

ANALISA KELELAHAN MATA DISEBABKAN RADIASI SINAR ULTRAVIOLET B (UV-B) PADA PEKERJA LAS DI PT. TRI KARYA ALAM, BATAM

Buyung Nul Hakim

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan, Batam
buyung@ft.unrika.ac.id

ABSTRAK

Radiasi sinar ultraviolet yang dihasilkan dari proses pengelasan dapat menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan dan penyakit akibat kerja. Penelitian ini bertujuan untuk melihat apakah terjadi peningkatan keluhan kelelahan mata sebagai akibat pancaran radiasi sinar ultraviolet pada pekerja las di workshop. 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 pekerja las. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur tingkat radiasi ultraviolet memapar pekerja las, serta mendapatkan data umur, lama paparan dan pemakaian Alat Pelindung Diri melalui kuesioner. Dari hasil penelitian diketahui sekitar 90% pekerja las di workshop mengalami keluhan kelelahan mata. Setelah dilakukan analisa data, ternyata keseluruhan pekerja las terpapar dengan tingkat radiasi yang dihasilkan oleh proses pengelasan yang melebihi ambang batas. Analisis hubungan antara factor-faktor yang mempengaruhi keluhan kelelahan mata pekerja ternyata tidak terlihat adanya hubungan. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari pengukuran hasil radiasi ultraviolet di workshop melebihi ambang batas yang diperbolehkan merujuk PERMENAKERTRANS no. PER.13/MEN/X/2011.

Kata kunci : sinar ultraviolet, pengelasan, kelelahan mata.

ABSTRACT

Ultraviolet radiation produced from the welding process cause health problems and occupational diseases. This study aims to see whether an increase in complaints of eye fatigue as a result of ultraviolet radiation emitted by welding workers in the workshop. This research was conducted with a descriptive analytic design with a cross sectional approach to find facts with the right interpretation and accurately describe the symptoms of eye fatigue in a group of welding workers. Data collection was carried out by measuring the level of ultraviolet radiation exposed to welding workers, as well as obtaining data on the age, duration of exposure and use of Personal Protective Equipment through questionnaires. From the results of the study found that about 90% of welding workers in the workshop experienced complaints of eye fatigue. After analyzing the data, it turns out that all welding workers are exposed to the level of radiation produced by the welding process that exceeds the threshold. Analysis of the relationship between the factors that influence complaints of fatigue in the eyes of workers was not seen a relationship. From this study it can be concluded that from the measurements of ultraviolet radiation results in the workshop exceeds the allowed threshold refer to PERMENAKERTRANS no. PER.13 / MEN / X / 2011.

Keyword : ultraviolet radiation, welding, eye fatigue

1. PENDAHULUAN

Pada beberapa tahun lalu industri galangan kapal berkembang sangat pesat di pulau Batam. Banyaknya permintaan untuk kegiatan pembuatan kapal baru maupun perbaikan kapal mengharuskan galangan kapal 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 dirancang senyaman mungkin supaya didapatkan efisiensi kerja yang dapat meningkatkan produktivitas.

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. 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 [1] [2].

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 [3]

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan definisi 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. Proses pengelasan tergantung terhadap jenis plat yang akan disambung.[2] [4]

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 antara lain :

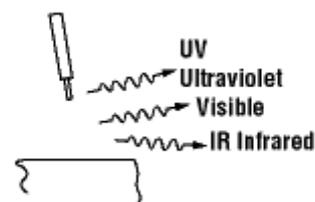
2.1 Definisi Kelelahan Mata

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).

2.2 Radiasi

Busur pengelasan menghasilkan radiasi pada rentang panjang gelombang yang luas - dari 200 nm (nanometer) hingga 1.400 nm (atau 0,2 hingga 1,4 μm , mikrometer). Rentang ini termasuk radiasi ultraviolet (UV) (200 hingga 400 nm), cahaya tampak (400 hingga 700 nm), dan radiasi inframerah (IR) (700 hingga 1.400 nm).

Radiasi UV dibagi menjadi tiga rentang - UV-A (315 hingga 400 nm), UV-B (280 hingga 315 nm) dan UV-C (100 hingga 280 nm). UV-C dan hampir semua UV-B diserap di kornea mata. UV-A melewati kornea dan diserap dalam lensa mata.[4]



Gambar 1. Ilustrasi sinar radiasi yang dihasilkan dari proses pengelasan

2.2.1 Efek dari radiasi sinar ultraviolet pada mata

Pancaran sinar radiasi ultraviolet akan memberikan efek pada mata dan kulit pekerja las. Efek pancaran radiasi pada mata dapat dibagi menjadi 2, yaitu :

1. Efek akut pada mata

Pajanan radiasi Ultraviolet akan memberikan efek

kelelahan mata yang sering disebut *aesthenopia*. [4] 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.

2.1.2 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 (mW/cm^2). Jika radiasi Sinar Ultraviolet melampaui NAB tersebut, maka waktu pemaparan ditetapkan sebagaimana tercantum dalam tabel berikut ini:

Masa pemaparan per hari	Iradiasi Efektif (IEff) mW/cm^2
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

Tabel 2. Waktu pemaparan radiasi sinar Ultraviolet yang diperkenankan[5]

2.3 Debu Beracun dan Gas

Berbagai proses pengelasan menghasilkan partikel dalam distribusi ukuran yang berbeda. Pengelasan ini menghasilkan partikel yang lebih kecil dari 100 nm, di mana, setidaknya 90% lebih kecil dari 50 nm. Partikel yang dihasilkan selama proses dengan tingkat emisi massa tinggi memiliki diameter sekitar 100–200 nm. Proses dengan tingkat emisi massa rendah menghasilkan partikel secara eksklusif lebih kecil dari 50 nm, namun,

jumlah konsentrasi partikel dalam teknik ini mirip dengan yang lain. Meski, jenis pengelasan dengan massa rendah tingkat emisi disebut "teknik bersih", sifat toksikologis potensial dan kesehatannya efek akibat paparan partikel nano harus dipelajari lebih lanjut. [6]

HAZARD	WELDING PROCESS			
	PAW/PAC Carbon Arc Processes	SMAW GTAW GMAW FCAW	SAW	Oxyfuel
Ergonomic	+	+	+	+
Electric Shock	+	+	+	x
Bright light	+	+	-	+
Ultraviolet radiation	+	+	-	x
Toxic fumes and gases	+	+	-	+
Heat, Fire, and Burns	+	+	+	+
Noise	+	x	x	x

x No hazards, + Hazard present, - Hazard present if SAW flux is absent [11]

Tabel 1. Bahaya yang terjadi yang disebabkan proses pengelasan

3. METODE PENELITIAN

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



Gambar 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.

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2015 di PT. Trikarya Alam, Jl. Brigjen Katamso, Tanjung Uncang, Batam.

3.2 Populasi dan Sampel

Subjek penelitian ini adalah seluruh pekerja las di workshop yang berjumlah 30 orang.

3.3 Metode Pengumpulan Data

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 mempengaruhi pekerja las.
2. Kuesioner digunakan untuk mendapatkan informasi data berikut:
 - Keluhan kelelahan mata
 - Umur pekerja
 - Masa kerja
 - Lama paparan
 - Penggunaan Alat Pelindung Diri (mata)

3.4 Metode 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.

3.5 Metode 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 regresi linier sederhana akan dilihat juga tingkat kekuatan hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen dengan melihat nilai koefisien korelasi antara kedua variabel [5].

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.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Univariat

Tingkat Radiasi Sinar Ultraviolet-B

Pengukuran radiasi dilakukan dengan menggunakan alat *Solarmeter 6.2*



Pengukuran radiasi UV-B yang bersumber dari proses pengelasan dilakukan dengan mengukur langsung pada saat proses las berjalan 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 alat *Solarmeter*. Pengukuran radiasi dilakukan pada saat bekerja pada pukul 10:00 – 11:00 WIB yang mana proses produksi sangat tinggi.

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 4.1 di bawah ini.

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

Tabel 4.1 Nilai Ambang Batas Radiasi Ultraviolet.

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 4.2 di bawah ini.

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

Tabel 4.2 Hasil Deskriptif Pengukuran Radiasi Ultraviolet-B

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 4.3 berikut ini.

Tingkat Radiasi	Jumlah	Presentase	Lama Paparan 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 %	

Tabel 4.3 Distribusi tingkat Radiasi Ultraviolet-B pada pekerja las. (Dikelompokkan menurut kategori NAB)

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).

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

Tabel 4.4 Deskripsi Jenis Proses Las

Pada tabel 4.5 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.

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%

Tabel 4.5 Distribusi Keluhan Kelelahan Mata

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 4.6 di bawah ini.

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

Tabel 4.6 Deskripsi Umur Responden

5. KESIMPULAN DAN SARAN

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.

4. 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

DAFTAR PUSTAKA

Semua referensi yang diacu di dalam teks artikel harus didaftarkan di bagian Daftar Pustaka. Daftar Pustaka harus berisi pustaka-pustaka acuan yang berasal dari sumber primer (jurnal ilmiah) dan berjumlah minimum 80% dari keseluruhan daftar pustaka acuan.

Daftar Pustaka ditulis mengikuti format *IEEE style* berikut :

- [1] Alatas, Z., & Lusiyanti, Y. (2003). zsss. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keselamatan Radiasi dan Biometri Nuklir, BATAN.
- [2] Ilyas, S. (2005). Ilmu Penyakit Mata. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- [3] NIOSH (1999). NIOSH Publications on Video Display Terminals. (3rd Ed).
- [4] Boyce, P.R. (2009). The Impact of Light in Buildings on Human Health. Paper presented at the 2nd International Conference on Sustainable Healthy Buildings, South Korea.
- [5] Nugroho, B.A. (2005). Strategi Jitu Memilih Metode Statistik Penelitian dengan SPSS, (Edisi ke-satu). Yogyakarta: Penerbit Andi.