Kerja Responden Sebagai Tukang Las .....	37
Tabel 5.11 Distribusi Masa Kerja Responden Sebagai Tukang Las .....	37
Tabel 5.12 Distribusi Pemakaian Pelindung Mata Responden .....	38
Tabel 5.13 Gambaran Tingkat Radiasi Ultraviolet-B Berdasarkan Proses Las .....	39
Tabel 5.14 Deskripsi Tingkat Radiasi Ultraviolet-B Berdasarkan proses las .....	39
Tabel 5.15 Deskripsi Keluhan Kelelahan Mata Berdasarkan Pemakaian Pelindung Mata .....	41

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kegiatan industri di bidang perbaikan kapal (*ship repair*) dan pembuatan kapal baru (*new ship building*) dalam beberapa tahun terakhir ini berkembang sangat pesat di pulau Batam, diikuti dengan peningkatan permintaan penyediaan sarana dan prasarana produksi untuk industri tersebut. Banyaknya permintaan untuk kegiatan perbaikan kapal ataupun pembuatan kapal baru tersebut, mengharuskan perusahaan untuk mengutamakan produktivitas.

Kajian tentang produktivitas umumnya selalu dikaitkan pada masalah teknologi produksi, waktu, dan masalah ekonomi, padahal disamping hal-hal tersebut terdapat permasalahan yang tidak kalah pentingnya yaitu masalah resiko bahaya dari lingkungan kerja yang dapat mengakibatkan penyakit akibat kerja dan keselamatan kerja. Pada suatu lingkungan kerja, pekerja akan menghadapi tekanan lingkungan kerja yang berasal dari faktor kimia, fisik, biologis dan psikis. Oleh karena itu, lingkungan kerja harus diciptakan seaman mungkin supaya didapatkan efisiensi kerja yang dapat meningkatkan produktivitas.

Kelelahan (*fatigue*) adalah kelelahan yang terjadi pada saraf dan otot-otot manusia sehingga tidak berfungsi lagi sebagaimana mestinya. Kelelahan juga didefinisikan sebagai aneka keadaan yang disertai penurunan efisiensi dan ketahanan dalam bekerja (Suma'mur, 1989). Kelelahan menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara pada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh (Tarwaka, 2004). Kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja (Eko Nurmianto, 2003).

Beberapa faktor bahaya kondisi fisik di lingkungan kerja yang dapat menyebabkan kelelahan pekerja antara lain radiasi, kebisingan, pencahayaan dan temperatur. Kehidupan pekerja las di perusahaan konstruksi tidak terlepas dari sumber-sumber radiasi. Radiasi yang berarti pemancaran sinar atau penyinaran merupakan penyebaran partikel partikel elementer dan energy radiasi dari suatu

sumber radiasi. Proses pengelasan menghasilkan radiasi non peng-ion yang timbul sebagai akibat dari pemberian panas pada logam hingga mencair.

Pengelasan merupakan cara yang umum digunakan untuk menyambung logam secara permanen, dimana input panas diberikan pada logam hingga mencair dan menyambungannya dalam suatu sambungan yang permanen. Pengelasan merupakan salah satu aktivitas yang dilakukan di PT. Jaya Asiatic Shipyard Batam dalam proses produksinya. Setelah melakukan pengamatan pendahuluan pada galangan kapal PT. Jaya Asiatic Shipyard, diketahui bahwa pekerja las mempunyai resiko terpajan bahaya dari lingkungan kerjanya yang dapat mengakibatkan kelelahan bagi pekerjaanya, terutama risiko yang ditimbulkan dari proses pengelasan yang dilakukan. Salah satu bahaya yang beresiko menimbulkan gangguan kesehatan dan kelelahan pekerja las adalah radiasi dan cahaya dari proses pengelasan.

Menurut Alatas, dkk (2003), radiasi Ultraviolet-B sebagian besar akan diserap oleh kornea mata dan sebagian kecil mencapai lensa sehingga akan menimbulkan kelelahan mata pekerja. Untuk seorang pekerja las, terlalu sering berhadapan dengan cahaya intensitas tinggi akan memberi dampak pada sistem kerja matanya. Hadirnya cahaya ini akan membahayakan mata pekerja. Cahaya ini dapat mengakibatkan kerusakan terbatas pada kornea mata (Ilyas, 2005). Semua cahaya tampak yang masuk ke mata akan diteruskan oleh lensa dan kornea mata ke retina mata. Bila cahaya ini terlalu kuat, maka akan segera menimbulkan kelelahan mata (Nurdin, 1999).

Dalam *NIOSH, Criteria for a Recommended Standard Welding, Brazing and Thermal Cutting* (1988) dilaporkan efek radiasi sinar las pada mata pekerja las yang tidak memakai pelindung mata dengan benar dan tidak memakai pelindung mata sama sekali (Minton, 1949; Sykowski, 1951; Entwistle, 1964; Karai Et al 1984). Juga dituliskan bahwa dalam penelitian yang lain yang dilakukan oleh Golychev dan Nikatina (1974) ditemukan bahwa akibat dari tidak dipakainya alat pelindung mata, seorang asisten tukang las yang berumur 42 tahun menderita katarak karena secara regular membantu pekerja las selama 19 tahun masa kerja. Pekerja ini dilaporkan mengalami *welder flash* dan *conjunctivitis* sebanyak 3 sampai 4 kali dalam sebulan. Dalam penelitian lain yang dilakukan

oleh Mignolet (1950) terhadap 520 pekerja las mengenai keluhan mata, dilaporkan terdapat keluhan gangguan mata berupa mata berair, penglihatan kabur, pedih, gangguan melihat dialami oleh 60% pekerja las yang diteliti. Oleh sebab itu penulis merasa perlu untuk meneliti kemungkinan dampak kelelahan mata yang dialami oleh pekerja las sebagai akibat langsung pajanan radiasi sebagai akibat dari proses pengelasan tersebut.

## **1.2. Permasalahan**

Seringnya terjadi keluhan rasa lelah pada tukang las (*welder*) yang bekerja di PT. Jaya Asiatic Shipyard sehingga perlu diketahui tingkat paparan radiasi Sinar Ultraviolet-B yang berkontribusi terhadap kelelahan tersebut. Masalah pokok pada penelitian ini adalah menentukan tingkat keluhan kelelahan mata (*visual fatigue*), serta menentukan tingkat paparan radiasi Sinar Ultraviolet-B yang dapat mempengaruhi tingkat kelelahan mata pekerja las di Departemen Hull PT. Jaya Asiatic Shipyard.

## **1.3. Pertanyaan Penelitian**

Dalam penelitian ini yang menjadi pertanyaan adalah:

1. Bagaimana gambaran keluhan kelelahan mata pada pekerja las di PT. Jaya Asiatic Shipyard – Batam?
2. Apakah terjadi dampak kesehatan berupa keluhan kelelahan mata akibat pajanan radiasi Sinar Ultraviolet-B pada pekerja las?
3. Faktor-faktor apakah yang berpengaruh terhadap keluhan kelelahan mata pekerja las?

## **1.4. Tujuan Penelitian**

### **1.4.1. Tujuan Umum**

Tujuan dari penelitian ini adalah diketahuinya resiko kelelahan mata pekerja las sebagai akibat pajanan radiasi Sinar Ultraviolet-B dan faktor faktor yang mempengaruhinya, dalam upaya menjaga produktivitas.

#### **1.4.2. Tujuan Khusus**

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui gambaran kelelahan mata pada pekerja las di PT. Jaya Asiatic Shipyard – Batam.
- b. Mengukur dan menganalisa tingkat radiasi Sinar Ultraviolet-B pada lokasi kerja.
- c. Menganalisa tingkat dan pengaruh radiasi Sinar Ultraviolet-B terhadap kelelahan mata pekerja las.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pihak antara lain:

##### **1.5.1. Manfaat Bagi Perusahaan**

1. Merupakan masukan atau informasi tentang risiko dan dampak pajanan radiasi Sinar Ultraviolet-B pada pekerja las.
2. Sebagai bahan masukan untuk penyusunan program dan tindakan perbaikan dalam rangka minimalisasi risiko akibat pajanan radiasi Sinar Ultraviolet-B pada pekerja las yang akan membantu perusahaan dalam menjaga produktivitas.

##### **1.5.2. Manfaat Bagi Keilmuan K3**

1. Memperkaya informasi tentang bahaya akibat pajanan radiasi Sinar Ultraviolet-B pada pekerja las.
2. Sebagai bahan masukan bagi peneliti lain yang berhubungan dengan faktor radiasi Sinar Ultraviolet-B pada proses pengelasan.

##### **1.5.3. Manfaat Bagi Mahasiswa**

1. Merupakan media pemahaman radiasi Sinar Ultraviolet-B yang berkontribusi pada kelelahan mata pekerja di tempat kerja.
2. Bentuk aplikasi keilmuan K3 khususnya mengenai dampak dan risiko pajanan radiasi Sinar Ultraviolet-B pada pekerja.

### 1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Agar masalah yang akan diamati tidak keluar dari jalur penelitian yang telah direncanakan serta lebih fokus dan lebih terarah, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada:

1. Penelitian ini dilakukan pada pekerja las di Departemen Hull PT. Jaya Asiatic Shipyard - Batam yang berpotensi terpajan bahaya radiasi Sinar Ultraviolet-B di tempat kerja.
2. Tingkat kelelahan mata pekerja diukur dengan menggunakan kuesioner.
3. Pengukuran tingkat radiasi Sinar Ultraviolet-B menggunakan alat ukur *Radiometer Solameter 6.2*.

Dampak kesehatan yang dialami oleh pekerja yang terpajan radiasi Sinar Ultraviolet-B difokuskan pada terjadinya kelelahan mata. Dalam rangka untuk mendapatkan data penelitian maka dilakukan pengukuran, wawancara, dan observasi. Sedangkan untuk aspek individu pekerja digunakan kuesioner untuk mengetahui kelelahan mata, umur, durasi kerja, masa kerja serta melihat kebiasaan pekerja dalam menggunakan Alat Pelindung Diri (APD).

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengelasan

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom. Pada saat ini teknik las sudah dipergunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa saluran minyak dan gas, kendaraan rel dan lain sebagainya.

Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen (DIN)* sebagaimana dituliskan oleh Wiryosumarto (1985), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lagi bahwa pengelasan adalah sambungan setempat dari beberapa logam dengan menggunakan energi panas.

Menurut *Canadian Center for Occupational Health and Safety* (2008), proses pengelasan mengeluarkan radiasi dengan panjang gelombang antara 200 – 1400 nm (*nanometers*). Ini termasuk radiasi Ultraviolet (antara 200 – 400 nm), Sinar Tampak (400 – 700 nm) dan Inframerah (antara 700-1.400 nm).

##### 2.1.1. Jenis Pengelasan

Berikut ini adalah beberapa jenis pengelasan yang dikenal saat ini didalam dunia pengelasan (Wiryosumarto, dkk 1985):

###### 1. *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*.

*Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)* atau sering juga disebut juga *Tungsten Inert Gas (TIG)* merupakan salah satu dari bentuk las busur listrik (*Arc Welding*) yang menggunakan inert gas sebagai pelindung dengan *tungsten* atau *wolfram* sebagai elektroda.

## 2. *Shielded Metal Arch Welding (SMAW).*

SMAW atau disebut juga *manual Stick Welding* adalah suatu proses pengelasan dimana campuran metal terjadi karena panas dari busur nyala listrik yang dihasilkan oleh kawat las dan bahan metal dasar.

## 3. *Flash Butt Welding*

*Flash butt welding* merupakan metode pengelasan yang dilakukan dengan menggabungkan antara loncatan elektron dengan tekanan, di mana benda kerja yang dilas dipanasi dengan energi loncatan elektron kemudian ditekan dengan alat sehingga bahan yang dilas menyatu dengan baik.

## 4. *Metal Inert Gas (MIG)*

MIG adalah las busur listrik dimana muncul panas yang ditimbulkan oleh busur listrik antara ujung elektroda dan bahan dasar karena adanya arus listrik. Las ini menggunakan elektrodanya berupa gulungan kawat yang berbentuk rol yang gerakannya diatur oleh pasangan roda gigi yang digerakkan oleh motor listrik. Kecepatan gerakan elektroda dapat diatur sesuai dengan keperluan. Tangkai las dilengkapi dengan nosal logam untuk menyemburkan gas pelindung yang dialirkan dari botol gas melalui selang gas.

## 5. *Submerged Arc Welding (SAW)*

Prinsip dasar pengelasan ini adalah menggunakan arus listrik untuk menghasilkan busur (*arc*) sehingga dapat melelehkan kawat pengisi pengelasan (*filler wire*). Dalam pengelasan SAW ini cairan logam pengelasan terendam dalam flux yang melindunginya dari kontaminasi udara, yang kemudian flux tersebut akan membentuk terak las (*slag*) yang cukup kuat untuk melindungi logam pengelasan hingga membeku.

## 6. *Oxy-Acetylene Welding (OAW)*

Pengelasan dengan *Oxy-Acetylene* adalah proses pengelasan secara manual dengan pemanasan permukaan logam yang akan dilas atau disambung sampai

mencair oleh nyala gas asetilin melalui pembakaran  $C_2H_2$  dengan gas  $O_2$  dengan atau tanpa logam pengisi.

#### **7. Las Sinar Laser**

Pengelasan sinar laser adalah pengelasan yang memanfaatkan gelombang cahaya sinar laser yang dialirkan lurus kedepan tanpa penyebaran terhadap benda kerja sehingga menghasilkan panas dan melelehkan logam yang akan dilas.

#### **8. Las Sinar Elektron**

Prinsip kerjanya adalah adanya energi panas didapat dari energi sebuah elektron yang di tumbukkan pada benda kerja, elektron yang dipancarkan oleh katoda ke anoda difokuskan oleh lensa elektrik ke sistim defleksi. Sistim defleksi meneruskan sinar elektron yang sudah fokus ke benda kerja. Sinar yang sudah fokus tersebut digunakan untuk melakukan pengelasan benda kerja.

#### **9. Friction Welding**

*Friction welding* atau las gesekan, merupakan proses penyambungan logam dengan memanfaatkan energi panas yang diakibatkan karena adanya gesekan dari dua material yang akan disambung

#### **10. Ultrasonic Welding (UW)**

UW adalah proses penyambungan padat untuk logam-logam yang sejenis, maupun logam-logam berlainan jenis, dimana secara umum bentuk sambungan nya adalah sambungan tindih. Energi getaran berfrekwensi tinggi mengenai daerah pengelasan dengan arah paralel dengan permukaan sambungan. Tegangan geser osilasi pada permukaan pengelasan yang terjadi akibat pengaplikasian gaya, akan merusak dan merobek lapisan oksida yang ada di kedua permukaan logam induk yang akan dilas.

## 11. *Explosive Welding (EW)*

EW atau sering disebut las pembalutan (*cladding welding*), merupakan proses las dimana dua permukaan dijadikan satu dibawah pengaruh tumbukan (*impact force*) disertai tekanan tinggi yang berasal dari ledakan (*detonator*) yang ditempatkan dekat dengan logam induk.

## 12. Las Tempa

Penyambungan logam dengan cara ini dilakukan dengan memanasi ujung logam yang akan disambung kemudian ditempa, maka terjadilah sambungan. Panas yang dibutuhkan sedikit di atas suhu rekristalisasi logam, sehingga logam masih dalam keadaan padat.

Dari duabelas jenis pengelasan diatas, PT. Jaya Asiatic Shipyard Batam hanya menggunakan dua jenis pengelasan di workshop Hull perusahaan tersebut, yaitu jenis *GTAW* dan *SMAW*.

### 2.1.2. Bahaya Dalam Pengelasan

Pada pekerjaan pengelasan banyak risiko yang akan terjadi apabila tidak hati-hati terhadap penggunaan peralatan, mesin dan posisi kerja yang salah. Beberapa risiko bahaya yang paling utama pada pengelasan (Wiryosumarto, dkk. 1985) antara lain:

#### 1. Radiasi

Selama proses pengelasan akan timbul radiasi yang dapat membahayakan pekerja las dan pekerja lain yang ada disekitar pengelasan. Radiasi tersebut bersumber dari cahaya yang dapat dilihat atau cahaya tampak, sinar ultraviolet dan sinar inframerah.

#### 2. Debu dan Gas Uap dari Pengelasan.

Debu asap dengan ukuran 0,5  $\mu\text{m}$  atau lebih bila terhirup akan tertahan oleh bulu hidung dan bulu pada saluran pernafasan, sedangkan debu asap yang lebih halus akan terbawa masuk ke paru paru. Debu asap yang tertinggal dan melekat pada kantong udara di paru paru dapat menimbulkan penyakit seperti sesak nafas.

Gas-gas berbahaya juga bisa muncul dari proses pengelasan, seperti gas karbon monoksida (CO), karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dan gas nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>).

### 3. Bahaya listrik

Listrik merupakan satu bahaya yang ada pada proses pengelasan. Banyak sekali kecelakaan terjadi yang ditimbulkan oleh listrik dan akibatnya dapat sampai kematian pekerja.

#### 2.1.3. Pengukuran Radiasi

Ada 3 jenis sistem pengukuran untuk mendeteksi radiasi sinar las, yaitu:

- a. *Radiometer*
- b. *Spectroradiometer*
- c. *Dosimeter*

*Radiometer* dan *spectroradiometer* adalah alat ukur yang hasil pengukurannya dapat langsung dibaca. Alat ini menggunakan sistem *electro-optical detector*, yang dapat mengkonversi insiden radiasi menjadi sinyal elektrik. Satuan hasil pengukuran *radiometer* biasanya adalah *Watt per square meter* ( $W/m^2$ ). Perbedaan utama *radiometer* dengan *spectroradiometer* adalah terletak pada kemampuan seleksi wilayah spektrumnya. *Radiometer* memiliki kemampuan mengukur insiden radiasi pada spektrum luas, sedangkan *spectroradiometer* mengukur distribusi radiasi pada satu wilayah spektrum tertentu.

*Dosimeter* digunakan untuk mengukur dosis, biasa digunakan untuk personal monitoring. Detektor pada *dosimeter* terbuat dari polimer (*polysulphone*) film tipis setebal kurang lebih 0,04 mm, yang dapat dipergunakan seperti menggunakan badge kecil. *Polysulphone* akan berubah akibat mengabsorpsi radiasi.

Dalam penelitian ini, pengukuran radiasi sinar las dikhususkan untuk Sinar Ultraviolet-B, dikarenakan menurut *Canadian Centre for Occupational Health & Safety* (1988) sinar yang paling umum memberikan dampak nyata bagi mata manusia dan pekerja adalah Sinar Ultraviolet-B.

## 2.2.Sinar Ultraviolet

Radiasi Ultraviolet adalah radiasi yang mempunyai wilayah spektrum elektromagnetik antara Sinar Tampak dan sinar-X. Radiasi ultraviolet mempunyai panjang gelombang yang pendek dengan frekuensi yang tinggi bila dibandingkan dengan cahaya tampak tetapi mempunyai panjang gelombang yang lebih panjang dibandingkan dengan sinar-X. Sinar Ultraviolet mempunyai panjang gelombang antara 200 – 400 nm. Sumber Sinar Ultraviolet selain sinar matahari, juga dihasilkan pada kegiatan pengelasan, lampu lampu pijar, pengejaan laser, dan lain lain. Pengaruh Sinar Ultraviolet di lingkungan kerja terutama terhadap kulit dan mata. Pada kulit dapat mengakibatkan *erytheme*, yaitu bercak merah yang abnormal pada kulit. Sedangkan pada mata dapat merusak epitel kornea (Ilyas, 2005).

Menurut *Canadian Centre for Occupational Health & Safety* (2008), radiasi Ultraviolet dibagi ke dalam tiga jenis panjang gelombang yang berbeda yaitu :

### 1. Ultraviolet-A

Sinar Ultraviolet-A mempunyai panjang gelombang 320-400 nm. Menurut Alatas, dkk (2003), energi Ultraviolet-A secara kuat diserap dalam lensa mata. Sinar Ultraviolet-A secara sendiri tidak memperlihatkan pengaruh biologi pada manusia, akan tetapi dapat memperkuat pengaruh biologi dari sinar Ultraviolet-B.

### 2. Ultraviolet-B

Sinar Ultraviolet-B mempunyai panjang gelombang 280-320 nm. Menurut *Canadian Centre for Occupational Health & Safety* (2008), bahwa sinar yang paling umum memberikan dampak nyata bagi mata manusia dan pekerja adalah Sinar Ultraviolet-B.

Menurut Alatas, dkk (2003), energi radiasi Ultraviolet-B sebagian besar akan diserap kornea namun sebagian dapat mencapai lensa mata sehingga akan menimbulkan kelelahan mata pekerja.

### 3. Ultraviolet-C

Sinar Ultraviolet-C mempunyai panjang gelombang 200-280 nm. Menurut Alatas, dkk (2003), energi Ultraviolet-C dapat diserap seluruhnya oleh kornea mata. Sinar Ultraviolet-C tidak menimbulkan pengaruh yang serius pada mata dan kulit manusia.

#### 2.2.1. Efek dari radiasi Ultraviolet pada mata

Pajanan radiasi Ultraviolet akan memberikan efek pada mata dan kulit pekerja las. Efek pajanan pada mata dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

##### 1. Efek akut pada mata

Menurut Boyce (2009), pajanan radiasi Ultraviolet akan memberikan efek kelelahan mata yang sering disebut *aesthenopia*. Efek ini tidak menyenangkan, tetapi hanya sementara. Gejala dari kelelahan mata ini antara lain penglihatan kabur, mata memerah, *fotofobia* dan kelopak mata berkedut. Kondisi ini akan terasa beberapa jam setelah terpajan dan akan terus ada sampai 24 jam.

##### 2. Efek kronis pada mata

Efek kronis pada mata adalah terjadinya kelainan mata berupa *pterygeum*, *karsinoma* dari sel *squamosa conjungtiva* dan katarak.

#### 2.2.2. Nilai Ambang Batas Pemaparan Sinar Ultraviolet

Menurut Peraturan Menteri Tenaga kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. PER.13/MEN/X/2011 tentang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, Nilai Ambang Batas (NAB) untuk radiasi Sinar Ultraviolet ditetapkan sebesar 0,0001 milliWatt per sentimeter persegi ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ ). Jika radiasi Sinar Ultraviolet melampaui NAB tersebut, maka waktu pemaparan ditetapkan sebagaimana tercantum dalam tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Waktu pemaparan radiasi Sinar Ultraviolet yang diperkenankan.

Masa pemaparan per hari	Iradiasi Efektif ( I <sub>Eff</sub> ) mW / cm <sup>2</sup>
8 jam	0,0001
4 jam	0,0002
2 jam	0,0004
1 jam	0,0008
30 menit	0,0017
15 menit	0,0033
10 menit	0,005
5 menit	0,01
1 menit	0,05
30 detik	0,1
10 detik	0,3
1 detik	3
0,5 detik	6
0,1 detik	30

Sumber dari Permenakertrans RI No. PER.13/MEN/X/2011

## 2.3 Kelelahan Kerja

### 2.3.1. Definisi Kelelahan Kerja

Kelelahan bagi setiap orang memiliki arti tersendiri dan bersifat subyektif. Lelah adalah aneka keadaan yang disertai penurunan efisiensi dan ketahanan dalam bekerja. Kelelahan merupakan mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh menghindari kerusakan lebih lanjut, sehingga dengan demikian terjadilah pemulihan (Suma'mur, 1999). Kelelahan menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara pada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh (Tarwaka, 2004).

### 2.3.2. Jenis Kelelahan Kerja

Beberapa jenis kelelahan menurut Granjean (1988) adalah:

1. Kelelahan mata, muncul dari terlalu letihnya mata.
2. Kelelahan seluruh tubuh, sebagai akibat terlampau besarnya beban fisik bagi seluruh organ tubuh.
3. Kelelahan mental, penyebabnya dipicu oleh pekerjaan yang bersifat mental dan intelektual.

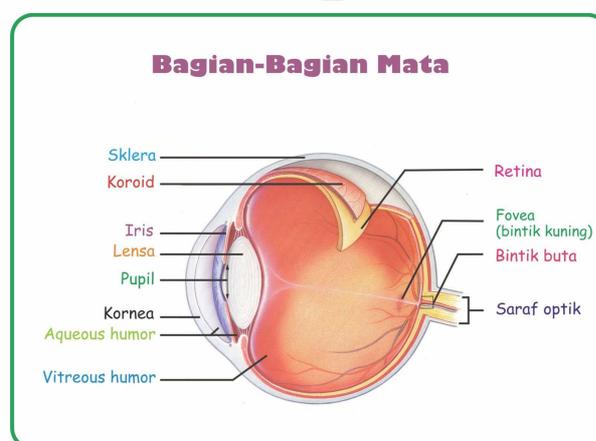
4. Kelelahan saraf, disebabkan oleh terkenanya salah satu bagian dari system psikomotorik.
5. Kelelahan kronis, sebagai akibat terjadinya akumulasi efek kelelahan pada jangka waktu yang panjang.
6. Kelelahan siklus hidup sebagai bagian dari irama hidup siang dan malam serta pertukaran periode tidur.

## 2.4.Sistem Penglihatan Manusia

### 2.4.1. Anatomi dan Fisiologi Mata Manusia

Mata manusia terdiri atas:

- a. Dinding mata, terdiri dari:
  - Kornea dan sklera
  - Selaput khoroid, korpus siliaris, iris dan pupil
- b. Medium tempat cahaya lewat, terdiri dari:
  - Kornea
  - *Acqueous humour*
  - Lensa
  - *Vitreous humour*
- c. Jaringan nervousa, terdiri dari:
  - Sel-sel saraf pada retina
  - Serat saraf yang menjalar melalui sel-sel ini (Gibson, 1995).



Gambar 2.1 Anatomi Mata

Sumber dari <http://caraherbalmengobatipenyakit.com>

Sklera merupakan lapisan pembungkus bagian luar mata. Kornea merupakan selaput tembus cahaya, melalui kornea kita dapat melihat membran pupil dan iris. Iris berfungsi mengatur bukaan pupil secara otomatis menurut jumlah cahaya yang masuk ke mata. Pupil berfungsi mengatur cahaya yang masuk ke mata. Dalam keadaan terang, bukaan pupil akan kecil, sedangkan dalam keadaan gelap bukaan pupil akan membesar. Selaput khoroid adalah lapisan berpigmen diantara sklera dan iris, fungsinya memberikan nutrisi. Korpus siliaris berfungsi untuk terjadinya akomodasi, proses muskulus siliaris harus berkontraksi. Lensa mata menerima cahaya dari pupil dan meneruskannya pada retina. Fungsi lensa mata adalah mengatur fokus cahaya, sehingga jatuh tepat pada bintik kuning retina.

*Aquerus humor* adalah cairan yang komposisinya serupa dengan cairan serebrospinal. Demikian juga antara lensa mata dan bagian belakang mata terisi semacam cairan kental (*vitreous humour*). Cairan ini bekerja bersama-sama lensa mata untuk membiaskan cahaya sehingga tepat jatuh pada *fovea* atau dekat *fovea*. Bagian penting lainnya adalah retina, yang merupakan bagian saraf tersusun atas sel-sel saraf dan serat-seratnya. Pada retina terdapat dua buah bintik yaitu bintik kuning (*fovea*) dan bintik buta (*blind spot*). Suatu objek dapat dilihat dengan jelas apabila bayangan objek tersebut tepat jatuh pada *fovea*. Dalam hal ini lensa mata akan bekerja secara otomatis untuk memfokuskan bayangan objek tersebut sehingga tepat jatuh pada bagian *fovea* (Mendrofa, 2003).

#### **2.4.2. Masuknya Cahaya ke Mata**

Proses kerja mata manusia diawali dengan masuknya cahaya melalui bagian kornea, yang kemudian dibiaskan oleh *aquerus humour* kearah pupil. Pada bagian pupil, jumlah cahaya yang masuk kedalam mata dikontrol secara otomatis, dimana untuk jumlah cahaya yang banyak, bukaan pupil akan mengecil, sedangkan jumlah cahaya yang sedikit, bukaan pupil akan membesar.

Pupil akan meneruskan cahaya ke bagian lensa mata dan oleh lensa mata difokuskan ke retina melalui *vitreous humour*. Cahaya apapun objek yang telah difokuskan ke bagian retina, merangsang sel saraf batang dan kerucut untuk bekerja dan hasil kerja ini diteruskan ke saraf optik, ke otak dan kemudian otak

bekerja untuk memberikan tanggapan sehingga menghasilkan penglihatan. Sel saraf batang bekerja untuk penglihatan dalam suasana kurang cahaya, misalnya malam hari. Sedangkan sel saraf kerucut bekerja untuk penglihatan dalam suasana terang, misalnya siang hari (Mendrofa, 2003).

## **2.5.Kelelahan Mata**

### **2.5.1. Definisi Kelelahan Mata**

Kelelahan mata adalah ketegangan pada mata dan disebabkan oleh penggunaan indera penglihatan dalam bekerja yang memerlukan kemampuan untuk melihat dalam jangka waktu yang lama dan biasanya disertai dengan kondisi pandangan yang tidak nyaman (Pheasant, 1991).

### **2.5.2. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kelelahan Mata**

Menurut Suma'mur (1999), kelelahan mata timbul sebagai stress intensif pada fungsi-fungsi mata seperti terhadap otot-otot akomodasi pada pekerjaan yang perlu pengamatan secara teliti atau terhadap retina akibat ketidaktepatan kontras. Kelelahan mata ditandai dengan penglihatan kabur, rangkap, mata merah, mata terasa perih, mata mengantuk dan berkurangnya kemampuan akomodasi.

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-otot mata akan bekerja secara terus menerus dan lebih dipaksakan. Ketegangan otot-otot pengakomodasi (*korpus siliaris*) makin besar sehingga terjadi peningkatan asam laktat dan sebagai akibatnya terjadi kelelahan mata (DEPKES, 1990).

Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kelelahan mata:

#### **1. Faktor Individu, yaitu:**

- a. Kelainan Refraksi, yaitu keadaan bayangan tegas yang tidak dibentuk di retina. Pada kelainan refraksi terjadi ketidak seimbangan sistem optik pada mata sehingga menghasilkan bayangan kabur (Ilyas, 2006).

b. Usia

Semua makhluk hidup akan mengalami kemunduran dalam hidupnya sesuai dengan bertambahnya usia. Guyton (1991), menyebutkan bahwa daya akomodasi menurun pada usia 40 – 50 tahun.

## 2. Faktor Lingkungan

a. Menurut Pheasant (1991), kemudahan seseorang untuk melihat suatu objek kerja di lingkungan kerja sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- **Tingkat Pencahayaan (*Illumination Levels*)**  
Kemudahan untuk melihat suatu objek kerja dipengaruhi oleh tingkat pencahayaan yang baik, karena semakin tinggi tingkat pencahayaan maka akan semakin mudah seseorang untuk melihat suatu objek.
- **Ukuran Objek Kerja**  
Bentuk objek kerja yang sederhana akan lebih mudah dikenali dan diinterpretasikan daripada objek yang sangat rumit.
- **Kekontrasan**  
Kemudahan untuk melihat suatu objek kerja serta kejepengelasan melihat objek kerja dipengaruhi oleh kekontrasan. Kontras yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kesilauan.
- **Lama Waktu untuk melihat Objek Kerja**  
Mata memerlukan waktu untuk melihat suatu objek agar lebih fokus, objek yang terlalu kecil dan dengan bentuk yang rumit akan memerlukan waktu yang lama agar penglihatan lebih fokus.
- **Jarak Melihat Objek**  
Mata manusia mempunyai garis sudut pandang normal sebesar  $15^{\circ}$  dan dapat melebar sampai  $60^{\circ}$ . Sedangkan kemampuan mata normal untuk membaca huruf hasil printer sejauh kurang lebih 400 mm. Pekerja dengan komputer direkomendasikan jauh lapang pandang antara 350 – 700 mm.

- b. Menurut Padmanaba (2006) kelelahan mata dapat dipengaruhi oleh:
- Kuantitas iluminasi yaitu tingkat pencahayaan yang dapat berpengaruh pada kelelahan mata. Penerangan yang tidak memadai akan menyebabkan otot iris mengatur pupil sesuai dengan intensitas penerangan yang ada.
  - Kualitas iluminasi, meliputi jenis penerangan, sifat fluktuasi serta warna penerangan yang digunakan. Dalam hal ini radiasi sinar las bisa mempengaruhi kelelahan mata.
  - Distribusi cahaya yang kurang baik dapat menyebabkan kelelahan mata. Distribusi cahaya yang tidak merata akan menurunkan efisiensi tajam penglihatan.
- c. Faktor Lingkungan lain
- Masa Kerja  
*Encyclopaedia of Occupational Health and Safety* (1998) mengatakan bahwa gangguan mata rata-rata akan terjadi setelah bekerja dengan masa kerja lebih dari 3-4 tahun.
  - Lama Paparan  
Lama paparan per hari sangat berpengaruh terhadap tingkat paparan Ultraviolet-B. Sebagai pegangan waktu paparan maksimum yang diijinkan untuk radiasi Ultraviolet dapat digunakan NAB yang tercantum dalam Permenakertrans No. PER.13/MEN/X/2011 tentang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja.

### 2.5.3. Gejala Kelelahan Mata

Menurut Pheasant (1991), gejala-gejala seseorang mengalami kelelahan mata sebagai berikut:

- Nyeri atau terasa berdenyut disekitar mata dan dibelakang bola mata.
- Pandangan kabur, pandangan ganda dan susah memfokuskan pemandangan.
- Terasa perih, mata memerah, sakit dan mata berair.

- Sakit kepala, kadang kadang disertai pusing dan mual serta terasa pegal-pegal atau terasa capek dan mudah emosi.

Gejala-gejala kelelahan mata tersebut disebabkan oleh penggunaan otot-otot disekitar mata yang berlebihan.

Menurut Suma'mur (1998), gejala-gejala kelelahan mata antara lain:

- Berair dan memerahnya konjungtiva
- Melihat rangkap
- Kepala terasa pusing
- Menurunnya ketajaman penglihatan.

#### **2.5.4. Proses Terjadinya Kelelahan Mata**

Selama proses pengelasan akan timbul cahaya dan sinar yang dapat membahayakan pekerja las. Cahaya tersebut meliputi cahaya yang dapat dilihat atau cahaya tampak, Sinar Ultraviolet dan Sinar Inframerah. Menurut Lyon (1997), fisikawan radiasi optik, terdapat sinar-sinar elektromagnetik yang dihasilkan selama proses pengelasan yang salah satunya adalah Sinar Ultraviolet. Menurut Alatas, dkk (2003), energi radiasi Ultraviolet-B sebagian besar akan diserap kornea dan dapat pula mencapai lensa sehingga menimbulkan kelelahan mata pekerja.

Mata lelah, tegang atau pegal adalah gangguan yang dialami mata karena otot-ototnya yang dipaksa bekerja keras terutama saat harus melihat objek dekat dalam jangka waktu yang lama. Otot mata sendiri terdiri tiga sel-sel otot eksternal yang mengatur gerakan bola mata, otot *ciliary* yang berfungsi memfokuskan lensa mata dan otot iris yang mengatur sinar yang masuk kedalam mata. Semua aktifitas yang berhubungan dengan pemaksaan otot-otot tersebut untuk bekerja keras, sebagaimana oto-otot yang lain akan bisa membuat mata mengalami kelelahan. Pada saat otot mata menjadi letih, mata akan menjadi tidak nyaman atau sakit. (Kismawadi, 2009)

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 obyek berukuran kecil dan pada jarak yang dekat dalam waktu yang lama. Pada kondisi demikian, otot-otot mata akan bekerja

secara terus menerus dan lebih dipaksakan. Ketegangan otot-otot pengakomodasi (*korpus siliaris*) makin besar sehingga terjadi peningkatan asam laktat dan sebagai akibatnya terjadi kelelahan mata. (DEPKES, 1990).

Ini akan dapat mempengaruhi pandangan yang bisa menjadi samar karena terganggunya kemampuan untuk memfokuskan, hingga sakit kepala ringan sampai cukup serius. Seperti dijelaskan tadi, bahwa melihat suatu objek pada jarak yang sama terus-menerus akan dapat menyebabkan otot-otot mata menjadi lelah, terutama pada orang yang bekerja dengan jarak sangat dekat dengan sumber radiasi sinar las.

Menurut Hathaway (2002), kelelahan mata yang merupakan efek akut dari radiasi Ultraviolet akan dirasakan oleh pekerja antara 2 – 24 jam setelah pajanan. Pekerja akan merasakan mata sakit, mata kemerahan, *photobia* dan mata seperti kelilipan. Keadaan ini akan kembali normal dalam waktu 48 jam (Wirjosumarno, 1985).

#### 2.5.5. Tindakan Mengatasi Kelelahan Mata

Untuk mengatasi kelelahan mata akibat pajanan radiasi Ultraviolet-B dari proses pengelasan, maka perlu dilakukan tindakan perlindungan terhadap radiasi sinar Ultraviolet-B itu sendiri. Menurut *American Welding Society* (2003), berikut ini adalah tindakan yang harus dilakukan untuk melindungi pekerja dari bahaya radiasi sinar las:

1. Pekerja harus menggunakan topeng las (*Welding Shield*) dengan *shade of filter plate* yang tepat. Menurut JIS T 8141-1970 yang dituliskan oleh Wirjosumarto (1985), kriteria untuk pelindung mata yang baik adalah:

Tabel 2.2 Kriteria untuk penggunaan goggles JIS T8141-1970

Nomor warna	Pengelasan atau pemotongan dengan busur listrik	Pengelasan atau pemotongan dengan gas
1.5 1.7 2	Untuk sinar bias atau sinar samping	-
2.5 3 4	-	Untuk cahaya rendah

Tabel 2.2 Kriteria untuk penggunaan goggles JIS T8141-1970 (Lanjutan)

Nomor warna	Pengelasan atau pemotongan dengan busur listrik	Pengelasan atau pemotongan dengan gas
5 6	Untuk busur dibawah 30 Amper	Untuk cahaya sedang
7 8	Untuk busur antara 30 sampai 75 Amper	Untuk cahaya kuat
9 10 11	Untuk busur 75 sampai 200 Amper	-
12 13	Untuk busur antara 200 sampai 400 Amper	
14	Untuk busur lebih dari 40 Amper	

- Lokasi pengelasan harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga pekerja lain tidak terpapar dengan radiasi sinar las ataupun pantulannya.
- Setiap pekerja harus memakai kacamata keselamatan (*safety glass*) dengan *Ultraviolet protective side shields* sebagai tambahan terhadap topeng las yang sesuai. *Side shields* akan melindungi pekerja dari sinar radiasi yang terpantul.
- Setiap orang yang bukan pekerja las, tetapi berada disekitaran pekerjaan las harus memakai kacamata keselamatan dengan *Ultraviolet protective side shields*.

#### 2.5.6. Pengukuran Kelelahan Mata

Granjean (1993) mengelompokkan metoda pengukuran kelelahan yaitu:

- Kualitas dan kuantitas kerja yang dilakukan, dimana kualitas output digambarkan sebagai jumlah proses kerja atau proses operasi yang dilakukan setiap unit waktu.
- Uji psiko-motor. Metoda ini melibatkan fungsi persepsi, interpretasi dan reaksi motor.
- Perasaan kelelahan secara subjektif (*subjective feelings of fatigue*). *Subjective Self Rating Test* dari *Industrial Fatigue research Committee (IFRC)* Jepang, merupakan salah satu kuesioner yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan subjektif.
- Uji hilangnya kelipan (*flicker-fusion test*).

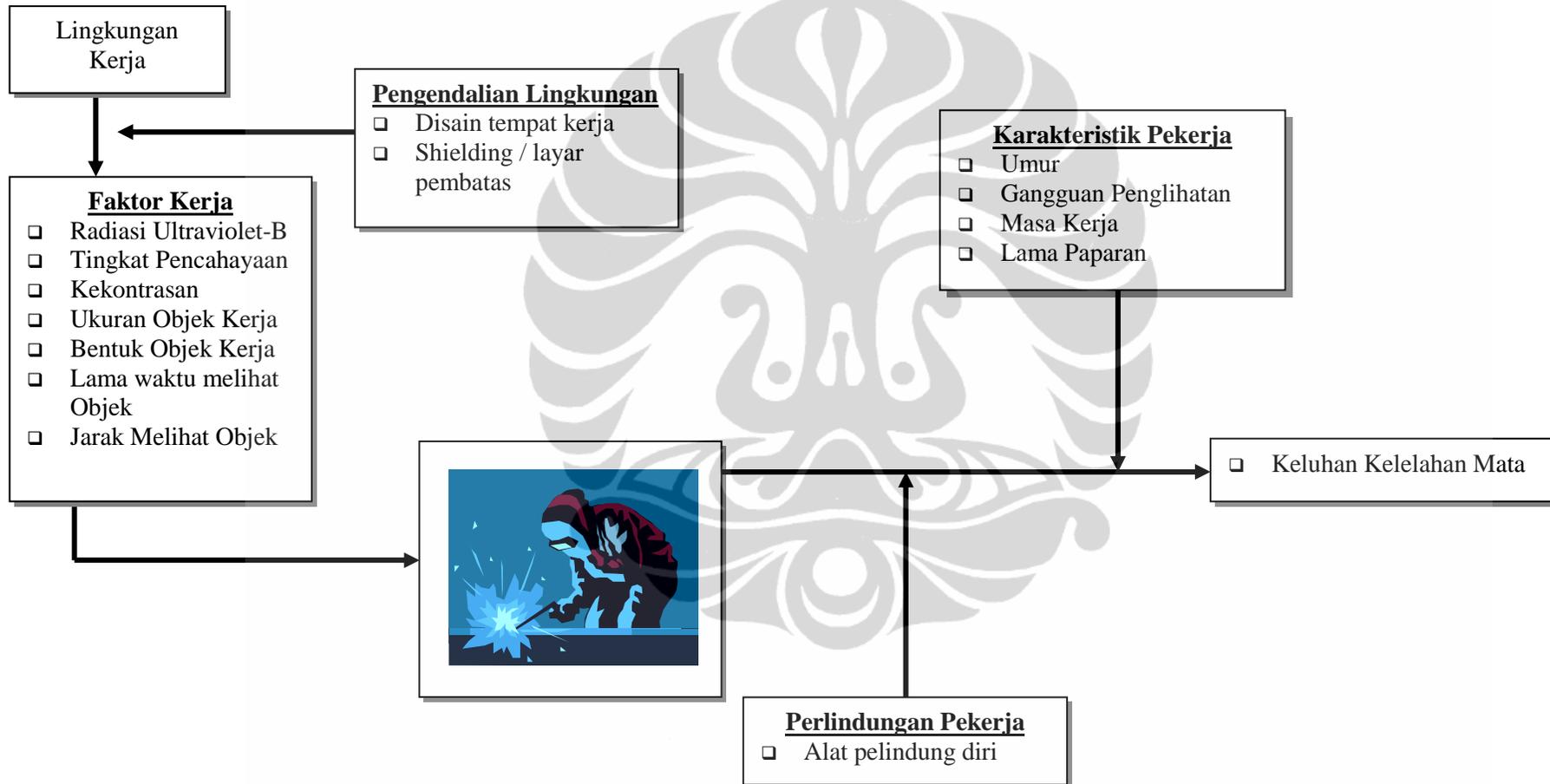
**BAB 3**  
**KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP,**  
**DAN DEFINISI OPERASIONAL**

**3.1. Kerangka Teori**

Paparan radiasi sinar las di tempat kerja yang memajan pekerja akan mengakibatkan konsekuensi atau dampak yang sangat bervariasi. Banyak faktor yang mempengaruhi timbulnya variasi dampak yang dialami oleh pekerja, yang berasal dari lingkungan kerja, pola kerja, faktor individu pekerja, serta kondisi pengendalian yang dijalankan. Dampak dari pajanan radiasi di tempat kerja merupakan respon dari pekerja sebagai akibat adanya radiasi sinar Ultraviolet-B dari proses pengelasan yang memajan selama bekerja.

Faktor-faktor yang mempengaruhi dampak yang dialami oleh pekerja akibat pajanan radiasi sinar Ultraviolet-B dari proses pengelasan secara teoritis dapat digambarkan sebagaimana dapat dilihat pada gambar berikut ini.

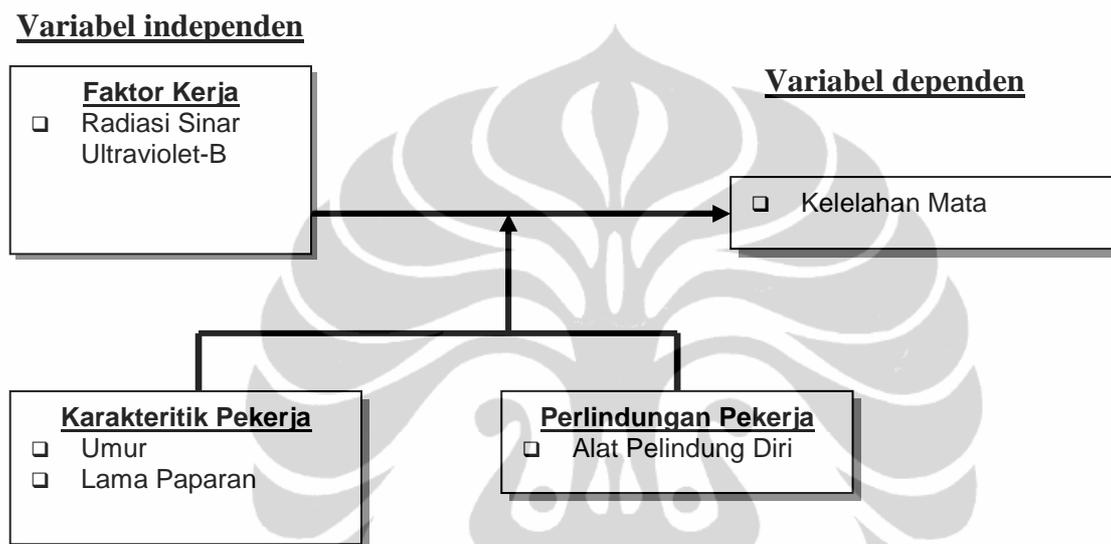
Gambar 3.1 Kerangka Teori Paparan Radiasi Sinar Las di Tempat Kerja



### 3.2. Kerangka Konsep

Kerangka konsep yang digunakan dalam penelitian dampak akibat pajanan radiasi sinar Ultraviolet-B terhadap peningkatan kelelahan mata pada pekerja adalah sebagai berikut:

Gambar 3.2 Kerangka Konsep



Dari kerangka konsep di atas, peneliti membahas empat faktor yang dapat mempengaruhi kelelahan mata yaitu: radiasi sinar Ultraviolet-B dari pengelasan, umur pekerja, lama paparan, dan pemakaian Alat Pelindung Diri (mata) sebagai variabel independen yang menyebabkan terjadinya kelelahan mata pada pekerja sebagai variabel dependen.

### 3.3 Definisi Operasional

Definisi operasional dari kerangka konsep di atas adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Definisi operasional

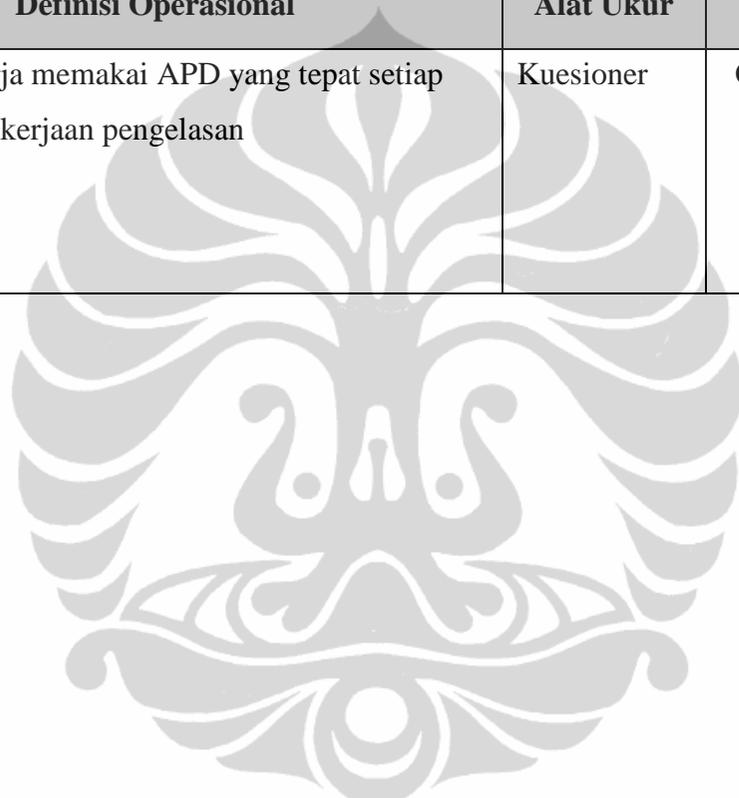
No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala	Hasil Pengukuran
1	Kelelahan Mata	<p>Pernyataan keluhan kelelahan mata yang dialami pekerja dalam 3 bulan terakhir. Ada keluhan ditentukan bila mengalami satu atau lebih gejala berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mata berair (mengeluarkan air mata)</li> <li>2. Mata terasa perih</li> <li>3. Mata tegang</li> <li>4. Pandangan kabur</li> <li>5. Penglihatan rangkap</li> <li>6. Mata mengantuk</li> <li>7. Mata berdenyut</li> <li>8. Mata terasa gatal/kering</li> <li>9. Mata kesulitan fokus melihat objek benda</li> <li>10. Ketajaman penglihatan menurun</li> <li>11. Kepala pusing</li> </ol> <p>Gejala tersebut dirasakan dalam waktu 2 – 12 jam setelah melakukan pengelasan.</p>	Kuesioner dan observasi	Ordinal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tidak ada gejala</li> <li>2. 1-2 gejala</li> <li>3. 3-5 gejala</li> <li>4. 6-8 gejala</li> <li>5. 9-11 gejala</li> </ol>

Tabel 3.1 Definisi operasional (Lanjutan)

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala	Hasil Pengukuran
2	Radiasi Ultraviolet-B	Besarnya energi radiasi Ultraviolet-B yang diterima oleh mata pekerja las yang didapatkan melalui alat ukur.	<i>Radiometer Solarmeter 6.2</i>	Ratio	mW/cm <sup>2</sup>
3	Umur Pekerja	Umur pekerja pada saat penelitian dilakukan	Kuesioner	Ordinal	1. < 20 tahun 2. ≥ 20 dan < 30 tahun 3. ≥ 30 dan < 40 tahun 4. ≥ 40 tahun
4	Masa Kerja	Lamanya pekerja bekerja sebagai juru las	Kuesioner	Ordinal	1. < 3 tahun 2. ≥ 3 dan < 9 tahun 3. ≥ 9 dan < 15 tahun 4. ≥ 15 tahun
5	Lama Paparan	Jumlah waktu kerja per hari pekerja khusus melakukan pengelasan.	Kuesioner	Ordinal	1. < 4 jam 2. ≥ 4 dan < 6 jam 3. ≥ 6 dan < 8 jam 4. ≥ 8 jam

Tabel 3.1 Definisi operasional (Lanjutan)

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala	Hasil Pengukuran
6	Penggunaan APD	Apakah pekerja memakai APD yang tepat setiap melakukan pekerjaan pengelasan	Kuesioner	Ordinal	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Selalu pakai</li><li>2. Kadang-kadang pakai</li><li>3. Tidak pernah pakai</li></ol>



## **BAB 4**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1. Rancangan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan deskriptif analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Studi deskriptif adalah suatu studi untuk menemukan fakta dengan interpretasi yang tepat dan akurat melukiskan sifat-sifat dari fenomena kelompok atau individu. Pada penelitian ini variabel independen adalah radiasi sinar Ultraviolet-B, umur, lama paparan, masa kerja dan pemakaian Alat Pelindung Diri yang dianalisa hubungannya dengan variabel dependen yaitu kelelahan mata pekerja las.

#### **4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian yang akan meneliti dampak pajanan radiasi Ultraviolet-B dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada pekerja las ini dilakukan pada Oktober sampai Nopember 2012 di Departemen Hull PT. Jaya Asiatic Shipyard, Jl. Jend Supratman – Tanjung Uncang Batam yang mempunyai potensi bahaya pajanan radiasi dari proses pengelasan pada pekerjanya.

#### **4.3. Unit Analisis**

##### **4.3.1. Populasi dan Sampel**

Subjek penelitian ini adalah seluruh pekerja *pengelasan* di workshop pada Departemen Hull yang berjumlah 30 orang.

##### **4.3.2. Kriteria Subjek Penelitian**

Subjek penelitian ini adalah pekerja las yang memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Pekerja laki laki.
2. Bekerja sebagai pekerja las di PT. Jaya Asiatic Shipyard – Batam.
3. Sudah bekerja di PT. Jaya Asiatic Shipyard – Batam lebih dari 3 bulan.
4. Tidak sedang menderita kelainan refraksi mata.

#### 4.4. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil berdasarkan pengamatan atau survey lapangan, kuesioner dan wawancara. Wawancara bertujuan untuk mengumpulkan informasi pada penelitian ini dan dapat menunjang studi literatur, memperbanyak data dan analisa penelitian.

Secara umum jenis data, metode pengumpulan data, dan tujuan pengumpulan data dapat dilihat pada uraian dibawah ini:

1. *Radiometer – Solarmeter 6.2* digunakan dalam pengukuran tingkat radiasi Ultraviolet-B dari proses pengelasan. Alat ukur ini mempunyai *Irradiance Range*: 0-1999  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  dan bekerja untuk Ultraviolet-B pada panjang gelombang 280-320 nm. Pengukuran dilakukan antara pukul 10:00 -11:00 WIB dimana kegiatan produksi berada pada tingkat maksimum terjadi, dengan mengukur langsung didekat mata pekerja las pada saat proses pengelasan berlangsung dengan asumsi bahwa radiasi yang diukur sama dengan yang masuk ke mata pekerja. Dengan pengukuran ini akan dapat diketahui besarnya energi radiasi dari proses pengelasan yang berpotensi memajan pekerja las. Langkah-langkah pengukuran adalah sebagai berikut:
  - Posisikan alat ukur berdekatan dengan mata pekerja las.
  - Tekan dan tahan tombol tekan (*push-button*) di bagian depan alat ukur
  - Arahkan sensor dibagian atas dari alat ukur secara langsung ke sumber pengelasan.
  - Catat angka yang muncul di LCD dari alat ukur tersebut.
2. Kuesioner digunakan untuk mendapatkan informasi data berikut:
  - Keluhan kelelahan mata
  - Umur pekerja
  - Masa kerja
  - Lama paparan
  - Penggunaan Alat Pelindung Diri (mata)

#### 4.5. Metoda Analisis Data

Pada penelitian ini, hasil dari energi radiasi yang dihasilkan dari proses pengelasan akan dianalisa berdasarkan standar yang telah ada. Tidak adanya standar yang mengatur secara khusus NAB untuk sinar Ultraviolet-B, sehingga energi radiasi yang didapatkan dari hasil pengukuran pada penelitian ini akan dianalisa dengan menggunakan NAB untuk sinar Ultraviolet yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER. 13/MEN/X/2011.

##### 4.5.1. Metoda Analisis Statistik

Dalam pengujian hipotesis dan penarikan kesimpulan atas penelitian ini secara statistik mengikuti prosedur pengujian sebagai berikut:

a. Analisis Univariat

Analisis Univariat digunakan untuk mengetahui karakteristik data dari hasil yang diteliti. Analisis ini bertujuan untuk menentukan nilai frekwensi, nilai maksimum, nilai minimum, standar deviasi dan mediannya.

b. Analisis Bivariat

Analisis Bivariat digunakan untuk melihat hubungan antara masing masing variabel independen dengan variabel dependen yaitu kelelahan mata. Dalam uji regressi linier sederhana akan dilihat juga tingkat kekuatan hubungan antara variable independen dengan variable dependen dengan melihat nilai koefisien korelasi antara kedua variable (Nugroho, 2005).

c. Analisis Multivariat

Analisis Multivariat dilakukan dengan menggunakan regresi logistik untuk variabel kelelahan mata. Analisis regresi ini bertujuan untuk mendapatkan model regresi logistik dengan membuat probabilitas *outcome* variabel dependen dengan berbagai variabel independen yang diteliti.

## **BAB 5**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **5.1. Gambaran Proses Kerja**

##### **5.1.1. Pekerjaan Pengelasan**

Pekerjaan pengelasan merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam proses produksi di PT. Jaya Asiatic Shipyard, karena kegiatan yang dilakukan merupakan perbaikan kapal (*Shiprepair*) dan konstruksi kapal baru (*New Shipbuilding*) yang mengikutkan proses pengelasan di dalam proses prodksinya. Berikut ini adalah beberapa jenis kegiatan produksi di PT. Jaya Asiatic Shipyard yang mengikutkan proses pengelasan dalam tahapan pelaksanaannya:

1. Pekerjaan pipa (*Piping work*)

Perbaikan berbagai jenis perpipaan dan pemasangan pipa baru diatas kapal menggunakan pengelasan dalam menyambung pipa pipa tersebut sesuai dengan kebutuhan.

2. Pekerjaan plat (*Steel Plate work*)

Fitting merupakan suatu proses perangkaian material yang berupa terjemahan dari *design drawing* menjadi bentuk nyata yang kemudian akan dijadikan berbagai komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan kapal ataupun mengganti bagian badan kapal yang rusak.

3. Pekerjaan mekanik (*Mechanical Work*)

Kegiatan pembuatan ataupun perbaikan pondasi atau dudukan mesin juga menggunakan proses pengelasan dalam tahapan kegiatannya. Sebagian proses pembuatan pondasi tersebut dilakukan di workshop, dan selanjutnya akan di bawa ke atas kapal untuk dipasang ditempat yang sesuai.

4. Pekerjaan Listrik (*Electrical Work*)

Pekerjaan listrik juga mengikutkan proses pengelasan dalam tahapan kegiatannya. Pemasangan *cable tray* ataupun panel listrik dipastikan

menggunakan peralatan las untuk menyambung *cable tray* dan panel listrik tersebut ke bagian konstruksi kapal lainnya supaya kuat.

## 5.2. Analisis Univariat

### 5.2.1. Tingkat Radiasi Sinar Ultraviolet-B

Pengukuran radiasi dilakukan dengan menggunakan alat *Radiometer Solarmeter 6.2* untuk pengukuran radiasi Ultraviolet-B pada panjang gelombang 280-340 nm. Pengukuran radiasi Ultraviolet-B yang bersumber dari proses pengelasan dilakukan dengan mengukur langsung pada saat proses las berlangsung, pada posisi dekat dengan mata pekerja las, dengan asumsi bahwa besarnya radiasi yang diterima oleh mata pekerja las sama dengan besarnya radiasi hasil pengukuran dengan *Radiometer*. Pengukuran radiasi dilakukan pada saat bekerja sekitar pukul 10:00 -11:00 WIB dimana tingkat produksi paling maksimal.

Pemerintah menetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) yang dikeluarkan melalui Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor: PER.13/MEN/X/2011 dengan nilai paparan sesuai dengan yang tertera pada Tabel 5.1 di bawah ini.

Tabel 5.1 Nilai Ambang Batas Radiasi Ultraviolet

Masa Pemajanan per Hari	Irridiasi Efektif $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Masa Pemajanan per Hari	Irridiasi Efektif $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
8 jam	0.1	5 menit	10
4 jam	0.2	1 menit	50
2 jam	0.4	30 detik	100
1 jam	0.8	10 detik	300
30 menit	1.7	1 detik	3000
15 menit	3.3	0,5 detik	6000
10 menit	5	0,1 detk	30000

Distribusi hasil pengukuran radiasi Sinar Ultraviolet-B pada 30 orang responden pekerja las diketahui radiasi tertinggi adalah  $17.60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  dan radiasi terendah adalah  $3.60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Hasil deskriptif pengukuran radiasi Ultraviolet-B dapat dilihat pada tabel 5.2 di bawah ini.

Tabel 5.2 Hasil Deskriptif Pengukuran Radiasi Ultraviolet-B

Hasil Pengukuran			Std. Deviasi ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
Minimum ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	Maksimum ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	Rata-rata ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	
3.60	17.60	9.7933	4.9986

Apabila distribusi tingkat radiasi sinar Ultraviolet-B dikelompokkan menurut kategori NAB yang dikeluarkan oleh Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi, maka terlihat tingkat radiasi yang terbanyak adalah pada kelompok 5 - 10  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  atau kategori NAB 5 - 10 menit, yaitu sebanyak 14 orang (46,67%). Disusul kelompok 10 - 50  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  atau NAB 1 - 5 menit sebanyak 11 orang (36,67%) dan kelompok 3,3 - 5  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  atau NAB 10 - 15 menit sebanyak 5 orang (16,67%). Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Distribusi tingkat Radiasi Ultraviolet-B pada pekerja las

(Dikelompokkan menurut kategori NAB)

Tingkat Radiasi	Jumlah	Presentase	Lama Pemaparan yang diperbolehkan
3,3 - 5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	5	16,67 %	10 - 15 menit
5 - 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	14	46,67 %	5 - 10 menit
10 - 50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	11	36,67 %	1 - 5 menit
TOTAL	30	100 %	

### 5.2.2. Jenis Proses Las

Proses las yang digunakan terbanyak dengan cara *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) atau disebut juga Stick Welding, yaitu sebanyak 19 responden (63,33%), sedangkan sisanya sebanyak 11 responden (36,67%) menggunakan *Gas Metal Arch Welding* (GMAW).

Tabel 5.4 Deskripsi Jenis Proses Las

Keluhan Kelelahan Mata	Jumlah	Persentase
GTAW	11	37%
SMAW	19	63%
Total	30	100%

### 5.2.3. Keluhan Kelelahan Mata

Distribusi hasil kuesioner yang diberikan pada 30 orang responden pekerja las diketahui jumlah keluhan kelelahan mata tertinggi adalah 11 keluhan, yang artinya bahwa ada orang yang merasakan keseluruhan ciri-ciri kelelahan mata yang ada dalam kuesioner.

Pada tabel 5.5 berikut dapat dilihat bahwa 5 responden (17%) mengatakan bahwa mereka mengalami 1-2 jenis gangguan kelelahan mata dalam 3 bulan terakhir, 6 responden (20%) mengalami 3-5 jenis gangguan kelelahan mata, 9 responden (30%) mengalami 6-8 jenis gangguan kelelahan mata, 7 responden (23%) mengalami 9-11 jenis gangguan kelelahan mata, sedangkan 3 responden (10%) tidak pernah mengalami gangguan kelelahan mata tersebut.

Tabel 5.5 Distribusi Keluhan Kelelahan Mata

Banyak Keluhan Kelelahan Mata	Jumlah	Persentase
0	3	10%
1- 2	5	17%
3-5	6	20%
6-8	9	30%
9-11	7	23%
Total	30	100%

#### 5.2.4. Umur

Dari hasil kuesioner yang diberikan pada 30 orang responden pekerja las diketahui bahwa rata-rata umur responden adalah 34 tahun, dengan umur termuda 19 tahun dan yang paling tua berumur 53,25 tahun. Hasil deskriptif umur responden dapat dilihat pada tabel 5.6 di bawah ini.

Tabel 5.6 Deskripsi Umur Responden

Hasil Pengukuran			Std. Deviasi (tahun)
Minimum (tahun)	Maksimum (tahun)	Rata-rata (tahun)	
19	53,25	34	8,79

Pada tabel 5.7 berikut dapat dilihat bahwa 1 responden (3%) berumur kurang dari 20 tahun, 10 responden (33%) berumur antara 20-30 tahun, 11 responden (37%) berumur antara 30-40 tahun, sedangkan 8 responden (27%) berumur 40 tahun atau lebih.

Tabel 5.7 Distribusi Umur Responden

Umur	Jumlah	Persentase
< 20 Tahun	1	3%
$\geq 20$ dan < 30	10	33%
$\geq 30$ dan < 40	11	37%
$\geq 40$ Tahun	8	27%
Total	30	100%

#### 5.2.5. Lama Paparan

Dari hasil kuesioner yang diberikan pada 30 orang responden pekerja las diketahui bahwa rata-rata lama paparan responden pada radiasi Ultraviolet-B adalah 6,34 jam dalam satu hari, dengan minimum paparan 1 jam dan maksimum

10,5 jam. Hasil lama paparan responden pada radiasi Ultraviolet-B dapat dilihat pada tabel 5.8 di bawah ini.

Tabel 5.8 Deskripsi Lama Paparan Responden Pada Radiasi Ultraviolet-B

Hasil Pengukuran			Std. Deviasi (jam)
Minimum (jam)	Maksimum (jam)	Mean (jam)	
1	10,5	6,34	2,54

Pada tabel 5.9 berikut memperlihatkan distribusi lama paparan responden pada radiasi dari proses pengelasan dalam satu hari. Terlihat bahwa sebanyak 6 responden (20%) terpapar radiasi sinar las kurang dari 4 jam dalam satu hari, 1 responden (3%) terpapar antara 4-6 jam, 14 responden (47%) terpapar antara 6-8 jam, dan sebanyak 9 responden (30%) terpapar 8 jam atau lebih dalam satu hari.

Tabel 5.9 Distribusi Lama Paparan Pada Radiasi Ultraviolet-B

Lama Paparan	Jumlah	Persentase
< 4 Jam	6	20%
≥ 4 dan < 6	1	3%
≥ 6 dan < 8	14	47%
≥ 8 Jam	9	30%
Total	30	100%

### 5.2.6. Masa Kerja

Dari hasil kuesioner yang diberikan pada 30 orang responden pekerja las diketahui bahwa rata-rata masa kerja responden adalah 22 tahun, dengan masa kerja paling singkat 0,5 tahun dan masa kerja paling lama 22 tahun. Deskripsi masa kerja responden sebagai tukang las dapat dilihat pada tabel 5.10 di bawah ini.

Tabel 5.10 Deskripsi Masa Kerja Responden Sebagai Tukang Las

Hasil Pengukuran			Std. Deviasi (tahun)
Minimum (tahun)	Maksimum (tahun)	Mean (tahun)	
0,5	22	6,57	5,45

Pada tabel 5.11 berikut terlihat bahwa proporsi responden dengan masa kerja antara 3-9 tahun mempunyai proporsi terbanyak yaitu sebesar 47% atau sebanyak 14 responden, 8 responden (27%) mempunyai masaa kerja kurang dari 3 tahun, 4 responden (13%) mempunyai masa kerja antara 9-15 tahun, sedangkan 4 responden yang lain (13%) mempunyai masa kerja lebih dari 15 tahun.

Tabel 5.11 Distribusi Masa Kerja Responden Sebagai Tukang Las

Masa Kerja	Jumlah	Persentase
< 3 tahun	8	27%
≥ 3 dan < 9	14	47%
≥ 9 dan < 15	4	13%
≥ 15 tahun	4	13%
Total	30	100%

### 5.2.7. Alat Pelindung Diri (APD)

Pemakaian pelindung mata dibagi menjadi 2 jenis, yaitu “baik” jika selalu memakai pelindung mata yang tepat selama proses pengelasan dan “tidak baik” jika kadang kadang memakai alat pelindung mata atau tidak memakai pelindung mata sama sekali selama proses pengelasan. Berdasarkan tabe 5.12 dapat dilihat bahwa 23 responden (76,7%) selalu memakai pelindung mata yang tepat selama melakukan pengelasan, dan 7 responden (23,3%) kadang kadang memakai pelindung mata sewaktu melakukan pengelasan.

Tabel 5.12 Distribusi Pemakaian Pelindung Mata Responden

Pemakaian Pelindung Mata	Jumlah	Persentase
Baik	23	76,7%
Tidak Baik	7	23,3%
Total	30	100%

Pada observasi peneliti selama proses pengambilan data di tempat kerja tersebut, semua pekerja las memakai alat pelindung mata yang sesuai dengan proses pengelasan. Topeng Las dengan nomor warna kaca nomor 11 digunakan oleh semua pekerja las yang menjadi responden penelitian ini. Hal itu sesuai dengan kebijakan yang sudah dibuat perusahaan sewaktu melakukan pembelian topeng las dan kacanya, disyaratkan bahwa nomor warna kaca minimal nomor 11. Menurut JIS T8141-1970 bahwa Nomor warna 11 sangat cocok untuk pengelasan atau pemotongan dengan busur listrik sampai 200 Amper. Sedangkan proses pengelasan atau pemotongan dengan busur listrik yang dilakukan di PT. Jaya Asiatic Shipard hanya sampai 200 Amper.

Dalam observasi peneliti menemukan bahwa topeng las yang dipakai oleh pekerja las tidak dilengkapi dengan *protection side shields*, sehingga dalam prakteknya masih ada kemungkinan radiasi Ultraviolet-B yang memantul melalui permukaan material lain dapat memajan mata pekerja las yang masuk melalui sisi samping dari topeng las.

### 5.3. Analisis Bivariat

#### 5.3.1. Hubungan antara tingkat radiasi dengan proses las

Gambaran tingkat radiasi berdasarkan proses las (dikelompokkan berdasarkan NAB) dapat dilihat pada tabel 5.13 berikut:

Tabel 5.13 Gambaran Tingkat Radiasi Ultraviolet-B Berdasarkan Proses Las

Proses Pengelasan	Tingkat Radiasi ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )			Jumlah
	3,3 - 5	5 - 10	10 - 50	
SMAW ( <i>Manual Stick Welding</i> )	5	13	1	19
GTAW	0	1	10	11
TOTAL	5	14	11	30

Dari hasil analisis bivariat antara tingkat radiasi dengan proses las dengan menggunakan *Independent-Sample T Test* pertama, *Levene's Test*, diketahui nilai *significance* = 0,491 > 0.05 yang berarti kedua kelompok proses las SMAW (*Manual Stick Welding*) dengan GTAW memiliki varian yang sama. Dari tabel *Independen Samples Test* kedua, t-test, diperoleh nilai *significance (2-tailed)* = 0,000 < 0,025 yang berarti kedua proses pengelasan menghasilkan rata-rata tingkat radiasi yang berbeda. Dengan kata lain bahwa proses pengelasan berpengaruh terhadap tingkat radiasi yang memapar pekerja las. Proses pengelasan GTAW memberikan paparan tingkat radiasi lebih tinggi dibandingkan proses pengelasan SMAW (*Manual Stick Welding*) kepada pekerja las (Lihat Tabel 5.14).

Tabel 5.14 Deskripsi Tingkat Radiasi Ultraviolet-B Berdasarkan Proses Las

Proses Pengelasan	Tingkat Radiasi		
	Rata-rata	Std. Deviasi	Frekwensi
SMAW ( <i>Stick Welding</i> )	6,6212	2,4863	19
GTAW	15,2727	3,0309	11
TOTAL	9.7933	4,9986	30
t = -8,809	df = 28	<i>Significance (2-tailed)</i> = 0.000	

### 5.3.2. Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Tingkat Radiasi

Dari hasil analisis korelasi antara jumlah keluhan kelelahan mata yang dirasakan responden dengan tingkat radiasi yang memapar, dengan menggunakan uji korelasi Pearson, diperoleh nilai korelasi 0,131 dengan *significance (2-tailed)* = 0,491 > 0,025 yang berarti ada korelasi positif antara jumlah keluhan kelelahan mata dengan tingkat radiasi yang memajan responden, namun korelasi itu sangat lemah dan tidak signifikan.

### 5.3.3. Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Umur Pekerja Las

Hasil analisis korelasi antara jumlah keluhan kelelahan mata responden dengan umur responden, dengan menggunakan uji korelasi Pearson, diperoleh nilai korelasi 0,120 dengan *significance (2-tailed)* = 0,528 > 0,025 yang berarti ada korelasi positif antara jumlah keluhan kelelahan mata dengan umur responden, namun korelasi itu sangat lemah dan tidak signifikan.

### 5.3.4. Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Lama Paparan

Dari hasil analisis korelasi antara jumlah keluhan kelelahan mata responden dengan lama paparan terhadap radiasi Ultraviolet-B dari proses pengelasan, dengan menggunakan uji korelasi Pearson, diperoleh nilai korelasi -0,235 dengan *significance (2-tailed)* = 0,214 > 0,025 yang berarti ada korelasi negatif antara jumlah keluhan kelelahan mata dengan lama paparan responden pada Ultraviolet-B dari proses pengelasan, namun korelasi itu lemah dan tidak signifikan.

### 5.3.5. Hubungan keluhan kelelahan mata dengan pemakaian pelindung mata

Dari hasil analisis bivariat antara pemakaian pelindung mata dengan jumlah keluhan kelelahan mata dengan menggunakan *Chi-Square Test*, diperoleh nilai *significance (2-tailed)* = 0,078 > 0,025 yang berarti tidak ada hubungan yang bermakna antara pemakaian pelindung mata dengan jumlah keluhan kelelahan mata pada pekerja las. Deskripsi keluhan kelelahan mata berdasarkan pemakaian alat pelindung mata dapat dilihat pada tabel 5.15 berikut ini.

Tabel 5.15 Deskripsi Keluhan Kelelahan Mata Berdasarkan Pemakaian Pelindung Mata

Pemakaian pelindung mata	Jumlah keluhan kelelahan mata				Jumlah
	0-2	3-5	6-8	9-11	
Baik	7	6	7	3	23
Tidak baik	1	0	2	4	7
TOTAL	8	6	9	7	30
$X^2 = 6,830$	df = 3	<i>Significance (2-tailed) = 0,078</i>			

#### 5.4. Analisis Multivariat

##### 5.4.1. Model Faktor Penentu Keluhan Kelelahan Mata

Untuk memperoleh jawaban faktor mana yang berhubungan dengan keluhan kelelahan mata maka perlu dilakukan analisis multivariat. Tahapan analisis multivariat meliputi pemilihan variabel kandidat multivariat, pembuatan model, dan analisis interaksi. Dalam penelitian ini ada 4 variabel yang diduga berhubungan dengan keluhan kelelahan mata, yaitu tingkat radiasi Ultraviolet-B, umur, lama paparan, dan pemakaian alat pelindung mata. Untuk membuat model multivariat keempat variabel tersebut terlebih dahulu dilakukan analisis bivariat dengan variabel dependen (keluhan kelelahan mata), dan dari hasil analisis bivariat tersebut hanya variabel yang mempunyai hubungan yang signifikan berdasarkan *Uji Bivariat* saja yang akan dimasukkan dalam model multivariat.

Dari hasil analisis bivariat pada uraian sebelumnya terlihat bahwa tidak ada variabel yang mempunyai hubungan yang signifikan sehingga tidak dapat dilakukan uji multivariat selanjutnya.

## **BAB 6**

### **PEMBAHASAN**

#### **6.1. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini mempunyai beberapa keterbatasan, antara lain:

- Populasi yang diamati hanya pada satu populasi saja dan tidak menggunakan populasi pembanding sehingga hasil penelitian hanya dapat menggambarkan fenomena pada satu populasi penelitian saja.
- Pengukuran intensitas radiasi dengan menggunakan alat ukur “*direct reading*”, sehingga tidak dapat menggambarkan dosis radiasi yang sebenarnya yang masuk ke tubuh pekerja.
- Pengukuran keluhan gangguan mata hanya dengan menggunakan kuesioner dan tidak dibandingkan dengan data pemeriksaan medis dikarenakan tidak adanya data tentang pemeriksaan karyawan yang spesifik mengenai dampak akibat pajanan radiasi.

#### **6.2. Analisis Tingkat Radiasi Ultraviolet-B**

Dari hasil pengukuran radiasi Ultraviolet-B yang bersumber dari proses pengelasan pada area kerja workshop memperlihatkan bahwa tingkat radiasi yang dihasilkan proses pengelasan melebihi NAB yang ditetapkan oleh pemerintah melalui Permenakertrans Nomor: PER.13/MEN/X/2012. Tingkat radiasi yang dihasilkan dari proses pengelasan berkisar antara  $3,6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  –  $17,6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  dengan rata rata tingkat radiasi  $9,8 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Dengan nilai rata-rata tingkat radiasi tersebut, maka pekerja las hanya boleh diijinkan bekerja selama 5 menit dalam satu hari, jika keseluruhan radiasi Ultraviolet-B tersebut masuk ke mata pekerja las tanpa alat pelindung mata yang tepat dan dipakai dengan cara yang benar.

Tingginya tingkat radiasi yang dihasilkan oleh proses pengelasan pada workshop disertai dengan rata-rata lama paparan pekerja las pada radiasi Ultraviolet-B dari proses pengelasan yang jauh diatas NAB yang diijinkan oleh pemerintah,

dapat dipastikan bahwa potensi pekerja las untuk terpajan radiasi Ultraviolet-B sangat tinggi, sehingga dengan sendirinya akan meningkatkan potensi meningkatnya penyakit akibat kerja yang diakibatkan oleh radiasi Ultraviolet-B tersebut. Salah satu penyakit akibat kerja yang dapat diakibatkan oleh pajanan radiasi Ultraviolet-B adalah kelelahan mata.

### **6.3. Analisis Keluhan Kelelahan Mata**

Mayoritas pekerja las yang menjadi responden penelitian ini mengalami keluhan kelelahan mata, hanya 10% responden yang tidak mengalami satupun dari 11 gejala kelelahan mata yang ada pada penelitian ini. Tingginya presentasi jumlah pekerja las yang mengalami keluhan kelelahan mata diakibatkan oleh mereka melihat cahaya atau radiasi yang dihasilkan proses las selama pengelasan dalam waktu yang lama. Kondisi tersebut mengakibatkan kemampuan akomodasi lensa mata mereka menjadi terganggu, otot-otot mata akan bekerja secara terus menerus dan lebih dipaksakan dan mengakibatkan kelelahan mata (DEPKES, 1990).

#### **6.3.1. Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Tingkat Radiasi Ultraviolet-B**

Tingkat radiasi Ultraviolet-B yang tinggi akan mempengaruhi kelelahan mata pekerja. Makin tinggi tingkat radiasi Ultraviolet-B yang dihasilkan proses pengelasan, maka akan semakin tinggi jumlah radiasi yang kemungkinan sampai ke lensa mata yang akan meningkatkan keluhan kelelahan mata. Dari hasil analisis korelasi antara jumlah keluhan kelelahan mata yang dirasakan responden dengan tingkat radiasi yang memapar, diperoleh korelasi positif, namun korelasi tersebut sangat lemah dan tidak signifikan, sehingga dalam penelitian ini tidak bisa dipastikan akan adanya hubungan antara tingkat radiasi Ultraviolet-B dengan jumlah keluhan kelelahan yang dialami oleh pekerja las. Menurut Leun (1993) bahwa meningkatnya kelelahan mata tidak serta merta diakibatkan oleh meningkatnya *irradiance* Ultraviolet-B. Efek kelelahan mata yang dialami pekerja adalah merupakan hasil akhir dari rantai kejadian yang sangat kompleks.

### 6.3.2. Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Umur Pekerja Las

Semakin tua umur, kemampuan mata untuk melihat benda akan semakin mudah lelah. Kemampuan akomodasi mata akan menurun pada umur 40-50 tahun. Rata-rata umur pekerja las yang menjadi subjek penelitian ini adalah 34 tahun, yang artinya bahwa sebagian besar pekerja las tersebut belum mengalami penurunan kemampuan akomodasi pada otot-otot mata mereka. Dari hasil analisis korelasi antara jumlah keluhan kelelahan mata yang dirasakan oleh pekerja las dengan umur mereka mempunyai hubungan positif yang sangat lemah dan tidak signifikan. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vertisnky, et al (2004) pada pekerja *radiologist*, dimana ditemukan hubungan yang signifikan antara umur dengan keluhan kelelahan mata. Dalam penelitian tersebut ditemukan bahwa semakin muda umur pekerja *radiologist* maka semakin tinggi jumlah keluhan kelelahan yang akan dirasakan.

### 6.3.3. Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Lama Paparan Pada Pengelasan

Hasil analisis korelasi antara jumlah keluhan kelelahan mata responden dengan lama paparan terhadap radiasi Ultraviolet-B dari proses pengelasan, diketahui adanya korelasi negatif antara jumlah keluhan kelelahan mata dengan lama paparan responden pada radiasi sinar Ultraviolet-B dari proses pengelasan, namun korelasi itu lemah dan tidak signifikan.

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vertisnky, et al (2004) terhadap pekerja *radiologist*, dimana ditemukan bahwa semakin lama *radiologist* terpapar radiasi dalam satu hari maka semakin tinggi jumlah keluhan kelelahan yang akan dirasakan.

Berdasarkan deskripsi lama paparan pekerja las oleh radiasi Ultraviolet-B, diketahui bahwa rata-rata pekerja las terpapar radiasi Ultraviolet-B sekitar 6,34 jam dalam satu hari. Jika dihubungkan dengan deskripsi hasil pengukuran radiasi Ultraviolet-B yang mempunyai rata-rata  $9,7933 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , dimana pada tingkat radiasi rata-rata tersebut seorang pekerja hanya di perbolehkan terpapar dengan Ultraviolet-B

selama 10 menit dalam satu hari tanpa memakai alat pelindung diri yang tepat, maka hal itu berarti bahwa pekerja las terpapar dengan radiasi Ultraviolet-B yang jauh melebihi NAB yang diijinkan.

#### **6.3.4. Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Pemakaian Alat Pelindung Mata**

Pemakaian Alat Pelindung Diri (mata) yang tepat dengan cara yang benar akan mengurangi tingkat radiasi yang masuk ke dalam mata pekerja las. Dalam penelitian ditemukan bahwa jenis Alat Pelindung Diri (mata) yang digunakan oleh pekerja las sudah tepat. Namun dari hasil analisis bivariat antara pemakaian pelindung mata dengan jumlah keluhan kelelahan mata dengan menggunakan *Chi-Square Test*, ditemukan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara pemakaian pelindung mata dengan jumlah keluhan kelelahan mata pada pekerja las. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa 90% subyek penelitian mengalami keluhan kelelahan mata dan 76,7% selalu memakai Alat Pelindung Diri yang tepat selama melakukan pekerjaan mereka.

Ketidak signifikanan hubungan antara pemakaian Alat Pelindung Diri (mata) dengan jumlah keluhan kelelahan mata ini bisa diakibatkan oleh ketidak disiplin pekerja las dalam memakai topeng las selama proses pengelasan. Dalam wawancara dengan karyawan pada saat penelitian diperoleh informasi bahwa beberapa pekerja las selalu mengangkat / membuka filter topeng lasnya sesaat sebelum melakukan pengelasan untuk memastikan bahwa kawat lasnya tepat berada di sambungan logam yang mau di las.

Hal lain yang bisa menjadi penyebab ketidak signifikanan hubungan tersebut adalah adanya kemungkinan radiasi sinar Ultraviolet-B yang memantul melalui permukaan lain dan memajan mata pekerja las melalui sisi lain yang tidak terlindungi oleh topeng las yang dipakai oleh pekerja las tersebut. Hal ini bisa terjadi karena pekerja las hanya memakai topeng las yang tidak dilengkapi dengan *protective side shields* ataupun kaca mata keselamatan yang dilengkapi dengan *Ultraviolet protective side shields*.

#### **6.4. Analisis Hubungan Multivariat**

Dari hasil analisis bivariat terlihat bahwa tidak ada variabel (tingkat radiasi, umur, lama paparan pada pengelasan, pemakaian alat pelindung mata) yang mempunyai hubungan signifikan dengan gangguan kelelahan mata. Oleh karena itu maka uji multivariat tidak bisa dilakukan.



## **BAB 7**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1. Kesimpulan**

Beberapa hal yang dapat disimpulkan pada penelitian ini adalah:

1. Dari hasil pengukuran tingkat radiasi diketahui bahwa tingkat radiasi minimum adalah  $3,6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  dan tingkat radiasi maksimum adalah  $17,6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Jika dibandingkan dengan NAB yang ditetapkan oleh Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI melalui peraturan Menteri Nomor: PER.13/MEN/X/2011, maka semua responden terpapar pada radiasi Ultraviolet-B yang melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan berdasarkan peraturan Menteri tersebut.
2. Dari hasil penelitian terlihat bahwa 90% pekerja las mengalami gangguan kelelahan mata.
3. Pada subjek penelitian ini tidak ditemukan adanya hubungan antara tingkat radiasi Ultraviolet-B, umur, lama paparan pada pengelasan, dan pemakaian alat pelindung mata dengan keluhan kelelahan mata pada pekerja las.

#### **7.2. Saran**

1. Perlu dilihat kemungkinan untuk mengurangi penggunaan proses pengelasan SMAW dengan cara menggantikannya dengan proses GTAW karena tingkat radiasi Ultraviolet-B yang dihasilkan oleh SMAW jauh lebih besar dibandingkan dengan GTAW.
2. Perlu pengawasan yang lebih ketat untuk memastikan bahwa semua pekerja las memakai alat pelindung mata yang tepat setiap saat melakukan pekerjaan pengelasan.
3. Bila ingin melihat pengaruh radiasi Ultraviolet-B pada suatu kelompok pekerja sebaiknya perlu dipertimbangkan adanya kelompok kontrol untuk dapat melihat pengaruh perbedaan pajanan Ultraviolet-B terhadap kelelahan mata.

4. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam untuk melihat dosis pajanan radiasi Ultraviolet-B pada pekerja las selama 8 jam kerja.



## DAFTAR REFERENSI

- Alatas, Z., & Lusiyanti, Y. (2003).** *Efek Kesehatan Radiasi Non-Pengion pada manusia*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keselamatan Radiasi dan Biometri Nuklir, BATAN.
- American Welding Society (2003).** *Radiation*. Safety and Health Fact Sheet no. 2. <http://www.aws.org/technical/facts/FACT-02.pdf>.
- Andryansyah (2000).** *Kesehatan dan Keselamatan Kerja Pengelasan dalam Ruang Terbatas*. Jakarta: Pusat Pengembangan Teknologi Keselamatan Nuklir, BATAN
- Boyce, P.R. (2009).** *The Impact of Light in Buildings on Human Health*. Paper presented at the 2<sup>nd</sup> International Conference on Sustainable Healthy Buildings, South Korea.
- Canadian Center for Occupational Health and Safety (2008).** *Radiation and the Effects on Eyes and Skin*. [http://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/welding/eyes.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/eyes.html).
- DEPKES RI (1990).** *Upaya Kesehatan Kerja Sektor Informal Industri*. Jakarta: Dirjen Peran Serta Masyarakat, Depkes.
- Gibson, J.M.D. (1995).** *Anatomi dan Fisiologi Modern untuk Perawat* (Ni Luh Gede Yasmin Asih, Penerjemah). Jakarta: Buku Kedokteran.
- Grandjean, E. (1988).** *Fitting the Task To the Man. A Textbook of Occupational Ergonomics* (4th Ed). London: Taylor & Francis.

**Grandjean, E., & K, Kogi. (1972).** *Introductory Remarks. Kyoto Symposium on Methodology of Fatigue Assessment.* Industrial Fatigue Research committee of the Japan Assessment of Industry Health, Japan.

**Guyton, A.C. (1991).** *Fisiologi Kedokteran II* ( Adji Dharma, Penerjemah). Jakarta: EGC Buku Kedokteran

**ILO (1998).** *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety.*

**Ilyas, S. (2005).** *Ilmu Penyakit Mata.* Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

**Leun, J.C.V.D., & Gruijl, F.R (1993).** *UV-B Radiation and Ozone Depletion, Effects on Humans, Animals, Plants, Microorganisms, and Materials.* Ann Arbor: Lewis Publishers.

**Lyon, T.L. (1997).** *Knowing the Dangers of Actinic Ultraviolet Emissions.* American Welding Society - Welding Journal. <http://www.aws.org/wj/dec02/feature.html>.

**McFarland, R.A. (1972).** *Understanding Fatigue in Modern Life. Kyoto Symposium on Methodology of Fatigue Assessment.* Industrial Fatigue Research Committee of the Japan Assessment of Industry Health, Japan.

**Mendrofa, F. (2003).** *Teknik Pencahayaan.* Jakarta.

**National Safety Council (1999),** *Accident Prevention Manual for Business and Industry,* (11<sup>th</sup> Ed).

**NIOSH (1999).** *NIOSH Publications on Video Display Terminals.* (3<sup>rd</sup> Ed).

- Nitisemito, A. S. (1982).** *Manajemen Personalia (Manajemen Sumber Daya Manusia)*. Kudus: Ghalia Indonesia.
- Nugroho, B.A. (2005).** *Strategi Jitu Memilih Metode Statistik Penelitian dengan SPSS*, (Edisi ke-satu). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nurdin, A. (1999).** *Peralatan Las Busur Manual*. Bandung: Angkasa
- Nurmianto, E. (2003).** *Ergonomi - Konsep Dasar dan aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- Occupational Safety and Health Administration (1996).** *Welding Health Hazards*. <http://www.osha.gov/doc/outreachtraining/htmlfiles/weldhlth.html>.
- Padmanaba, C.G.R. (2006).** *Pengaruh Penerangan Dalam Ruang Terhadap Produktivitas Mahasiswa Desain Interior*. <http://puslit.petra.ac.id/files/published/journals/INT/INT060402/INT06040202.pdf>
- Pheasant, S. (1991).** *Ergonomics, Work and Health*. Maryland: Aspen Publisher.
- Pratomo, H. (1986).** *Pedoman Pembuatan Usulan Penelitian Bidang Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Depdikbud RI.
- Sedarmayanti (2009).** *Tata Kerja dan Produktivitas Kerja*. Jakarta: CV Mandar Maju
- Silastuti, Ambar (2006).** *Hubungan Antara Kelelahan Dengan Produktivitas Tenaga kerja Di Bagian Penjahitan PT Bengawan Solo Garment Indonesia*. Skripsi. FIK UNS. Semarang.

- Smith, M.J., Cohen, B.G.F., Stammerjohn, L.W., & Happ, A. (1981).** *An Investigation of Health Complaints and Job Stress in Video Display Operations.* Journal: Human Factors, 23.
- Suma'mur, PK. (1989).** *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja,* Jakarta: CV. Haji Massagung.
- Suma'mur, PK. (1999).** *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja.* Jakarta: Gunung Agung.
- Vertinsky, T., & Forster, B. (2004).** *Prevalence of Eye Strain Among Radiologists: Influence of Viewing Variables on Symptom.* American Journal of Roentgenology (AJR 2005; 184:681–686)
- Tarwaka, Solichul, H.B., & Lilik, S. (2004).** *Ergonomi Untuk Keselamatan Kerja dan Produktivitas.* Surakarta: UNIBA PRESS
- Wald, P.H., & Stave, G.M. (2002).** *Physical and Biological Hazards of the Workplace,* (2nd Ed). New York: John Wiley and Sons.
- WHO (1994).** *Environmental Health Criteria 160, Ultraviolet Radiation.* World Health Organization, Geneva.
- Wignjosoebroto S (2000).** *Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu. Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja.* Surabaya: Guna Widya.
- Wirjosumarto, H. and Okumura, T (1985).** *Teknologi Pengelasan Logam, Cetakan ketiga.* Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

**LAMPIRAN 1: Kuesioner keluhan kelelahan mata PT. Jaya Asiatic  
Shipyard Batam November 2012**

**KUESIONER KELUHAN KELELAHAN MATA  
PT. Jaya Asiatic Shipyard Batam Nopember 2012**

Selamat Pagi / Siang,

Saya adalah mahasiswa program Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja Universitas Indonesia. Saat ini sedang melakukan penelitian berjudul: Analisa Sinar Ultraviolet-B Penyebab Kelelahan Mata Pekerja Las di PT. Jaya Asiatic Shipyard Batam Tahun 2012.

Untuk itu saya memohon supaya saudara bersedia menjawab beberapa pertanyaan berikut dengan baik dan benar sesuai dengan yang saudara alami. Jawaban yang saudara berikan tidak akan mempengaruhi posisi / jabatan saudara dan saya menjamin kerahasiaan dari data yang saudara berikan.

Petunjuk pengisian kuesioner:

1. Jawablah pertanyaan dengan benar dan jujur.
2. Conteng (√) kotak disebelah kanan jawaban yang saudara anggap paling tepat. Atau isi titik-titik yang disediakan.

Hormat saya,

Responden

Reston Rajagukguk

(.....)

NPM: 1106041092

**LAMPIRAN 1: Kuesioner keluhan kelelahan mata PT. Jaya Asiatic  
Shipyard Batam November 2012 (Lanjutan)**

**KUESSIONER PENELITIAN**

1. Nomor Responden :
2. Tanggal Wawancara :
3. Pewawancara : ( \_\_\_\_\_ )

**I IDENTITAS RESPONDEN**

1. Nama Responden : \_\_\_\_\_
2. Tgl Lahir : Tgl  Bln  Thn
3. Alamat Rumah : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**II LATAR BELAKANG PEKERJAAN**

1. Sudah berapa lama anda bekerja di perusahaan ini? ..... tahun  
..... Bulan
2. Berapa lama anda bekerja (menggunakan alat las) dalam sehari?  
..... Jam ..... Menit
3. Dalam seminggu, berapa hari anda bekerja? ..... Hari
4. Apakah anda mempunyai pekerjaan lain (selain disini)?  
1. Ya, Sebutkan dimana.....   
2. Tidak, (Langsung ke 9)
5. Sudah berapa lama anda bekerja di tempat tersebut?  
..... Thn ..... Bln
6. Apakah pekerjaan anda ditempat lain itu berhubungan dengan las?  
1. Ya, ke 7   
2. Tidak, Langsung ke 9
7. Berapa lama anda bekerja (menggunakan alat las) dalam sehari ditempat lain tersebut?  
..... Jam ..... Menit
8. Dalam seminggu, berapa hari anda bekerja di tempat lain tersebut?  
..... Hari

LAMPIRAN 1: Kuesioner Keluhan Kelelahan Mata PT. Jaya Asiatic Shipyards Batam  
November 2012 (Lanjutan)

9. Apa pekerjaan anda sebelum bekerja di perusahaan sini ? Sebutkan! _____																																				
10. Selama masa kerja anda (termasuk di tempat lain dan di perusahaan Ini) Sudah berapa lama anda bekerja menggunakan alat las? ..... Thn ..... Bln																																				
<b>III KELUHAN GANGGUAN MATA</b>																																				
1. Dalam 3 bulan terakhir, apakah anda pernah mengalami gangguan mata dalam 2 - 12 jam setelah melakukan pengelasan? 1. Ya <input type="checkbox"/> 2. Tidak, <i>Langsung ke IV</i> <input type="checkbox"/>																																				
2. Jenis gangguan yang dirasakan: (Conteng (v) jawaban anda di kolom Ya / Tidak yang disediakan)																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">Gangguan yang dirasakan</th> <th style="padding: 2px;">Ya</th> <th style="padding: 2px;">Tidak</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">1. Mata berair, mengeluarkan air mata</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">2. Mata terasa perih</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">3. Mata tegang</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4. Pandangan kabur</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">5. Penglihatan rangkap</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">6. Mata mengantuk</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">7. Mata berdenyut</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">8. Mata terasa gatal / kering</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">9. Mata kesulitan fokus</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">10. Ketajaman mata menurun</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">11. Kepala pusing</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Gangguan yang dirasakan	Ya	Tidak	1. Mata berair, mengeluarkan air mata			2. Mata terasa perih			3. Mata tegang			4. Pandangan kabur			5. Penglihatan rangkap			6. Mata mengantuk			7. Mata berdenyut			8. Mata terasa gatal / kering			9. Mata kesulitan fokus			10. Ketajaman mata menurun			11. Kepala pusing		
Gangguan yang dirasakan	Ya	Tidak																																		
1. Mata berair, mengeluarkan air mata																																				
2. Mata terasa perih																																				
3. Mata tegang																																				
4. Pandangan kabur																																				
5. Penglihatan rangkap																																				
6. Mata mengantuk																																				
7. Mata berdenyut																																				
8. Mata terasa gatal / kering																																				
9. Mata kesulitan fokus																																				
10. Ketajaman mata menurun																																				
11. Kepala pusing																																				
3. Berapa kali anda mengalami gangguan mata tersebut dalam kurun waktu tiga bulan terakhir? ..... Kali																																				
<b>IV PEMAKAIAN ALAT PELINDUNG DIRI</b>																																				
1. Apakah anda memiliki alat pelindung mata selama ini? 1. Ya <input type="checkbox"/> 2. Tidak ( <i>Langsung ke 3</i> ) <input type="checkbox"/>																																				
2. Jenis alat pelindung mata yang dimiliki selama ini.																																				
1. Kaca mata gelap biasa <input type="checkbox"/>																																				
2. Kaca mata gelap tertutup (Google) <input type="checkbox"/>																																				
3. Topeng las (Welding Shield) <input type="checkbox"/>																																				
4. Lain-Lain (sebutkan) _____ <input type="checkbox"/>																																				

LAMPIRAN 1: Kuesioner Keluhan Kelelahan Mata PT. Jaya Asiatic Shipyards Batam  
November 2012 (Lanjutan)

3. Bagaimana pemakaian alat pelindung mata anda selama ini?	
1. Selalu pakai	<input type="checkbox"/>
2. Kadang kadang pakai	<input type="checkbox"/>
3. Tidak pernah pakai	<input type="checkbox"/>
<b>V KELAINAN MATA /PENYAKIT MATA</b>	
1. Apakah anda mempunyai riwayat penyakit / kelainan mata?	
1. Ya (Penyakit / kelainan Mata .....)	<input type="checkbox"/>
2. Tidak	<input type="checkbox"/>
2. Apakah anda memakai kacamata karena penyakit/kelainan mata tersebut?	
1. Ya	<input type="checkbox"/>
2. Tidak	<input type="checkbox"/>
3. Jenis kacamata apa yang anda pakai akibat penyakit / kelainan mata itu?	
1. Kacamata minus	<input type="checkbox"/>
2. Kacamata plus	<input type="checkbox"/>
3. Kacamata anti radiasi	<input type="checkbox"/>
4. Lainnya (Sebutkan .....)	<input type="checkbox"/>
4. Sudah berapa lama anda memakai kacamata tersebut?	
..... Thn    ..... Bln	
<b>VI HASIL PENGUKURAN</b>	
<input type="text"/>	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$

## LAMPIRAN 2: Hasil Pengolahan SPSS 20

## T-test Hubungan Tingkat Radiasi dengan Jenis Proses Pengelasan

Group Statistics

	Proses_Las	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai_Tengah	SMAW	19	7.8026	5.58083	1.28033
	GTAW	11	27.9545	6.78401	2.04545

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Nilai_Tengah	Equal variances assumed	.487	.491	8.809	28	.000	20.15191	2.28765	24.83795	15.46588
	Equal variances not assumed			8.351	17.849	.000	20.15191	2.41312	25.22476	15.07907

## LAMPIRAN 2: Hasil Pengolahan SPSS 20 (Lanjutan)

### Uji Korelasi Pearson untuk Hubungan Jumlah Keluhan Kelelahan Mata dengan Tingkat Radiasi

**Correlations**

		Tingkat_Radiasi	Kelelahan
Tingkat_Radiasi	Pearson Correlation	1	.131
	Sig. (2-tailed)		.491
	N	30	30
Kelelahan	Pearson Correlation	.131	1
	Sig. (2-tailed)	.491	
	N	30	30

### Regression

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tingkat_Radiasi b	.	Enter

a. Dependent Variable: Kelelahan

b. All requested variables entered.

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.131 <sup>a</sup>	.017	-.018	3.462	1.380

a. Predictors: (Constant), Tingkat\_Radiasi

b. Dependent Variable: Kelelahan

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.839	1	5.839	.487	.491 <sup>b</sup>
	Residual	335.527	28	11.983		
	Total	341.367	29			

a. Dependent Variable: Kelelahan

b. Predictors: (Constant), Tingkat\_Radiasi

## LAMPIRAN 2: Hasil Pengolahan SPSS 20 (Lanjutan)

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	4.354	1.409		3.090	.004		
	Tingkat_Radiasi	.090	.129	.131	.698	.491	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Kelelahan

**Collinearity Diagnostics<sup>a</sup>**

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions	
				(Constant)	Tingkat_Radiasi
1	1	1.894	1.000	.05	.05
	2	.106	4.222	.95	.95

a. Dependent Variable: Kelelahan

**Residuals Statistics<sup>a</sup>**

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	4.68	5.93	5.23	.449	30
Residual	-5.898	5.407	.000	3.401	30
Std. Predicted Value	-1.239	1.562	.000	1.000	30
Std. Residual	-1.704	1.562	.000	.983	30

a. Dependent Variable: Kelelahan

### Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Kelelahan

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.017	.487	1	28	.491	4.354	.090

The independent variable is Tingkat\_Radiasi.

## LAMPIRAN 2: Hasil Pengolahan SPSS 20 (Lanjutan)

### Uji Korelasi Pearson untuk Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Umur Pekerja Las

#### Correlations

		Kelelahan	Umur
Kelelahan	Pearson Correlation	1	.120
	Sig. (2-tailed)		.528
	N	30	30
Umur	Pearson Correlation	.120	1
	Sig. (2-tailed)	.528	
	N	30	30

#### Regression

##### Variables Entered/Removed<sup>a</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Umur <sup>b</sup>		Enter

a. Dependent Variable: Kelelahan

b. All requested variables entered.

##### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.120 <sup>a</sup>	.014	-.021	3.466	1.455

a. Predictors: (Constant), Umur

b. Dependent Variable: Kelelahan

##### ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.910	1	4.910	.409	.528 <sup>b</sup>
	Residual	336.457	28	12.016		
	Total	341.367	29			

a. Dependent Variable: Kelelahan

b. Predictors: (Constant), Umur

## LAMPIRAN 2: Hasil Pengolahan SPSS 20 (Lanjutan)

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	3.641	2.570		1.417	.168		
	Umur	.047	.073	.120	.639	.528	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Kelelahan

**Collinearity Diagnostics<sup>a</sup>**

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions	
				(Constant)	Umur
1	1	1.969	1.000	.02	.02
	2	.031	7.997	.98	.98

a. Dependent Variable: Kelelahan

**Residuals Statistics<sup>a</sup>**

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	4.53	6.13	5.23	.411	30
Residual	-5.763	5.627	.000	3.406	30
Std. Predicted Value	-1.709	2.187	.000	1.000	30
Std. Residual	-1.662	1.623	.000	.983	30

a. Dependent Variable: Kelelahan

### Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Kelelahan

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.014	.409	1	28	.528	3.641	.047

The independent variable is Umur.

## LAMPIRAN 2: Hasil Pengolahan SPSS 20 (Lanjutan)

### Uji Korelasi Perason untuk Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Lama Paparan

**Correlations**

		Kelelahan	Lama_Paparan
Kelelahan	Pearson Correlation	1	-.234
	Sig. (2-tailed)		.214
	N	30	30
Lama_Paparan	Pearson Correlation	-.234	1
	Sig. (2-tailed)	.214	
	N	30	30

### Regression

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Lama_Paparan <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: Kelelahan

b. All requested variables entered.

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.234 <sup>a</sup>	.055	.021	3.395	1.397

a. Predictors: (Constant), Lama\_Paparan

b. Dependent Variable: Kelelahan

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	18.637	1	18.637	1.617	.214 <sup>b</sup>
	Residual	322.730	28	11.526		
	Total	341.367	29			

a. Dependent Variable: Kelelahan

b. Predictors: (Constant), Lama\_Paparan

## LAMPIRAN 2: Hasil Pengolahan SPSS 20 (Lanjutan)

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics		
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF	
1	(Constant)	7.233	1.690		4.279	.000		
	Lama_Paparan	-.316	.248	-.234	-1.272	.214	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Kelelahan

**Collinearity Diagnostics<sup>a</sup>**

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions	
				(Constant)	Lama_Paparan
1	1	1.930	1.000	.03	.03
	2	.070	5.264	.97	.97

a. Dependent Variable: Kelelahan

**Residuals Statistics<sup>a</sup>**

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	3.98	6.92	5.23	.802	30
Residual	-6.602	5.818	.000	3.336	30
Std. Predicted Value	-1.560	2.101	.000	1.000	30
Std. Residual	-1.945	1.714	.000	.983	30

a. Dependent Variable: Kelelahan

### Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Kelelahan

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.055	1.617	1	28	.214	7.233	-.316

The independent variable is Lama\_Paparan.

## LAMPIRAN 2: Hasil Pengolahan SPSS 20 (Lanjutan)

### Uji Korelasi Pearson untuk Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Masa kerja

**Correlations**

		Kelelahan	Masa_Kerja
Kelelahan	Pearson Correlation	1	-.172
	Sig. (2-tailed)		.362
	N	30	30
Masa_Kerja	Pearson Correlation	-.172	1
	Sig. (2-tailed)	.362	
	N	30	30

### Regression

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Masa_Kerja <sup>b</sup>		Enter

a. Dependent Variable: Kelelahan

b. All requested variables entered.

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.172 <sup>a</sup>	.030	-.005	3.439	1.361

a. Predictors: (Constant), Masa\_Kerja

b. Dependent Variable: Kelelahan

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	10.156	1	10.156	.859	.362 <sup>b</sup>
	Residual	331.211	28	11.829		
	Total	341.367	29			

a. Dependent Variable: Kelelahan

b. Predictors: (Constant), Masa\_Kerja

## LAMPIRAN 2: Hasil Pengolahan SPSS 20 (Lanjutan)

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1 (Constant)	5.946	.993		5.987	.000		
Masa_Kerja	-.109	.117	-.172	-.927	.362	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Kelelahan

**Collinearity Diagnostics<sup>a</sup>**

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions	
				(Constant)	Masa_Kerja
1	1	1.775	1.000	.11	.11
	2	.225	2.808	.89	.89

a. Dependent Variable: Kelelahan

**Residuals Statistics<sup>a</sup>**

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	3.56	5.89	5.23	.592	30
Residual	-5.892	6.008	.000	3.380	30
Std. Predicted Value	-2.831	1.113	.000	1.000	30
Std. Residual	-1.713	1.747	.000	.983	30

a. Dependent Variable: Kelelahan

### Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Kelelahan

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.030	.859	1	28	.362	5.946	-.109

The independent variable is Masa\_Kerja.

## LAMPIRAN 2: Hasil Pengolahan SPSS 20 (Lanjutan)

### Uji Chi-Square Hubungan Keluhan Kelelahan Mata Dengan Pemakaian Pelindung Mata

#### Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Pelindung_Mata * Kelelahan_Mata	30	100.0%	0	0.0%	30	100.0%

#### Pelindung\_Mata \* Kelelahan\_Mata Crosstabulation

Count		Kelelahan_Mata				Total
		0-2 keluhan	3-5 keluhan	6-8 keluhan	9-11 keluhan	
Pelindung_Mata	Baik	7	6	7	3	23
	Tidak baik	1	0	2	4	7
Total		8	6	9	7	30

#### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2- sided)
Pearson Chi-Square	6.830 <sup>a</sup>	3	.078
Likelihood Ratio	7.473	3	.058
Linear-by-Linear Association	4.359	1	.037
N of Valid Cases	30		

a. 5 cells (62.5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.40.

**LAMPIRAN 3: Hasil Pengukuran Radiasi**

<b>No. Responden</b>	<b>Nama Responden</b>	<b>Hasil Pengukuran (<math>\mu\text{W}/\text{cm}^2</math>)</b>
01	Ahmad Fauzi	17.4
02	Raja Syafaat	13.8
03	Paradon Pasaribu	13.8
04	Syaifullah	13.4
05	Sardiand Muhamad	7.6
06	Naiman	17.4
07	Miduk S	17.4
08	Bisarhi	17.6
09	Alexander Padiser	16.8
10	Gusmardi	15.6
11	Ayi Kusmawan	17.2
12	Muhammad Ruslan	4.6
13	Ali Imran	3.6
14	Amri saleh	3.6
15	Agus Salim	4.2
16	Mardianto	3.8
17	Ahmaddin	7.0
18	Andi Faisal	6.4
19	Hendrawan Ginting	7.6
20	Mohammad Isnaini	5.8
21	Rusli M Ali	5.4
22	Zainal Abidin	13.6
23	B. Yoko	9.6
24	Romi Putra	5.6
25	Mohammad Budiyanto	8.8

**Lampiran 3: Hasil Pengukuran Radiasi (Lanjutan)**

No. Responden	Nama Responden	Hasil Pengukuran ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
26	Muhammad Antoni	6.4
27	Agus Prehatin	6.6
28	Hendro Sovianto	7.4
29	Rotua Pardamean	6.4
30	Susilo Miswadi	9.4



LAMPIRAN 4: Data Penelitian

Nomor Responden	Nama Pekerja	Umur (Tahun)	Jenis proses Las	Hasil Pengukuran Radiasi ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	Lama Paparan (Jam)	Masa Kerja (Tahun)	Jumlah Keluhan Kelelahan Mata	APD
1	Ahmad Fauzi	26	GTAW	17.4	7	2	9	Selalu Pakai
2	Raja Syafaat	28.75	GTAW	13.8	10.3	3	1	Selalu Pakai
3	Paradon Pasaribu	37	GTAW	13.8	6.5	5.5	11	Kadang Kadang
4	Syaifullah	46.3	GTAW	13.4	8	3	6	Kadang Kadang
5	Sardiand Muhamad	25.25	GTAW	7.6	1	1.25	7	Selalu Pakai
6	Naiman	43.75	GTAW	17.4	2	18	10	Kadang Kadang
7	Miduk S	42.5	GTAW	17.4	2	10	9	Kadang Kadang
8	Bisarhi	25.83	GTAW	17.6	8.5	1.33	9	Kadang Kadang
9	Alexander Padiser	38	GTAW	16.8	9	5	3	Selalu Pakai
10	Gusmardi	44.25	GTAW	15.6	6	15	2	Selalu Pakai
11	Ayi Kusmawan	24	GTAW	17.2	6.33	0.5	0	Kadang Kadang
12	Muhammad Ruslan	32.6	SMAW	4.6	8	6.3	1	Selalu Pakai
13	Ali Imran	27	SMAW	3.6	8	6.25	8	Kadang Kadang
14	Amri saleh	28.5	SMAW	3.6	7	2	9	Selalu Pakai
15	Agus Salim	32.25	SMAW	4.2	7	7	9	Selalu Pakai
16	Mardianto	30	SMAW	3.8	7	2	7	Selalu Pakai
17	Ahmaddin	53.25	SMAW	7	7	10	7	Selalu Pakai
18	Andi Faisal	30	SMAW	6.4	7	7	3	Selalu Pakai
19	Hendrawan Ginting	35.25	SMAW	7.6	7	12	0	Selalu Pakai
20	Mohammad Isnaini	40	SMAW	5.8	7	0.5	8	Selalu Pakai
21	Rusli M Ali	53	SMAW	5.4	3.33	16	6	Selalu Pakai
22	Zainal Abidin	34	SMAW	13.6	6	5	7	Selalu Pakai
23	B. Yoko	35.33	SMAW	9.6	5	5	7	Selalu Pakai
24	Romi Putra	33.25	SMAW	5.6	8	8	1	Selalu Pakai
25	Mohammad Budiyanto	27.67	SMAW	8.8	8.67	5.67	1	Selalu Pakai
26	Muhammad Antoni	25	SMAW	6.4	7	3.5	3	Selalu Pakai

LAMPIRAN 4: Data Penelitian (Lanjutan)

Nomor Responden	Nama Pekerja	Umur (Tahun)	Jenis proses Las	Hasil Pengukuran Radiasi ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	Lama Paparan (Jam)	Masa Kerja (Tahun)	Jumlah Keluhan Kelelahan Mata	APD
27	Agus Prehatin	19	SMAW	6.6	10	1.25	4	Selalu Pakai
28	Hendro Sovianto	24.25	SMAW	7.4	7.5	4	4	Selalu Pakai
29	Rotua Pardamean	45.33	SMAW	6.4	2	22	0	Selalu Pakai
30	Susilo Miswadi	33.33	SMAW	9.4	1	9	5	Selalu Pakai