

ANALISA BEBAN KERJA FISIK SEBAGAI DASAR PENENTUAN WAKTU ISTIRAHAT YANG OPTIMAL (Studi Kasus Di PT. X)

Rizki Nur Annisa¹ dan Tutik Farihah²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281, Telp. (0274) 519739
Email: tutik_farihah@yahoo.com

Abstract

Workload can be defined as difference between the capacity or ability and the amount of work in specified periods. This research at PT. X in the printing and lathe jobs which exposed to environmental factors to identify and evaluate the workload of employees on the job of printing and lathe based on the pulse and the optimal rest time. The method of this research is physiological approach using measurement data of pulse and physical data of respondent to calculate %CVL, energy consumption level, and optimal rest time. The results obtained that workload significant with work environment factors (independent t test) with %CVL 33.67% for lathe and for %CVL 21.21% for printing unit. Based on paired T test the significant, working pulse significantly difference with resting pulse with 35.60 beats/min working pulse for lathe and 23.95 beats/min for printing. Optimal rest time through calculation of energy consumption is 217.79 minutes for lathe unit and 98.69 minutes for printing unit.

Keywords: *working pulse, workload, CVL, noise, temperature*

PENDAHULUAN

Beban kerja dapat didefinisikan sebagai suatu perbedaan antara kapasitas atau kemampuan pekerjaan dengan tuntutan pekerjaan yang harus dihadapi. Mengingat kerja manusia bersifat mental dan fisik, maka masing-masing mempunyai tingkat pembebanan yang berbeda-beda. Tingkat pembebanan yang terlalu tinggi memungkinkan pemakaian energi yang berlebihan dan *overstress*, sebaliknya intensitas pembebanan yang terlalu rendah meungkinkan rasa bosan dan kejenuhan atau *understress*. Oleh karena itu perlu diupayakan tingkat intensitas pembebanan yang optimum yang ada di antara kedua batas ekstrim tadi dan tentunya berbeda antara individu yang satu dengan yang lainnya (Meshkati dalam Tarwaka, 2010).

Menurut Manuaba (2000) dalam Tarwaka, dkk (2004) bahwa secara umum beban kerja seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks, baik internal maupun eksternal. Faktor internal beban kerja meliputi faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, dan status gizi,) dan faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, kepuasan,). Sedangkan faktor eksternal beban kerja meliputi, tugas-tugas (kompleksitas pekerjaan, tanggung jawab dan sebagainya, organisasi kerja (waktu kerja, shift kerja, sistem kerja dan sarana kerja) dan kondisi lingkungan kerja (lingkungan kerja fisik, kimia, biologis dan psikologis).

Kondisi lingkungan kerja sangat berpengaruh terhadap kinerja seseorang baik secara langsung maupun tidak langsung (Manuaba, 2000; Astrand & Rodahl, 1997; Grantham, D. 1992). Kondisi iklimat, kebisingan, getaran, penerangan dan kualitas udara yang melebihi nilai ambang batas atau standar yang telah direkomendasikan, dapat memperlemah fungsi tubuh, menurunkan kinerja dan pada akhirnya menurunkan produktivitas kerja. Pada penelitian ini kondisi lingkungan dicermati adalah iklimat, kebisingan, penerangan.

Menurut Oesman (2010) kerja manual dan berulang-ulang pada kondisi lingkungan yang panas merupakan salah satu faktor yang berpotensi meningkatkan beban kerja fisik dan terjadinya kecelakaan kerja sehingga dapat menimbulkan penyakit akibat kerja (keluhan

muskuloskeletal dan kelelahan). Salah satu upaya perlindungan terhadap operator dari bahaya dan risiko dalam bekerja adalah dengan perbaikan kondisi kerja melalui intervensi ergonomi yang berpatokan pada prinsip *fitting the task to the man*. Agar tercipta kondisi kerja dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman dan efisien, serta tercapainya produktivitas yang setinggi-tingginya diperlukan pemanfaatan fungsional tubuh manusia secara optimal dan maksimal (Kroemer & Grandjean, 2000).

Iklim kerja merupakan salah satu unsur dari pekerjaan yang mempunyai peran penting dan tidak boleh kita acuhkan. Pekerjaan dengan suhu tinggi memerlukan penerapan teknologi baik dalam proses produksi maupun proses distribusinya, diharapkan penerapan teknologi dapat mengendalikan pemakaian energi dan energi yang terlepas. Dengan lingkungan kerja yang nyaman maka gairah kerja akan meningkat begitu juga produktivitas. Panas merupakan sumber penting dalam proses produksi maka tidak menutup kemungkinan pekerja terpapar langsung, dalam jangka waktu yang lama pekerja yang terpapar panas dapat mengalami penyakit akibat kerja yaitu menurunnya daya tahan tubuh dan berpengaruh terhadap timbulnya gangguan kesehatan sehingga berpengaruh terhadap produktivitas dan efisiensi kerja (Suma'mur, 1996).

Menurut Buchari (2007) akibat dari kebisingan dikelompokkan menjadi 2 yaitu akibat fisiologis seperti rasa tidak nyaman, sakit kepala, tekanan darah meningkat, gangguan pendengaran, bahkan hingga ketulian. Kemudian akibat psikologis seperti gangguan emosional (stress, mudah marah, bingung), gangguan gaya hidup (sulit tidur, siklus hidup tidak teratur).

Untuk mengoptimalkan kemampuan kerja, perlu diperhatikan pengeluaran energi pemulihan energi selama proses kerja berlangsung. Faktor yang mempengaruhi pemulihan energi antara lain adalah lamanya waktu istirahat, periode istirahat dan frekuensi istirahat. Untuk mengetahui tingkat kelelahan kerja akibat aktivitas fisiologis selama bekerja dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran denyut jantung, konsumsi oksigen (Molen et al., 2007) dan tekanan darah (Hsu et al., 2008; Abdelhamid & Everett, 2002).

Grandjean (1993) menjelaskan bahwa konsumsi energi istirahat tidak cukup untuk mengestimasi beban kerja fisik. Beban kerja fisik tidak hanya ditentukan oleh jumlah kJ yang dikonsumsi, tetapi juga ditentukan oleh jumlah otot yang terlibat dan beban kerja statis yang diterima serta tekanan panas dari lingkungan kerjanya yang dapat meningkatkan denyut nadi. Berdasarkan hal tersebut maka denyut nadi lebih mudah dan dapat digunakan untuk menghitung indek beban kerja. Denyut nadi mempunyai hubungan linear yang tinggi dengan asupan oksigen pada waktu kerja.

Denyut nadi kerja (nadi saat kerja fisik) yaitu denyut nadi yang diukur pada saat subjek sedang melaksanakan pekerjaan. Kecepatan denyut nadi yang terjadi saat bekerja adalah sebagai akibat dari kecepatan dari metabolisme dalam tubuh (Grandjean, 1988; Adiputra, 2002).

Penggunaan nadi kerja untuk menilai berat ringannya beban kerja mempunyai beberapa keuntungan. Selain mudah, cepat, dan murah juga tidak diperlukan alat yang mahal serta hasilnya cukup reliabel. Disamping itu tidak mengganggu proses kerja dan tidak menyakiti orang yang diperiksa. Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seiring dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisika, maupun kimiawi (Tarwaka dkk, 2004).

Cardiovascular Strain merupakan suatu estimasi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum. Klasifikasi beban kerja dapat didasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskular (*cardiovascular load = % CVL*) (Manuaba, 2000).

Manuaba & Vanwonterghem (1996) dalam Widodo (2008: 35) menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut

nadi maksimum karena beban kardiovaskular (*cardiovascular load = % CVL*) yang dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ CVL} = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi}_{\text{Max}} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}$$

Grandjean (1993) menjelaskan bahwa setiap fungsi tubuh manusia dapat dilihat sebagai keseimbangan ritmis antara kebutuhan energi (kerja) dengan penggantian kembali sejumlah energi yang telah digunakan (istirahat). Kedua proses tersebut merupakan bagian integral dari kerja otot, kerja jantung dan keseluruhan fungsi biologis tubuh. Dengan demikian jelas bahwa untuk memelihara performansi dan efisiensi kerja, waktu istirahat harus diberikan secukupnya, baik antara waktu kerja maupun di luar jam kerja (istirahat pada malam hari).

PT. X merupakan pabrik pengolahan alumunium dengan hasil produksinya berupa berbagai macam alat rumah tangga seperti, wajan, ketel, dan cetakan kue. Proses produksi diantaranya persiapan bahan baku, peleburan, pencetakan, *quality control* 1, pengikiran, bubut, *quality control* 2, polis/perakitan, packaging, dan pendistribusian. Dimana seluruh proses produksi dilakukan secara manual dengan tenaga fisik manusia. Penelitian ini difokuskan pada dua bagian pekerjaan diantaranya yaitu pencetakan dan pembubutan, Bagian pekerjaan pencetakan yaitu bagian kerja yaitu yang terpapar temperatur tinggi dan bubut yaitu bagian kerja yang terpapar kebisingan. Keduanya merupakan proses inti dari pembuatan produk alumunium. Pencetakan dan bubut merupakan dua bagian proses kerja ini yang paling memiliki resiko kerja yang tinggi terhadap kesehatan dan keselamatan karyawan. Sehingga karyawan yang bekerja harus menggunakan alat pelindung diri, namun banyak dari karyawan mengabaikan hal ini. Karyawan setiap hari nya berada pada faktor fisik lingkungan kerja yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB). Berdasarkan observasi awal yang dilakukan, temperatur dan kelembaban pada bagian kerja pencetakan berkisar antara 35⁰C – 42⁰C dan intensitas kebisingan pada bagian bubut berkisar antara 86 – 98 dB.

Bagian kerja pencetakan dan bubut memanfaatkan fisik manusia, yaitu kinerja otot serta membutuhkan tenaga yang lebih dalam proses produksinya dibanding proses pekerjaan yang lainnya. Pada kondisi nyata dari bagian pekerjaan di bagian pencetakan dan bagian bubut, karyawan dituntut harus tetap bekerja dengan baik dalam kondisi yang membutuhkan ketelitian serta kekuatan fisik yang tinggi saat melakukan kedua jenis tersebut. Dalam hal ini kerja otot atau kerja fisik merupakan pusat kegiatan, otot merupakan salah satu organ terpenting yang menjadi sebab gerakan tubuh, otot bekerja dengan jalan kontraksi dan relaksasi. Kontraksi kuat dari otot yang berlangsung lama menyebabkan keadaan yang dikenal dengan kelelahan otot yang merupakan penyebab terjadinya kelelahan kerja.

Berdasarkan kedua bagian pekerjaan tersebut, dimana beban kerja yang diberikan sama namun lingkungan kerja yang berbeda, maka dilakukan penelitian ini untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi beban kerja pada karyawan dengan mengambil data kelelahan dengan denyut nadi. Sedangkan untuk evaluasi lingkungan kerja dilakukan dengan cara pengukuran langsung terhadap kondisi lingkungan tempat kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh faktor lingkungan kerja terhadap kelelahan dengan indikasi yang digunakan denyut nadi. Dengan berdasarkan beban kerja dan lingkungan kerja tersebut, sehingga diperoleh penentuan waktu istirahat yang optimal terhadap kedua bagian pekerjaan tersebut.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Perusahaan Pengolahan Alumunium yang memproduksi beberapa macam alat kebutuhan rumah tangga yakni: wajan, ketel, panci, dll. Tahapan penelitian dilakukan melalui 3 tahapan yakni: penentuan tingkat kebisingan dan suhu lingkungan kerja operator, penentuan variabel kelelahan fisik yakni: perhitungan Denyut Nadi istirahat dan data denyut nadi kerja, menentukan % CVL, perhitungan konsumsi energi, penentuan hubungan tingkat kebisingan, suhu lingkungan terhadap variabel kelelahan fisik

dengan menggunakan uji t independen dan berpasangan dan tahapan akhir yakni penentuan rekomendasi lama waktu istirahat.

Penentuan % CVL diperoleh dari perhitungan dengan membagi selisih antara Denyut Nadi kerja dikurangi Denyut Nadi Istirahat dengan Denyut Nadi Maksimal dikurang Denyut Nadi Istirahat kemudian dikalikan 100 persen untuk meperoleh nilai presentase. Hasil perhitungan % CVL kemudian dapat digunakan untuk menentukan kategori jenis beban kerja yang diterima tenaga kerja.

Sedangkan penentuan Konsumsi Energi dan Waktu Istirahat diperoleh dari data yang dibutuhkan berupa Denyut Nadi Kerja, berat badan dan umur dengan menghitung ketiga variable tersebut menggunakan rumus ketetapan pengukuran konsumsi energi pada pria menurut Keytel et al (2005) dalam Wicaksono, 2009 :

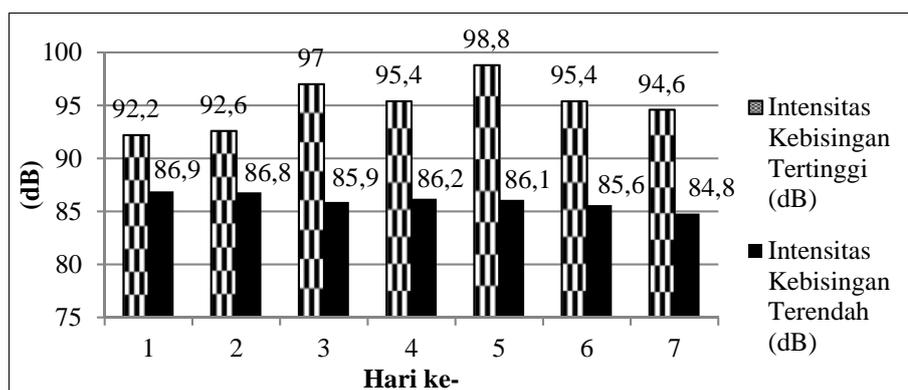
$$Eep = -55.0969 + (0.63009 \times HR) + (0.1988 \times W) + (0.2017 \times A)$$

Setelah diperoleh hasil konumsi energi yang masih dalam bentuk satuan KiloJoule/menit dikonversikan terlebih dahulu menjadi satuan KiloKal/menit. Selanjutnya hasil perhitungan konsumsi energi untuk menghitung waktu istirahat optimal karyawan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan tingkat kebisingan dan suhu lingkungan kerja

Penentuan tingkat kebisingan bagian bubut dan suhu lingkungan kerja bagian pencetakan dilakukan selama 7 hari. Sifat lain dari kebisingan pada lingkungan kerja bubut adalah kebisingan fluktuatif, yaitu kebisingan selalu berubah-ubah selama rentang waktu tertentu. Hal tersebut yang mendasari proses pengukuran kebisingan dilakukan dengan rentang waktu 1 menit. Untuk lokasi pengambilan titik, dibagi menjadi 3 titik dengan pertimbangan bentuk ruangan adalah persegi panjang dengan mesin bubut disetiap tepi ruangan tersebut. Sehingga titik dibagi menjadi ujung selatan, ujung utara, dan tengah. Hasil pengukuran tingkat kebisingan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil pengukuran kebisingan

Berdasarkan Gambar 1. mengenai data pengukuran yang dilakukan pada 3 titik, dapat dilihat bahwa tingkat kebisingan pada setiap titiknya relatif sama dan mempunyai intensitas bising yang hampir sama pula di setiap harinya. Hal itu disebabkan karena jenis mesin bubut yang dioperasikan tiap harinya sama dan jumlah yang banyak. Intensitas kebisingan pada sistem kerja pada bagian kerja proses bubut ini termasuk tinggi karena melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yaitu melebihi 85dB (A).

Kebisingan yang terjadi di bagian kerja proses bubut disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Kondisi ruang kerja dengan jarak tiap mesin bubut yang terlalu berdekatan.

2. Proses bubut oleh mesin yang banyak secara bersamaan (menghaluskan permukaan produk yang menimbulkan suara yang sangat bising)
3. Peletakan produk yang sudah dibubut dibanting, tidak ditaruh secara perlahan.

Pengukuran temperatur dan kelembaban di lakukan pada 3 titik di ruangan tersebut selama 7 hari. Untuk ketiga titik tersebut diukur pada 3 waktu yang berbeda. Ruang kerja pada bagian pekerjaan bubut dikategorikan menjadi 3 yaitu titik 1 yaitu area yang dekat dengan tungku pembakaran, titik 2 yaitu area pencetakan kering dan titik 3 yaitu area pencetakan kering. Ini yang mendasari pengambilan suhu temperatur ruangan di bagi menjadi 3 titik. Pengambilan data dilakukan selama 3 waktu yang berbeda agar mewakili suhu ruang kerja selama 8 jam. Waktu pengukuran tersebut adalah jam 10.00 yaitu ketika jam kerja masih kategori pagi, jam 13.00 yaitu ketika jam kerja setelah melakukan istirahat, dan yang terakhir adalah jam 15.00 yaitu menjelang pekerjaan selesai. Hasil pengukuran temperatur dan kelembaban di bagian pekerjaan pencetakan dapat dilihat pada Tabel 1.

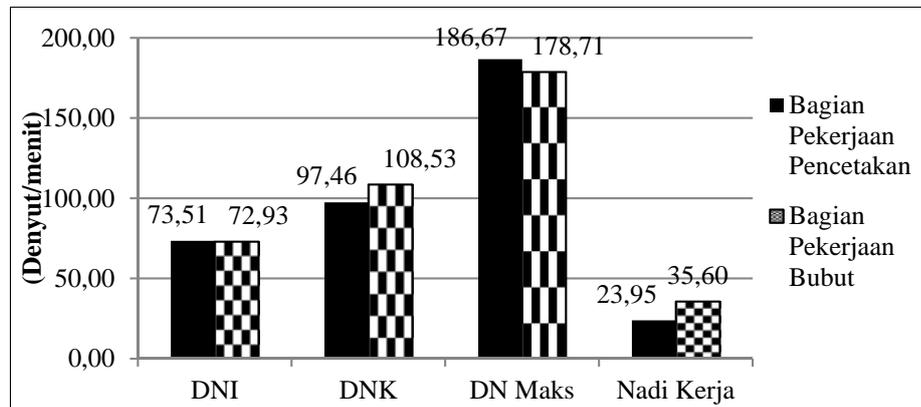
Tabel 1. Hasil Pengukuran temperatur dan kelembaban

Ukuran	Jam 10.00						Jam 13.00						Jam 15.00					
	Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 1		Titik 2		Titik 3	
	RH	Suhu	RH	Suhu	RH	Suhu	RH	Suhu	RH	Suhu	RH	Suhu	RH	Suhu	RH	Suhu	RH	Suhu
Max	52.00	43.00	46.00	39.20	49.00	37.20	51.00	43.00	43.40	41.30	47.00	39.20	50.50	42.20	47.00	39.00	49.00	37.50
Min	47.80	40.50	43.80	37.00	47.00	35.00	46.30	39.00	40.80	39.00	45.45	36.50	46.00	38.60	44.50	37.20	46.80	35.00
Mean	49.74	41.90	45.11	37.96	47.99	36.26	48.74	41.13	42.27	40.11	45.97	37.63	48.90	40.80	45.81	38.19	47.69	36.46
SD	1.49	0.94	0.83	0.68	0.70	0.78	1.56	1.30	0.93	0.82	0.83	0.93	1.69	1.26	0.84	0.70	0.86	1.00

Hasil pengukuran suhu lingkungan kerja pada bagian kerja proses bubut oleh Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Yogyakarta yaitu temperatur ruang kerja berada pada kisaran 35⁰ C hingga 43⁰ C, rentang temperatur ruang kerja pencetakan ini melebihi NAB. Berdasarkan nilai ambang batas pengendalian iklim kerja (panas) *Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor: Per.13/Men/X/2011 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisik di Tempat Kerja* dinyatakan bahwa temperatur ruang kerja yang berada pada range 31-35 °C hanya diperbolehkan pekerja melakukan suatu pekerjaan dengan beban kerja ringan dengan waktu kerja yang hanya 25%.

Penentuan Denyut Nadi Kerja dan Denyut Nadi Istirahat

Perhitungan Denyut Nadi dilakukan pada karyawan tetap pada bagian pencetakan dan pekerjaan bubut. Perhitungan dengan metode 10 denyut yang telah dilakukan untuk perhitungan beban kerja, kemudian didapatkan hasil pada Gambar 2.



Gambar 2. Perhitungan hasil perhitungan denyut nadi

Dari Gambar 2. dapat dijelaskan bahwa pada bagian pekerjaan bubut memiliki rentang yang lebih luas dibandingkan dengan bagian pencetakan. Nilai rata-rata Nadi Kerja lebih tinggi dimiliki oleh bagian pekerjaan bubut sebesar 35.60 (denyut/menit) dibandingkan rata-rata Nadi Kerja bagian pekerjaan pencetakan yang hanya 23.95 (denyut/menit). Begitu pula rata-rata tertinggi dari denyut nadi kerja (DNK) pekerja bagian bubut dengan nilai yaitu 108.53 denyut/menit dan yang tergolong beban kerja berat. Sedangkan pada bagian Pekerjaan Pencetakan rata - rata DNK adalah sebesar 97.46 denyut/menit dan tergolong beban kerja sedang.

Adapun faktor lain yang menyebabkan hasil perhitungan denyut nadi bagian pencetakan lebih rendah karena pada ruang kerja pencetakan telah diberikan perbaikan pekerjaan dengan disediakan air mineral dan keran pada sudut ruangan, sehingga sewaktu-waktu apabila karyawan merasa haus dan panas dapat minum. Ini mengakibatkan denyut kerja sebagai indikator kelelahan pada bagian kerja pencetakan lebih rendah dari pada bagian kerja bubut. Pada karyawan bagian kerja bubut banyak belum dilakukan perbaikan kerja seperti yang dilakukan pada bagian kerja bubut. Para karyawan pada bagian kerja bubut justru lebih banyak yang mengabaikan alat pelindung diri seperti *ear plug* atau penyumbat telinga berupa kapas, padahal hal ini yang justru dilakukan karyawan untuk mengurangi beban pekerjaan.

Pengujian uji t independen dan t berpasangan

Pengujian t independen untuk melakukan pembuktian secara statistik bahwa Denyut Nadi Kerja berasal dari 2 populasi yang berbeda yakni bagian pencetakan dan bagian bubut. Pengujian t independen menggunakan software SPSS 17.0 dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Independent Sample Test

Independent Samples Test						
		t-test for Equality of Means				
		t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Denyut_Nadi_Kerja	Equal variances assumed	15.41	46	0.000	11.06917	0.71832
	Equal variances not assumed	15.41	45.96	0.000	11.06917	0.71832

Berdasarkan Tabel 2. dapat dinyatakan bahwa kedua denyut nadi kerja berbeda secara signifikan yakni dengan nilai signifikansi 0.00 baik pada asumsi variansi kedua populasi sama maupun tidak. Sehingga dapat di simpulkan bahwa denyut nadi responden bagian kerja bubut dan denyut nadi responden bagian kerja pencetakan berasal dari populasi yang berbeda.

Sedangkan hasil uji t berpasangan untuk lingkungan kerja bising (bagian pembubutan) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji t berpasangan bagian bubut

Paired Samples Test – Bising								
	Paired Differences					t	Df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
DNI – DNK	-35.59879	2.6717895	0.5454	-36.72699	-34.470594	-65.274	23	0.000

Berdasarkan Tabel 3. dapat dinyatakan bahwa denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat pada bagian bubut berbeda secara signifikan dengan nilai signifikansi 0.00. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua data berbeda dan dapat dijadikan dasar perhitungan %CVL dan indikator kelelahan fisik yang lain.

Hasil uji t berpasangan untuk lingkungan panas (bagian pencetakan) dapat dilihat pada Tabel 4.

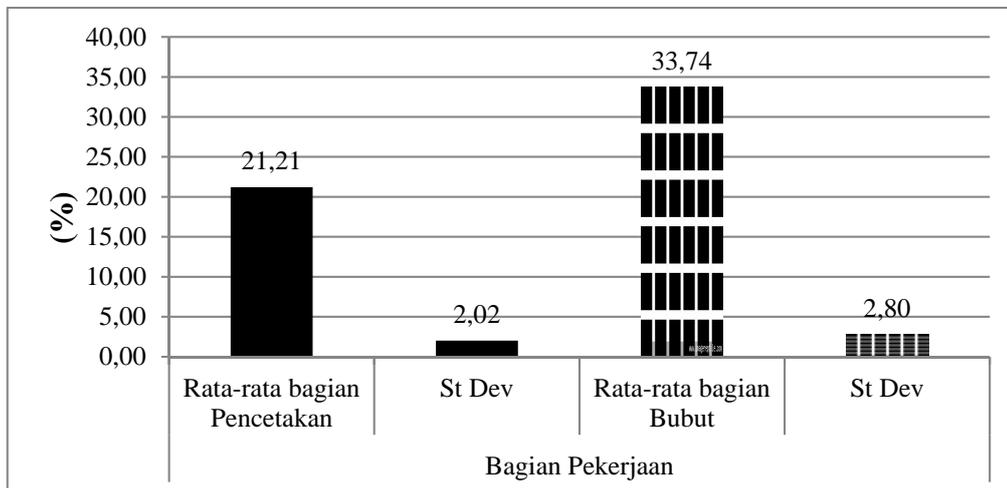
Tabel 4. Uji t berpasangan bagian pencetakan

Paired Samples Test								
	Paired Differences					T	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
DNI – DNK	-23.9528626	2.0600116	0.4205	-24.82273	-23.082996	-56.963	23	0.000

Berdasarkan Tabel 3. dapat dinyatakan bahwa denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat pada bagian bubut berbeda secara signifikan dengan nilai signifikansi 0.00. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua data berbeda dan dapat dijadikan dasar perhitungan % CVL dan indikator kelelahan fisik yang lain.

Penentuan % CVL

Penilaian beban kerja fisik yang dibedakan berdasarkan jenis faktor lingkungan kerja fisik, yaitu faktor lingkungan kebisingan pada bagian kerja bubut, dan faktor lingkungan temperatur tinggi pada bagian kerja pencetakan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan rata-rata % CVL

Berdasarkan Gambar 3. dapat dinyatakan bahwa untuk bagian kerja bubut, beban kerja dikategorikan berdasarkan hasil perhitungan % CVL berada pada rentang kategori diperlukan perbaikan yaitu sebesar 33.74 %. Bagian kerja bubut adalah bagian kerja yang terpapar intensitas kebisingan tinggi. Pekerjaan yang dilakukan pada karyawan bagian pekerjaan bubut dapat dideskripsikan bahwa karyawan harus melakukan mengangkat beban berupa produk yang akan dihaluskan dengan posisi kerja berdiri, kemudian meletakkan kembali apabila sudah selesai, begitu seterusnya satu-persatu produk. Peletakan produk yang sudah dibubut adalah dibanting, ini menambah sumber kebisingan yang dirasakan atau diterima karyawan.

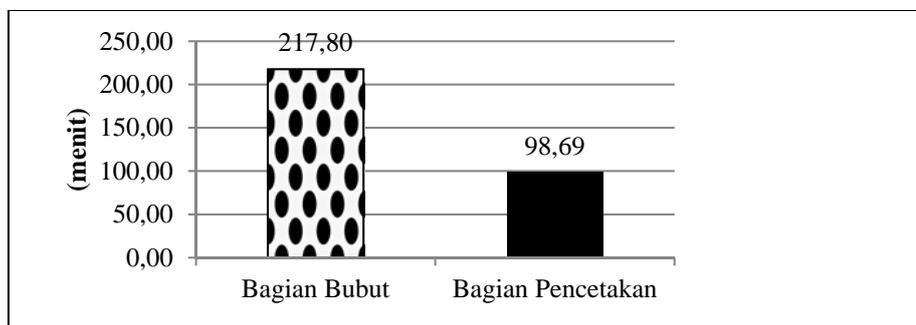
Hanya sedikit karyawan yang mau menggunakan alat pelindung diri berupa *ear plug* atau penyumbat telinga berupa kapas saat melakukan pekerjaannya, padahal dengan menggunakan alat ini dapat mengurangi tingkat intensitas kebisingan yang diterima karyawan sehingga mengurangi tingkat beban kerja.

Sedangkan hasil perhitungan beban kerja untuk bagian kerja pencetakan, beban kerja dikategorikan berdasarkan hasil perhitungan % CVL berada pada rentang kategori tidak terjadi kelelahan yaitu sebesar 23.95 %. Bagian kerja pencetakan adalah bagian kerja yang terpapar temperatur tinggi. Pekerjaan yang dilakukan pada karyawan bagian pekerjaan pencetakan dapat dideskripsikan bahwa karyawan membuat cetakan pasir basah harus membuatnya satu persatu, melakukan mengangkat dan menuangkan cairan ke cetakan dari tungku, kemudian menunggu hingga cairan yang dituangkan untuk dicetak tersebut jadi semua kegiatan pekerjaan dilakukan dengan posisi kerja. Letak ruang kerja karyawan pencetakan pasir kering letaknya lebih dekat dengan tungku dari pada karyawan pencetakan pasir basah. Pada ruang kerja pencetakan ini diletakkan persediaan air minum bagi karyawan pencetakan yang sewaktu-waktu ketika kerja merasakan haus dan dehidrasi dapat langsung minum.

Temperatur lingkungan kerja yang tinggi disebabkan karena sumber panas dari api tungku peleburan bahan baku aluminium yang sangat tinggi. Selain itu juga ruangan yang beratapkan asbes, kurangnya ventilasi udara. Kondisi ini mengakibatkan keluhan karyawan selama bekerja cepat merasa lelah, mudah haus, mudah mengantuk.

Analisis Lama Waktu Istirahat

Perbandingan waktu istirahat yang optimal bagian bubut dan bagian pencetakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan perhitungan waktu istirahat

Hasil perhitungan waktu istirahat yang optimal untuk karyawan bagian pekerjaan bubut berdasarkan nilai konsumsi energi yang dikeluarkan saat bekerja pada bagian kerja bubut adalah dengan range antara 213.05 – 219.29 menit. Dari waktu yang telah disediakan untuk istirahat oleh PT. X adalah sebesar 60 menit, maka waktu istirahat yang harus ditambahkan adalah antara 153.05 – 159.29 menit. Hal ini sesuai dengan perhitungan beban kerja fisik pada bagian kerja bubut yang diperoleh dan dikategorikan pada beban kerja berat sehingga membutuhkan waktu pemulihan waktu istirahat yang lebih lama.

Hasil perhitungan waktu istirahat yang optimal untuk karyawan bagian pekerjaan pencetakan berdasarkan nilai konsumsi energi yang dikeluarkan saat bekerja pada bagian kerja bubut adalah dengan range antara 94.22 – 97.14 menit. Dari waktu yang telah disediakan untuk istirahat oleh PT. X adalah sebesar 60 menit, maka waktu istirahat yang harus ditambahkan adalah antar 34.22 – 37.14 menit. Waktu istirahat yang harus ditambahkan pada bagian kerja pencetakan lebih pendek dari pada waktu yang harus ditambahkan untuk bagian kerja bubut. Hal ini sesuai dengan hasil perhitungan beban kerja bagian pencetakan yang diperoleh dan dikategorikan pada beban kerja ringan. Hal lain yang mempengaruhi waktu istirahat bagian kerja pencetakan lebih pendek dari pada bagian bubut

adalah bahwa pada bagian kerja pencetakan sudah dilakukan sedikit perbaikan yaitu dengan meletakkan persediaan air mineral pada sudut ruang kerja pencetakan. Jadi terhitung di sela-sela melakukan pekerjaannya, para karyawan bagian pekerjaan pencetakan telah melakukan istirahat dengan mengambil air minum.

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat pengaruh yang signifikan faktor lingkungan terhadap beban kerja karyawan sesuai dengan hasil Uji T independen antara pekerjaan bubut dan pekerjaan pencetakan dengan nilai dan Sig (2-tailed) = $0.000 < 0.05$. Untuk bagian yang terpapar kebisingan antara 85.9dB - 98.8dB yaitu bagian pekerjaan bubut nilai % CVL nya adalah 33.67% dengan standar deviasi 2.80, digolongkan pada pekerjaan yang memerlukan perbaikan. Untuk bagian yang terpapar temperature tinggi antara 35°C - 43°C dan RH 35-52 yaitu bagian pekerjaan pencetakan nilai %CVL nya adalah 21.21% dengan standar deviasi 2.02, digolongkan pada bagian pekerjaan yang tidak terjadi kelelahan
2. Terdapat pengaruh yang signifikan antara istirahat yang digunakan terhadap denyut nadi sesuai dengan hasil Uji T berpasangan pada denyut nadi bubut dan denyut nadi pencetakan yaitu nilai Sig (2-tailed) = $0.000 < 0.05$. Pengaruh waktu istirahat yang digunakan ini dapat dilihat dari selisih antara denyut nadi kerja dengan denyut nadi istirahat yaitu nilai nadi kerja pada bagian pekerjaan bubut dan pencetakan. Untuk denyut nadi kerja bagian pekerjaan bubut sebesar 35.60 denyut/ menit dan untuk denyut nadi kerja bagian pekerjaan pencetakan sebesar 23.95 denyut/menit.
3. Berdasarkan pendekatan fisiologis untuk penentuan waktu istirahat melalui perhitungan konsumsi energi yang dibutuhkan selama bekerja yang dikonversikan kedalam kebutuhan waktu istirahat menyatakan bahwa kedua bagian pekerjaan (bubut dan pencetakan) pada PT. X membutuhkan waktu tambahan istirahat. Untuk bagian pekerjaan bubut nilai $K = 7.91$ KiloKal/min, waktu istirahat yang optimal adalah 217.79 menit sedangkan waktu istirahat yang diberikan PT. X adalah 60 menit maka diperlukan tambahan waktu istirahat sebesar 157.79 menit. Untuk bagian pekerjaan pencetakan nilai $K = 5.91$ KiloKal/min, waktu istirahat yang optimal adalah 98.69 menit sedangkan waktu istirahat yang diberikan PT. X adalah 60 menit maka diperlukan tambahan waktu istirahat sebesar 38.69 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, N. 2002. *Denyut Nadi dan Kegunaannya dalam Ergonomi. Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal Of Ergonomics)*, 3: 22-26.
- Astrand, P and K. Rodahl. 1971. *Textbook of Work Physiology*. USA : Hill Book Company.
- Buchari. 2007. *Kebisingan Industri & Hearing Concevation Program*. USU Resipatory, Medan.
- Christensen, E.H. 1991. *Physiology of work. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, Third (revised) edt*. ILO, Geneva: 1698-1700.
- Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man 4th edition*. Taylor & Francis Inc. London.
- Guyton, A.C. 2008. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 9*. Jakarta: EGC.
- ILO. 1998. *Penelitian Kerja dan Pengukuran Kerja. Jakarta : Seri Manajemen Alih Bahasa J Watik Nomor 15 C Cetakan Ke 2*.

- Isnarningsih, E. 2005. *Pengaruh Intensitas Kebisingan terhadap Kelelahan Tenaga Kerja di Bagian Welding 2d dan Bagian p2 Shipping CBU di PT X Plant II Jakarta Utara*. FKM,UNS.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per.13/Men/X/2011 Tahun 2011 *tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisik di Tempat Kerja*.
- Kilbon, A. 1990. *Measurement and Assessment of Dynamic Work*. Dalam John R. Wilson dan E. Corbett Nigel (Ed.), *Evaluation of Human Work: A Practical Ergonomics Methodology*. London: Taylor & Francis.
- Krisanti, Rosy Daniar. 2011. *Hubungan Antara Tekanan Panas dengan Kelelahan Kerja pada Tenaga Kerja Bagian Produksi Di CV. Rakabu Furniture Surakarta*. FKM, UNS.
- Manuaba, A. 2000. *Penerapan Ergonomi Meningkatkan Produktivitas*. Makalah. Denpasar: Bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.
- Manuaba, A. 1998. *Bunga Rampai Ergonom I*. Udayanan University Press : Denpasar.
- Molen, V. D., Sluitera, J. K., Frings – Dresena, M. H. 2007. Behavioural Change Phases Of Different Stakeholders Involved in the Implementation Proses. *Elsevier*. 448-459.
- Muffichatum, 2006. *Hubungan antara Tekanan Panas, Denyut Nadi dan Produktivitas Kerja pada pekerja Pandai Besi Paguyuban Wesi Aji Dororejo Batang*. <http://digilib.unnes.ac.id>. Diakses pada tanggal 24 Agustus 2014.
- Niebel, Benjaminand Freivalds Andris. 1999. *Methods, Standards & WorkDesign*. McGraw-Hill Company, USA.
- Nurmianto, Eko. 2004. *Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.
- Oesman, T. 2010. *Intervensi Ergonomi Pada Proses Stamping Part Body Component Meningkatkan Kualitas Dan Kepuasan Kerja Serta Efisiensi Waktu di Divisi Stamping Plant PT ADM JAKARTA*. Jakarta.
- Perwita Sari, Ratih. 2010. *Pengaruh Intensitas Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja Pada Tenaga Kerja Bagian Screening Cv. Mekar Sari Wonosari Klaten*. FKM, UNS.
- Pulat, Mustafa B. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Prentice-Hall, Inc, New Jersey, USA.
- Purwaningsing, Ratna. 2007. *Ergonomi Industri, Buku Bahan Ajar*. Universitas Diponegoro, Prodi Teknik Industri.
- Rodahl, K. 1989. *The Physiology of Work*. Philadelphia: Taylor & Francis.
- Salim, Emil. 2002. *Green Company*. Jakarta : Astra International.
- Silaban, Gerry. 1998. *Kelelahan kerja*. *Majalah Kesehatan dan Masyarakat Indonesia*, Tahun 2006 No 10: 539 – 543.
- Soetomo, dr. 1981. *Kelelahan dalam Penerbangan*. Cermin Dunia Kedokteran,
- Suksmono. 2013. *Hubungan Intensitas Kebisingan Dan Iklim Kerja Dengan Stres Kerja Pada Pekerja Produksi PT. NBI*. Unnes Journal of Public Health.
- Suma'mur, DR. M. Sc.,. 1996. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*. Jakarta : CV Haji Masagung.
- Suma'mur P.K. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Jakarta: Sagung Seto.

- Sutalaksana, Iftika. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja. Departemen Teknik Industri ITB. Bandung.*
- Rodahl K. 1989. *Texbook of Work Physiology.* USA : Hill Book Company.
- Tarwaka. 2010. *Ergonomi Industri Dasar-Daar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja.* Surakarta : Harapan Press.
- Tarwaka, dkk. 2004. *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas.* Surakarta : Uniba Press.
- Yanto, Hendri. 2012. *Penentuan Lama Waktu Istirahat Berdasarkan Beban Kerja Dengan Pendekatan Fisiologis.* Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri. Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, Riau.
- Wicaksono, Yosep Budi. 2009. *Analisis Pengaruh Frekuensi Istirahat terhadap Tingkat Kelelahan dengan Parameter Waktu Reaksi Sederhana dan Short Term Memory.* Skripsi, Teknik Industri, Universitas Gadjah Mada.
- Widodo,S. 2008. *Penentuan Lama Waktu Istirahat Berdasarkan Beban Kerja Dengan Pendekatan Fisiologis.* Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Wignjosoebroto, S. 2000. *Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja.* Surabaya : Guna Widya.

