

Perbaikan Lingkungan Kerja Pada Bagian Permesinan Dengan Kriteria Beban Fisiologis Kerja

YANTI HELIANTY, M.GUNTUR D ARIO, CAECILIA SW
Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: yanti@itenas.ac.id

ABSTRAK

Pengukuran aktivitas kerja pada dasarnya merupakan pengukuran besarnya tenaga yang diperlukan oleh seorang pekerja untuk melaksanakan pekerjaannya. Salah satu kriteria pengukuran aktivitas kerja manusia adalah dengan pendekatan beban fisiologi. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi beban fisiologi pekerja dalam bekerja, salah satunya adalah lingkungan kerja. Kondisi lingkungan kerja merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya pengeluaran tenaga selama bekerja. Lingkungan kerja yang baik dapat mengurangi pengeluaran energi selama bekerja. Dalam penelitian ini akan dilakukan perbaikan sistem lingkungan kerja sehingga dapat meminimasi beban fisiologis pekerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas kerja. Pengukuran beban fisiologi dari kegiatan kerja manusia biasanya ditentukan berdasarkan kecepatan denyut jantung dan pernafasan. Dari hasil analisis terhadap rancangan lingkungan kerja yang baru, beban fisiologis yang ditimbulkan lebih ringan dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Hal ini ditunjukkan dengan denyut jantung yang lebih rendah dari sebelumnya.

Kata Kunci : Kondisi lingkungan, kriteria fisiologis, perancangan, denyut jantung

ABSTRACT

Measurement of activity work basically is measurement the level of energy needed by a worker at work. Once of the criteria of the work measurement is a physiological burden approach. Most of the factors can caused physiological burden, one of them is work environment. Condition of work environment is represent one of the factor influencing the level of expenditure of energy during working. Good work environment can decrease expenditure of energy during working. This study involved in designing a work enviromental system which is capable to minimize physiological burden that finnaly can improved the productivity. Physiology criterion of human being working activity is usually determined pursuant to speed of exhalation and heartbeat. Through analisys to the new work environment, the heartbeat is more light than before. Here seen that new environmental is better than existing condition now because can give low physiological impact than previous condition

Keyword : Condition of environment, physiological criterion, scheme, heartbeat

1. PENDAHULUAN

Sistem Manusia Mesin (SMM) mengisyaratkan bahwa operator selain berhubungan dengan mesin dan peralatan juga ada hal lain yang sangat mempengaruhi terhadap kerja operator yaitu lingkungan kerja. Sudah menjadi kenyataan bahwa lingkungan kerja akan mempengaruhi performansi kerja operator bahkan mungkin dapat menyebabkan terjadinya *Human Error*. Manusia akan mampu melaksanakan kegiatannya dengan baik apabila didukung lingkungan kerja yang baik. Lingkungan kerja yang baik perlu memperhatikan beberapa aspek, yaitu: Pencahayaan, Kebisingan, Temperatur, Ventilasi, Getaran, Radiasi, Kelembaban, Bau-bauan, Warna. Pada dasarnya perancangan lingkungan kerja ditujukan untuk menciptakan kondisi kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien bagi pekerjanya.

PT. DHARMA POLIMETAL merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur, salah satu divisinya adalah membuat komponen Motor Honda. Mesin las adalah salah satu peralatan di PT. Dharma Polimetal yang digunakan untuk proses produksi penyambungan logam komponen Motor Honda. Mesin-mesin las ini bekerja dalam satu departemen yang dinamakan departemen *Welding*. Lingkungan kerja tempat mesin dan operator bekerja yang ada saat ini, khususnya di bagian *Welding*, dirasakan pihak perusahaan maupun oleh operator sendiri kurang memberikan dampak yang baik terhadap peningkatan performansi operator. Hal ini disebabkan karena lingkungan kerja yang ada hanya sebatas memberikan fasilitas kerja namun kurang memperhatikan pengaruh fisiologis yang diterima operator. Kondisi lingkungan kerja yang dirasakan operator saat ini adalah bisingnya ruang kerja, pencahayaan yang kurang, dan asap pengelasan yang mengumpul dan tidak tersalurkan ke pembuangan. Dampak dari kondisi ini memang tidak terlihat/terasa secara langsung, namun lama kelamaan dapat menurunkan performansi operator. Sehingga dalam hal ini perlu kajian terhadap aspek-aspek lingkungan kerja di departemen *Welding* dan dibuat usulan rancangan lingkungan kerja yang dapat meningkatkan performansi kerja operator.

Pengukuran aktivitas kerja pada dasarnya merupakan pengukuran besarnya tenaga yang diperlukan oleh seorang pekerja untuk melaksanakan pekerjaannya. Tenaga yang dikeluarkan tersebut biasanya diukur dalam satuan kilo kalori. Secara umum kriteria pengukuran aktivitas kerja manusia dapat dibagi dalam dua kelas utama yaitu kriteria fisiologi dan kriteria operasional. Kriteria fisiologi dari kegiatan kerja manusia biasanya ditentukan berdasarkan kecepatan denyut jantung dan pernafasan. Semakin tinggi kecepatan denyut jantung maka konsumsi oksigennya semakin besar dan semakin besar pula konsumsi energinya hal ini dapat menunjukkan beban yang sedang ditanggung semakin berat. Penurunan produktivitas pada sistem kerja dapat timbul akibat kumulatif kelelahan dan kejenuhan kerja yang ditimbulkan beban kerja fisiologis yang berlebihan.

Kondisi lingkungan kerja merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya pengeluaran tenaga selama bekerja. Dengan kata lain lingkungan kerja yang baik dapat mengurangi pengeluaran energi selama bekerja. Untuk itu dalam penelitian ini akan dilakukan perbaikan sistem lingkungan kerja. Dengan dirancangnya lingkungan kerja yang lebih baik diharapkan dapat menurunkan beban kerja fisiologis, yang diukur berdasarkan konsumsi energi. Yang pada akhirnya penurunan konsumsi energi ini dapat meningkatkan performansi kerja dan produktivitas operator.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian diuraikan sebagai berikut:

2.1 Analisis Stasiun Kerja Departemen *Welding*

Proses produksi di devisi komponen sepeda motor ini didominasi oleh kegiatan produksi yang menggunakan mesin las. Mesin las adalah salah satu peralatan di PT. Dharma Polimetal yang digunakan untuk proses produksi penyambungan logam pada komponen Motor Honda. Mesin-mesin las ini bekerja dalam satu departemen yang dinamakan departemen *Welding*. Tahapan analisis terhadap departemen *Welding* dilakukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi hal-hal yang berhubungan dengan lingkungan kerja. Analisis dilakukan dengan cara orientasi langsung ke lapangan serta wawancara dan diskusi dengan para pekerja di departemen *Welding*.

2.2 Perbaikan Stasiun Kerja

Pada tahap ini dilakukan perbaikan terhadap aspek-aspek lingkungan kerja yang telah diamati sebelumnya. Pada umumnya lingkungan kerja yang baik memperhatikan beberapa aspek, yaitu: Pencahayaan, Kebisingan, Temperatur, Ventilasi, Getaran, Radiasi, Kelembaban, Bau-bauan, Warna. Namun kembali kepada objek yang diteliti, bahwa tidak selalu semua aspek ada dalam suatu lingkungan kerja. Untuk itu perbaikan hanya dilakukan pada aspek-aspek yang terdapat di departemen *Welding*.

2.3 Analisis Perbaikan Stasiun Kerja

Perbaikan sistem yang telah dilakukan perlu dievaluasi kembali untuk memberikan gambaran apakah perbaikan lingkungan kerja tersebut apakah telah sesuai dengan tujuan penelitian. Analisis dilakukan baik terhadap perbaikan sistem lingkungan kerja maupun analisis beban fisiologis yang ditimbulkannya.

3. PENGUMPULAN DATA DAN PERBAIKAN LINGKUNGAN KERJA

3.1 Analisis Kondisi Saat Ini

Proses produksi di devisi komponen sepeda motor ini didominasi oleh kegiatan produksi yang menggunakan mesin las. Mesin las adalah salah satu peralatan di PT. Dharma Polimetal yang digunakan untuk proses produksi penyambungan logam pada komponen Motor Honda. Mesin-mesin las ini bekerja dalam satu departemen yang dinamakan departemen *Welding*. Lingkungan kerja tempat mesin dan operator bekerja yang ada saat ini, khususnya di bagian *Welding*, dirasakan pihak perusahaan maupun oleh operator sendiri kurang memberikan dampak yang baik terhadap peningkatan performansi operator.

Hal ini disebabkan karena lingkungan kerja yang ada hanya sebatas memberikan fasilitas kerja namun kurang memperhatikan pengaruh fisiologis yang diterima operator. Kondisi lingkungan kerja yang dirasakan operator saat ini adalah bisingnya ruang kerja, pencahayaan yang kurang, dan asap pengelasan yang mengumpul dan tidak tersalurkan ke pembuangan. Dampak dari kondisi ini memang tidak terlihat/terasa secara langsung, namun lama kelamaan dapat menurunkan performansi operator.

Lingkungan kerja berpengaruh terhadap hasil kerja manusia. Manusia akan mampu melaksanakan kegiatannya dengan baik apabila didukung lingkungan kerja yang baik. Lingkungan kerja yang baik perlu memperhatikan beberapa aspek, yaitu: Pencahayaan, Kebisingan, Temperatur, Ventilasi, Getaran, Radiasi, Kelembaban, Bau-bauan, Warna. Pada

bagian ini akan dilakukan analisis terhadap aspek-aspek lingkungan kerja yang terdapat di bagian Welding.

Untuk mengetahui kondisi aspek-aspek lingkungan kerja yang ada saat ini, maka dilakukan pengukuran terhadap aspek-aspek tersebut selama 6 hari kerja baik untuk shift pagi maupun untuk shift malam. Pengukuran dilakukan tidak hanya terhadap kondisi lingkungan pada saat ini tetapi juga mengukur denyut jantung pekerja pada kondisi lingkungan kerja yang ada saat ini. Hal ini diperlukan untuk mengetahui apakah perbaikan lingkungan kerja dapat menurunkan konsumsi energi pekerja, sehingga perlu diketahui konsumsi energi saat bekerja dalam sistem sebelum dilakukan perbaikan. Rerata hasil pengukuran dari denyut jantung, temperatur, kelembaban, intensitas suara, dan intensitas cahaya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Rerata aspek-aspek Lingkungan Kerja

Shift	Denyut jantung (bit/detik)	Temperatur (°)	Kelembaban (%)	Intensitas suara (dB)	Intensitas cahaya (lux)
Pagi	92,877	33.21 °C	65.5 %	91.95	311.202
Malam	91,885	31.71 °C	70.8 %	97.2	181

Berdasarkan hasil pengukuran dapat dilihat bahwa temperatur ruangan kerja yang ada sekarang cukup tinggi. Tingginya suhu ruangan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yang antaranya adalah kondisi kotanya sendiri yang sudah tergolong daerah panas, kondisi ruangan yang kurang ventilasi, dan efek panas yang ditimbulkan oleh alat las itu sendiri. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa produktivitas kerja manusia akan mencapai tingkat paling tinggi (optimal) pada temperatur ruangan sekitar 24°C sampai 27°C. Untuk itu maka untuk kondisi ruangan kerja perlu dilakukan perbaikan yang dapat menurunkan suhu ruangan sampai dengan batasan yang direkomendasikan tersebut.

Untuk tingkat kebisingan diperoleh bahwa tingkat kebisingan pada ruangan kerja yang ada kurang baik, karena masing-masing perhitungan memberikan pembebanan yang berlebih yaitu 91,95 dB untuk shift pagi dan 97,2 dB untuk shift malam, dan hal ini tidak sesuai dengan standar kebisingan perindustrian yaitu 85 dB untuk durasi kerja 8 jam/hari. Dilihat dari cara kerja mereka ternyata selama melakukan pekerjaan tersebut para operator tidak menggunakan alat pelindung keselamatan seperti *earflug*, mereka hanya menggunakan penyumbat telinga berupa kapas. Hal ini sering mereka abaikan karena penyumbat kapas yang sering jatuh atau hilang. Dampak dari kebisingan ini memang tidak dirasakan secara langsung oleh pekerja, namun sebetulnya dalam jangka waktu yang lama hal ini dapat merusak gendang telinga yang menerima getaran melebihi dari batas yang seharusnya. Sehingga untuk itu perlu dirancang ulang bagaimana cara untuk mengurangi kebisingan tersebut sehingga secara jangka panjang tidak berdampak buruk terhadap operator.

Selama pengamatan rata-rata intensitas cahaya yang diterima oleh mata untuk shift siang adalah 311,202 lux dan untuk shift malam adalah 181 lux. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan cara menempatkan alat ukur disamping kepala (dekat mata) operator, dengan cara ini diharapkan sinar yang diterima oleh mata operator pada saat *welding gas* dioperasikan akan sama dengan apa yang terukur dalam *Lux Meter*. Sinar yang dihasilkan dari proses *welding* dapat merusak kornea mata yang mempunyai keterbatasan untuk menerima sinar yang lebih terang dari lingkungan sekitarnya. Sehingga dalam jangka waktu yang lama hal ini dapat mengganggu kesehatan mata operator. Selama melakukan pekerjaan *welding* tersebut para operator menggunakan kacamata las dan tameng las yang berfungsi untuk meredam atau mengurangi efek sinar yang ditimbulkan. Tameng yang

digunakan sudah standar yang mempunyai kemampuan menyerap cahaya 60-80%, namun kacamata las yang sekarang digunakan mempunyai intensitas penyerapan 20% dan 40%. Untuk itu masih dapat diusulkan untuk menggunakan kacamata yang mempunyai intensitas penyerapan yang lebih tinggi.

Kelembaban udara adalah suatu kondisi yang berbanding terbalik dengan temperatur ruangan. Suhu yang tinggi akan menimbulkan kelembaban udara yang rendah, dan sebaliknya suhu yang rendah akan menimbulkan kelembaban udara yang tinggi. Dengan ditata ulang mengenai temperatur ruangan yang dapat memberikan suhu yang optimal maka diharapkan akan berdampak pula pada kelembaban ruangan.

Dari data-data-hasil pengukuran dilakukan pengolahan regresi linier untuk mengetahui besarnya hubungan atau pengaruh dari setiap faktor terhadap beban fisiologis yang dialami oleh operator las yang diukur melalui konsumsi energi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui persamaan multiregresi yang akan digunakan untuk memperkirakan besarnya pengaruh lingkungan yang ditimbulkan dari perbaikan sistem kerja yang akan dilakukan. Ringkasan hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Nilai Hubungan Lingkungan Kerja dengan Detak Jantung

Uraian		Shift	Persamaan Regresi	Korelasi (r)
1	PENCAHAYAAN	Pagi	$Y = 91,656 + 0,003924X$	0,171
		Malam	$Y = 88,632 + 0,0179X$	0,299
2	KEBISINGAN	Pagi	$Y = 21,352 + 0,788X$	0,458
		Malam	$Y = 29,182 + 0,645X$	0,48
3	TEMPERATUR	Pagi	$Y = 14,657 + 2,355X$	0,568
		Malam	$Y = -61,190 + 4,827X$	0,661
4	KELEMBABAN	Pagi	$Y = 131,727 - 0,592X$	0,392
		Malam	$Y = 68,418 + 0,331X$	0,164
5	SEMUA FAKTOR	Pagi	$Y = 28,924 + 0,00424X_1 - 0,364X_2 + 0,609X_3 + 0,902X_4$	0,646
		Malam	$Y = -127,482 + 0,00817X_1 + 0,498X_2 + 0,298X_3 + 4,846X_4$	0,791

Keterangan: Y = Detak Jantung
 X = Faktor Lingkungan Kerja Sebagai Variabel Independen
 X₁ = Faktor Temperatur
 X₂ = Faktor Kelembaban
 X₃ = Faktor Intensitas Suara
 X₄ = Faktor Pencahayaan

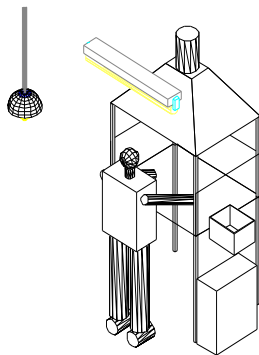
3.2 Perbaikan Lingkungan Kerja

Berdasarkan hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa aspek kebisingan dan temperature memang yang memiliki korelasi yang besar terhadap beban fisiologis pekerja, dibandingkan dengan faktor pencahayaan dan kelembaban. Seperti telah dijelaskan pada bagian sebelumnya bahwa pada lingkungan kerja yang ada saat ini masih perlu adanya

perbaikan dengan tujuan untuk meminimasi pengaruh beban fisiologi terhadap operatornya yang diukur melalui konsumsi energinya. Rancangan yang diusulkan meliputi aspek temperatur, pencahayaan, kebisingan dan kelembaban udara yang mengacu pada hasil persamaan multi regresi.

1. Pencahayaan

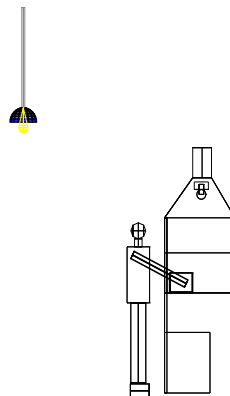
Cahaya yang keluar dari proses pengelasan yang diserap mata ternyata memberikan pengaruh yang cukup kuat. Usulan yang diberikan untuk pencahayaan adalah dengan mengganti kacamata las dengan yang menggunakan lensa lebih pekat yaitu 60% sampai 80%. Karena menggunakan kacamata yang lebih pekat maka untuk mengantisipasi benda kerja yang tidak terlihat oleh operator, penambahan cahaya lampu neon dapat diandalkan. Cahaya neon yang ada selama ini kurang berfungsi secara maksimal dikarenakan penempatan yang kurang tepat karena keterbatasan tempat Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Usulan lain yang diberikan untuk pencahayaan ini adalah dengan mengganti tutup depan *hood* (tutup meja las yang berfungsi memfokuskan asap yang keluar untuk disedot oleh fan) dengan menggunakan bahan akrilik yang tembus pandang (dapat dilihat dalam Gambar 2) atau dengan menempatkan neon dibawah *hood* (dapat dilihat dalam Gambar 3). Perlu diketahui bahwa cahaya lampu neon tidak akan mempengaruhi temperatur yang cukup signifikan sehingga tidak akan menimbulkan masalah apabila ditempatkan dibawah *hood*.



Gambar 1. Sistem Kerja Saat Ini



Gambar 2, Lampu Neon Dengan Tudung/Hood Dari Bahan Akrilik



Gambar 3, Lampu Neon di Bawah Hood

2. Kebisingan

Intensitas suara yang ada dalam perusahaan melebihi ambang batas dan mempunyai pengaruh yang cukup kuat. Pekerja yang ada selama ini relatif sedikit yang menggunakan pengendalian kebisingan, dan selama pengamatan pengendalian kebisingan hanya terbatas pada sumbat telinga menggunakan kapas. Pengendalian kebisingan bisa juga dilakukan dengan memproteksi telinga. Kalau tutup telinga dapat menurunkan kebisingan 25-40 dB, kemampuan sumbat telinga lebih kecil dan tergantung bahan yang digunakan. Sumbat karet dapat menurunkan kebisingan 18-25 dB, dan bahan *Cotton Wool* hanya menurunkan 8 dB. Kelemahan sumbat telinga adalah pada ukurannya yang kecil yang sering terlupakan oleh operator, sehingga pada usulan ini diusulkan penggunaan sumbat telinga terbuat dari karet yang bersatu (menempel) pada batang kacamata las yang bersandar pada daun telinga. Usulan ini diadopsi dari peralatan menembak yang secara efektif mengurangi pencahayaan dan mengurangi kebisingan sampai dengan 25 dB serta mengantisipasi sumbat telinga tertinggal atau tidak terbawa. Cara lain yang dapat dilakukan untuk mengurangi kebisingan tersebut adalah dengan mengganti bahan dinding ruangan dengan bahan bangunan yang dapat meredam suara. Pemasangan bahan peredam perlu memperhatikan kekuatan bahan, ongkos dan masa pakai. Salah satu medium yang paling baik dalam meredam suara adalah kayu. Kayu berserat selain harganya murah, tidak gampang rusak bahannya mudah didapatkan dimana-mana dan tidak terlalu mahal dibandingkan bahan karet atau asbes yang biasa digunakan dalam studio rekaman.

3. Kelembaban

Faktor terpenting ketiga yang harus diperhatikan adalah kelembaban. Berdasarkan persamaan regresi kelembaban akan memberikan nilai negatif (penurunan denyut jantung) pada malam hari karena udara semakin lembab dan akan memberikan nilai positif (kenaikan denyut jantung) pada siang hari dikarenakan makin siang kelembaban udara makin tipis. Pada dasarnya kelembaban ruangan pada PT. Dharma Pilometal masih dalam batas wajar dan tidak ada kondisi ekstrim yang terjadi sehingga usulan rancangan untuk kelembaban dapat mengikuti usulan rancangan temperatur.

4. Temperatur

Temperatur ruangan saat ini tergolong tinggi yang disebabkan oleh beberapa hal diantaranya : Udara kota panas, Ventilasi kurang sehingga panas tidak keluar ruangan, Asap residu hasil pengelasan yang tidak cepat tersedot/terbuang, Kekuatan fan penyedot kurang. Keempat sumber penyebab panas di atas adalah sumber yang dapat diperbaiki karena sifatnya buatan, sedangkan untuk yang sifatnya alami seperti metabolisme tubuh, warna, dan aktivitas operator sulit untuk diperbaiki karena proses alam. Melihat kondisi yang ada saat ini yaitu bangunan yang mempunyai cerobong putar hanya 12 untuk ruangan yang besar dirasa sangat kurang karena hanya didukung kekuatan fan penyedot yang kecil (8 Bar) ditambah ventilasi untuk keluar masuk udara yang sedikit. Usulan rancangan yang diberikan adalah dengan menambah cerobong putar menjadi 36 (18 tiap sisi) dengan alasan satu line produksi terbagi rata-rata 3 jalur dan masing-masing jalur mempunyai cerobong putar sehingga residu yang keluar tidak menumpuk/terkonsentrasi pada satu tempat.

4. ANALISIS

4.1 Analisis Perbaikan Stasiun Kerja

Dari usulan diatas akan dilakukan analisis perbandingan antara sistem kerja yang ada saat ini dengan usulan rancangan yang telah dibuat beserta keterangannya. Analisis tersebut dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3, Analisis Perbandingan Lingkungan Kerja Saat ini dengan Usulan Rancangan

	Keadaan Saat Ini	Usulan Rancangan
1. Pencahayaan	<p>Pencahayaan yang ada saat ini pada shift siang menghasilkan cahaya 311,202 lux dan pada shift malam 181 lux dan perkiraan cahaya yang terserap mata dengan kacamata (40%) setelah melewati tameng adalah untuk shift pagi</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 311,202- (311,202*0,6)=124,48 luks ▪ 124,48-(124,48*0.4)=74.69 luks <p>dan untuk shift malam</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 181-(181*0,6)=72.4 luks ▪ 72,4-(72,4*0.4)=43.44 luks 	<p>Usulan rancangan yang diberikan adalah dengan kacamata yang mempunyai kegelapan 60% maka cahaya yang akan diserap mata diperkirakan sebesar</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 311,202- (311,202*0,6)=124,48 luks ▪ 124,48- (124,48*0.6)=49,792 luks <p>untuk shift pagi, dan untuk shift malam</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 181-(181*0,6)=72.4 luks ▪ 72,4-(72,4*0.6)=28.96 luks
2. Kebisingan	<p>Kebisingan yang ada di perusahaan saat ini adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Perhitungan biasa untuk shift pagi 91.95 dB dan shift malam 97.2 dB ▪ Perhitungan <i>Noise Dose</i> adalah 93,3757 dB dan 96,7541 dB <p>Pengendalian kebisingan yang dilakukan oleh operator saat ini adalah tidak menggunakan alat penyumbat telinga (hanya berupa kapas).</p>	<p>Berdasarkan usulan rancangan penyumbat telinga yang bersatu dengan kacamata diperkirakan dapat mengurangi kebisingan sebesar 25 dB sehingga suara yang akan terdengar oleh telinga operator sebesar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Perhitungan biasa untuk shift pagi (91,25-25) = 66,25 dB dan shift malam (97,2-25) = 72,2 dB ▪ Perhitungan <i>Noise Dose</i> shift pagi 93,3757-25 = 68,3757 dan 71,7541 shift malam.
3. Kelembaban	<p>Pada saat ini di perusahaan memiliki kelembaban relatif 65,6% untuk shift pagi dan 70,8 % untuk shift malam. Keadaan ini cukup normal karena kelembaban ideal yang dibutuhkan dalam sebuah industri mempunyai range 20% sampai dengan 85%.</p>	<p>Usulan yang diberikan adalah dengan menambah ventilasi udara dan jumlah cerobong sedot yang menggunakan tenaga angin. Penambahan perangkat ini setidaknya akan memperlancar sirkulasi udara dalam ruangan sehingga udara dalam ruangan akan mengalami penurunan kelembaban baik siang maupun malam.</p>

<p>4. Temperatur</p>	<p>Temperatur ruangan pada departemen pengelasan adalah 33,21°C pada shift pagi dan 31,71°C untuk shift malam. Kondisi ini termasuk daerah yang kurang baik, karena kondisi normal untuk bekerja adalah 18,9°C sampai 26,1°C. Salah satu penyebabnya adalah udara yang berkumpul dan tidak tersalurkan ke pembuangan disebabkan tenaga ducting yang kurang kuat ditambah udara di dalam ruangan yang tidak bersirkulasi karena jumlah ventilasi yang kurang memadai dikarenakan fungsi bangunan yang dahulunya gudang dibuat menjadi bangunan pengelasan.</p>	<p>Usulan yang diberikan berupa peningkatan kekuatan ducting yang semula 8 bar ditingkatkan lagi menjadi > 8 bar, sehingga selain kekuatan sedot meningkat juga dapat mengurangi penumpukan residu pengelasan yang berupa asap pengelasan yang mengendap di udara. Selain itu cerobong putar yang dibuat berdasarkan jumlah line yang tersedia memperingan kerja ventilasi, selain gaya tekan udara yang disebabkan angin juga memudahkan untuk mengeluarkan residu yang terbawa oleh angin tersebut.</p>
-----------------------------	---	--

4.2 Analisis Beban Fisiologis Kerja

Untuk mengetahui apakah perbaikan lingkungan kerja tersebut dapat menurunkan beban fisiologis kerja, maka dapat dianalisis melalui detak jantung selama bekerja. Berdasarkan persamaan multiregresi yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, maka dapat dihitung besarnya detak jantung yang ditimbulkan pada keadaan lingkungan kerja sebelum perbaikan adalah :

1. Shift pagi

$$Y = 28,924 + 0,00424X_1 - 0,364X_2 + 0,609X_3 + 0,902X_4$$

$$Y = 28,924 + 0,00424 (33,21) - 0,364 (65,6) + 0,609 (91,95) + 0,902 (74.69) = 128,5 \text{ bit/min}$$

2. Shift malam

$$Y = -127,482 + 0,00817X_1 + 0,498X_2 + 0,298X_3 + 4,846X_4$$

$$Y = -127,482 + 0,00817 (31,71) + 0,489 (70.8) + 0,298(97.2) + 4,846 (43.44) = 145 \text{ bit/min}$$

Hasil detak jantung diatas sangat tinggi jauh diatas rata-rata pengukuran, hal ini disebabkan perhitungan dilakukan berdasarkan nilai rata-rata semua faktor. Pada perhitungan ideal biasanya nilai temperatur dan kelembaban berbanding terbalik, artinya apabila temperatur tinggi maka angka kelembaban rendah dan sebaliknya. Untuk itu angka diatas hanya digunakan sebagai faktor pembanding saja.

Besarnya detak jantung untuk kondisi lingkungan kerja yang telah diperbaiki dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan yang sama. Untuk memperkirakan nilai pencahayaan dan kebisingan dari sistem yang telah diperbaiki lingkungan kerjanya, dapat dilakukan melalui pendekatan analitik, sedangkan untuk temperatur ruangan dan kelembaban sulit untuk dihitung. Untuk temperatur dan kelembaban ini harus dilakukan pengukuran kembali apabila usulan diterapkan. Perubahan temperatur dan kelembaban

tergantung pada angin yang berhembus. Sirkulasi udara dan kekuatan cerobong udara akan sangat terasa jika angin yang berhembus cukup kuat sehingga udara yang tersedot oleh cerobong udara akan semakin banyak karena kekuatan putar sirip kuat. Untuk itu perhitungan detak jantung setelah lingkungan kerja diperbaiki lebih ditekankan pada aspek pencahayaan dan kebisingan. Dalam perhitungan ini diasumsikan menggunakan data temperatur dan kelembaban yang sama dengan pada kondisi sebelum perbaikan.

1. Shift pagi

$$Y = 28,924 + 0,00424X_1 - 0,364X_2 + 0,609X_3 + 0,902X_4$$

$$Y = 28,924 + 0,00424 (33,21) - 0,364 (65,6) + 0,609 (66,5) + 0,902 (49,79) \\ = 90,59 \text{ bit/min}$$

2. Shift malam

$$Y = -127,482 + 0,00817X_1 + 0,498X_2 + 0,298X_3 + 4,846X_4$$

$$Y = -127,482 + 0,00817 (31,71) + 0,489 (70,8) + 0,298(72,2) + 4,846 (28,96) \\ = 69,25 \text{ bit/min}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa lingkungan kerja dengan kondisi pencahayaan dan kebisingan yang lebih baik, mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap perubahan detak jantung.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Berdasarkan hasil perhitungan diatas kertas, dengan menggunakan pendekatan persamaan multiregresi, maka dapat diperkirakan bahwa besarnya detak jantung operator pada sistem kerja yang telah diperbaiki menunjukkan penurunan yang cukup signifikan, hal ini dapat diartikan bahwa beban fisiologis yang dialami pun akan berkurang.
2. Perkiraan denyut jantung tersebut baru menggunakan 2 aspek yang dapat diperkirakan penurunannya yaitu aspek pencahayaan dan kebisingan (aspek temperatur dan kelembaban masih menggunakan nilai yang sama dengan saat sebelum perbaikan), artinya denyut jantung akan semakin kecil apabila keempat aspek tersebut ikut diperhitungkan.
3. Perbaikan lingkungan kerja di bagian permesinan di PT. Dharma Polimetal dapat meminimasi beban fisiologis operator, sehingga operator dapat bekerja dengan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Grandjean, Entienne, *Fitting The Task To The Man*, Edisi ke-4, London :Taylor & Fancis, 1991.
- Hammer, W. dan Price, D. "*Occupational Safety Management and Engineering*", edisi ke-5. Upper Saddle river, New Jersey. Prantice Hall. 2000.
- Hunter, T.A., "*Engineering Design for Safety*", McGraw-Hill, Inc., New York, 1992.
- Sutalaksana, Iftikar Z., *Teknik Tata Cara Kerja*, ITB, Bandung, 1979.