

PENGARUH BEBAN KERJA DAN FAKTOR LINGKUNGAN FISIK TERHADAP TEKANAN DARAH DAN DENYUT NADI PEKERJA BAGIAN ARC FURNACE DAN ROLLING MILL PT INTI GENERAL YAJA STEEL SEMARANG

Ulfa Nurullita¹

ABSTRACT

Background: The optimal work efficiency can be achieved if there is a beneficial balance of workload, added workload caused by work environment, and work capacity. One of the factors of added workload caused by work environment is physical factor, such as air temperature, lighting, dampness, air rapidity, noise, mechanical vibration, radiation and air pressure. Metal foundry industry is closely related to dominant physical environment factor, such as heat pressure, noise, and lighting. Those factors affect on one's physical performance especially workers' blood pressure and pulse. **Objective** of this research is to analyze the effect of workload and physical environment factor on workers' blood pressure, pulse, as well as fatigue level in Arc Furnace and Rolling Mill department, PT Inti General Yaja Steel Semarang. Method used in this research is the quasi experiment with one group pre and post test design. Research samples are 47 people who are selected by inclusion criteria. Heat pressure and noise are measured in the middle of first office hours at 10 a.m. approximately, while blood pressure and pulse are measured before and after working in the first office hours or at break hours. **Result** of this research shows that blood pressure in average before working is (systole=119,7 mmHg, diastole= 84 mmHg), higher than after working (systole=107,2 mmHg, diastole= 78,9 mmHg). The average of pulse before working is (81,5 times/minute), lower than after working (87,5 times/minute). It can be **concluded** that there is difference of blood pressure before working and after working (systole; p- Wilcoxon Sign Ranks = 0,001, diastole; p- Wilcoxon Sign Ranks, = 0,003). There is difference of pulse before working and after working (p-paired t test= 0,001). Workers' blood pressure is degrading, while their pulse is rising, this is due to the fact that workers have already dealt with workload, heat pressure and noise in work environment.

Keywords: blood pressure, pulse, physical environment

ABSTRAK

Latar belakang: Efisiensi kerja yang optimal dapat tercapai dengan adanya keseimbangan yang menguntungkan dari faktor beban kerja, beban tambahan akibat lingkungan kerja dan kapasitas kerja. Salah satu faktor beban tambahan akibat lingkungan kerja adalah faktor fisik yang berupa suhu udara, penerangan, kelembaban, cepat rambat udara, kebisingan, vibrasi mekanis, radiasi, tekanan udara. Industri pengecoran logam mempunyai faktor lingkungan fisik yang dominan berupa tekanan panas, kebisingan dan pencahayaan. **Tujuan:** menganalisis pengaruh beban kerja, tekanan panas dan kebisingan terhadap tekanan darah dan denyut nadi pekerja industri pengecoran logam. **Metode:** penelitian ini termasuk penelitian eksperimen semu dengan rancangan one group pre and post tes). Sampel penelitian sebanyak 47 orang yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi. Pengukuran tekanan panas dan kebisingan dilakukan pada pertengahan jam kerja pertama (yaitu sekitar pukul 10 WIB), sedangkan pengukuran tekanan darah dan denyut nadi dilakukan sebelum bekerja dan sesudah bekerja jam kerja pertama (saat istirahat). **Hasil :** Rerata tekanan darah sebelum bekerja (sistole=119,7 mmHg, diastole= 84 mmHg) lebih tinggi dibandingkan sesudah bekerja (sistole=107,2 mmHg, diastole= 78,9 mmHg). Rerata denyut nadi sebelum bekerja (81,5 kali/menit) lebih rendah dibandingkan sesudah bekerja 87,5 kali/menit. **Simpulan:** ada perbedaan tekanan darah sistole dan diastole pekerja bagian Arc Furnace dan Rolling Mill antara sebelum bekerja dan sesudah bekerja (p= 0,001 dan 0,003). Ada perbedaan denyut nadi pekerja bagian Arc Furnace dan Rolling Mill antara sebelum bekerja dan sesudah bekerja (p= 0,001). Tekanan darah mengalami penurunan sedangkan denyut nadi mengalami peningkatan setelah pekerja terpapar beban kerja dan lingkungan kerja baik tekanan panas maupun kebisingan

Kata kunci: tekanan darah, denyut nadi, faktor lingkungan fisik, beban kerja

¹ Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang

PENDAHULUAN

Efisiensi kerja yang optimal dan sebaik-baiknya bagi tenaga kerja dapat tercapai dengan adanya keseimbangan yang menguntungkan dari faktor beban kerja, beban tambahan akibat lingkungan kerja dan kapasitas kerja. Terdapat lima faktor beban tambahan akibat lingkungan kerja yang meliputi faktor fisik, faktor kimia, faktor biologi, faktor fisiologi, dan faktor mental psikologis.¹

PT Inti General Yaja Steel Semarang merupakan salah satu industri pengecoran logam yang memproduksi besi beton dan besi siku. Pada industri pengecoran logam, faktor lingkungan fisik yang dominan adalah tekanan panas, kebisingan dan pencahayaan. Suhu yang tinggi mengakibatkan *heat cramps*, *heat exhaustion*, dan *heat stroke* yang ditandai dengan keluarnya keringat sangat banyak pada pekerja, tekanan darah menurun, denyut nadi lebih cepat, terasa lemah bahkan dapat pingsan². Kebisingan mempunyai peran sebaliknya terhadap tekanan darah yaitu memacu peningkatan tekanan darah dan denyut nadi³, sedangkan pencahayaan tidak berperan penting pada tekanan darah pekerja.

Berdasarkan sistem kerja di ketiga bagian produksi tersebut beban kerja termasuk dalam beban kerja berat yang membutuhkan kalori 390 kilo kalori/jam. Menurut SNI 16-7063 tahun 2004 untuk beban kerja berat nilai ambang batas iklim kerja dengan Indeks Suhu Basah dan Bola tidak diperkenankan melebihi 25,0°C.⁴ Untuk itu perlu diteliti pengaruh beban kerja dan faktor lingkungan fisik terhadap tekanan darah dan denyut nadi pekerja di industri pengecoran logam.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen semu. Rancangan yang digunakan adalah rancangan sebelum dan sesudah intervensi menggunakan satu kelompok (*one group pre and post test design*).⁵ Sampel penelitian sebanyak 47 orang dengan kriteria inklusi usia maksimal 40 tahun, jenis kelamin laki-laki, lama kerja 8jam/hari, masa kerja lebih dari 1 minggu, tidak mempunyai gangguan jantung, ginjal, diabetes mellitus, hipertensi, hipotensi, anemia dan asma, tidak mempunyai kebiasaan minum alkohol, dan olah raga. Sampel ini dipilih di bagian produksi yang meliputi bagian *Arc Furnace* dan *Rolling Mill*.

Pengukuran tekanan panas dan kebisingan dilakukan pada pertengahan jam kerja pertama (yaitu sekitar pukul 10 pagi), sedangkan pengukuran tekanan darah dan denyut nadi dilakukan sebelum bekerja dan sesudah bekerja yaitu antara 5 sampai 10 menit setelah bekerja 4 jam (saat istirahat). Tekanan panas diukur dengan *Questemp 10*, kebisingan diukur dengan sound level meter, tekanan darah diukur dengan tensimeter sedangkan denyut nadi diukur secara manual dengan stopwatch untuk mengukur waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Lingkungan Fisik

Tabel 1. Tekanan Panas dan Kebisingan Ruang *Arc Furnace* dan *Rolling Mill* PT Inti General Yaja Steel Semarang

No.	Bagian	Tekanan Panas Dalam ISBB (°C)	Kebisingan (dBA)
1	<i>Arc Furnace</i> I	33,05	92,5
2	<i>Arc Furnace</i> II	32,48	100,7
3	<i>Arc Furnace</i> III	32,36	100,4
4	<i>Rolling Mill</i> II	31,52	87,5
5	<i>Rolling Mill</i> III	32,20	89,3

Hasil pengukuran tekanan panas di ketiga lokasi kerja menunjukkan variasi tekanan panas berkisar antara 31,52°C sampai 33,05°C dengan rerata 32,32°C. Berdasarkan batasan SNI tahun 2004 untuk beban kerja berat, ISBB tidak melebihi 25°C, sehingga ketiga bagian lokasi kerja di tempat penelitian melebihi nilai ambang batas. Kebisingan terendah ada di bagian *Rolling Mill II* dengan nilai 87,5 (dengan range 86,4 – 88,6 dBA), nilai tertinggi ada di bagian *Arc Furnace* yang diukur pada hari kedua yaitu 100,7 (dengan range 94,3-105,2 dBA). Berdasarkan batasan SNI tahun 2004, dari data di atas semua lokasi kerja sudah melebihi nilai ambang batas yaitu 85 dBA.

Ventilasi

Bangunan bagian *Arc Furnace*, *Rolling Mill II* dan *Rolling Mill III* semuanya ber dinding seng gelombang. Atap dan tiang penyangga dibuat dari baja. Hasil pengukuran luas bangunan dan ventilasi ketiga bagian tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Luas Bangunan dan Ventilasi Lingkungan Kerja

Bagian	Luas Ruangan (m ²)	Ketinggian Ruangan (m)	Luas Ventilasi (m ²)
<i>Arc Furnace</i>	14.080	36	126.732
<i>Rolling Mill II</i>	11.980,8	24	107.827,2
<i>Rolling Mill III</i>	11.440	24	102.960

Dinding dan atap berbahan seng dan baja yang merupakan logam sehingga bersifat menghantarkan panas. Bentuk bangunan ketiga lokasi kerja adalah sama berupa ruang segi empat, di mana 12 m dinding bagian bawah dibuat terbuka semua sehingga merupakan ventilasi ruangan tersebut. Di sisi lain lubang ventilasi yang besar ini juga memberikan kesempatan masuknya sebagian sinar matahari ke dalam ruang kerja.

Di bagian atap *Arc Furnace* khususnya di atas tungku peleburan dibuat tambahan lubang ventilasi yang berjumlah 5 buah. Masing-masing di depan tungku peleburan di ketiga bagian di atas disediakan van dengan diameter 75 cm masing-masing ada 1 (satu) buah. Van ini diarahkan ke ruang gerak petugas yang ada di depan tungku peleburan untuk menggerakkan udara sekitar. Khusus di *Arc Furnace* disediakan alat penghisap debu yang diletakkan di atas tungku peleburan.

Tekanan Darah Sistole dan Diastole

Tabel 3. Tekanan Darah Sistole dan Diastole Pekerja Sebelum dan Sesudah Bekerja

Variabel	Sebelum Bekerja (mmHg)				Sesudah Bekerja (mmHg)			
	Min	Maks	Rerata	SD	Min	Maks	Rerata	SD
Tekanan darah sistole	100	150	119,7	10,39	90	140	107,2	9,43
Tekanan darah diastole	70	100	84	9,25	70	110	78,9	9,15

Nilai rata-rata tekanan darah sebelum bekerja lebih tinggi dibanding sesudah bekerja, artinya tekanan darah mengalami penurunan setelah pekerja terpapar beban kerja dan lingkungan kerja baik tekanan panas maupun kebisingan. Uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* didapatkan nilai p untuk tekanan sistole sebesar 0,001 dan tekanan diastole 0,003. Disimpulkan ada perbedaan tekanan darah sistole dan diastole pekerja bagian *Arc Furnace* dan *Rolling Mill* antara sebelum bekerja dan sesudah bekerja. Dari nilai rerata ternyata tekanan darah sebelum bekerja (sistole=119,7 mmHg, diastole= 84 mmHg) lebih tinggi dibandingkan sesudah bekerja (sistole=107,2 mmHg, diastole= 78,9 mmHg).

Di samping adanya faktor beban kerja faktor lingkungan kerja juga berperan dalam perubahan tekanan darah. Faktor lingkungan kerja yang berpengaruh terhadap tekanan darah adalah tekanan panas dan kebisingan. Pekerjaan di *Arc Furnace* maupun *Rolling Mill* II dan III, semua terpajan panas dan kebisingan yang melebihi nilai ambang batas. Tubuh melepas panas melalui metabolisme nutrien dan kontraksi otot. Metabolisme nutrien terus berlangsung bahkan saat tidur. Saat ada kegiatan fisik kecepatan metabolisme meningkat untuk mensuplai bahan bakar bagi kebutuhan kontraksi otot yang meningkat. Oleh sebab itu saat beraktivitas suhu tubuh meningkat. Pada penelitian ini, suhu tubuh meningkat karena aktivitas kerja ditambah dengan pajanan panas dari lingkungan kerja yang tinggi. Selama ada pajanan panas yang tinggi, suhu tubuh sebagian besar meningkat. Peningkatan panas diatur tubuh dengan mengalirkan darah untuk membawa panas ke kulit di mana keringat dikeluarkan. Untuk itu terjadi vasodilatasi (pelebaran) pembuluh darah. Akibat pelebaran pembuluh darah maka tekanan darah akan menurun.^{6,7}

Hasil penelitian ini seperti hasil penelitian yang dilakukan Li Lung St (2003) di mana studi pada kelompok peleburan elektrik (ER) dan kelompok pencetakan (CC) terhadap 55 pria. Indeks ISBB kelompok ER adalah 30-33,2°C, kelompok CC adalah 25,4-28,7°C. Tekanan sistole kelompok ER sebelum bekerja 129,1±11,4 mmHg, setelah bekerja 126,1±12,1 mmHg. Pada kelompok CC sebelum bekerja 132,5±11,4 mmHg, setelah bekerja 130,6±11,2 mmHg.⁸

Kebisingan bisa direspon oleh otak yang merasakan pengalaman ini sebagai ancaman atau stress, yang kemudian dihubungkan dengan pengeluaran hormon stress seperti epinephrine dan cortisol. Stress akan mempengaruhi sistem saraf yang kemudian berpengaruh pada denyut jantung, akan berakibat perubahan tekanan darah. Stress yang berulang-ulang bisa menjadikan perubahan tekanan darah menetap. Kenaikan tekanan darah yang terus menerus akan berakibat pada hipertensi dan penyakit-penyakit lainnya.⁹

Dalam hal ini kebisingan menjadi faktor yang justru meningkatkan tekanan darah berlawanan dengan tekanan panas. Tetapi bila dilihat nilai rerata tekanan darah dalam penelitian ini, ternyata nilai rerata sesudah bekerja (sistole= 107,2 mmHg, diastole=78,9 mmHg) lebih rendah dibandingkan sebelum bekerja (sistole=119,7 mmHg, diastole=84 mmHg) hal ini menunjukkan tekanan panas lebih dominan perannya dibanding kebisingan.

Denyut Nadi

Tabel 4. Denyut Nadi Pekerja Sebelum dan Sesudah Bekerja

Variabel	Sebelum Bekerja				Sesudah Bekerja			
	Min	Maks	Rerata	SD	Min	Maks	Rerata	SD
Denyut nadi	56	100	81,5	10,54	60	108	87,5	9,96

Perbedaan rerata denyut nadi antara sebelum dan sesudah bekerja adalah -6,04 dengan standar deviasi 8,73. Nilai p uji paired t-test sebesar 0,001, disimpulkan ada perbedaan denyut nadi pekerja bagian *Arc Furnace* dan *Rolling Mill* antara sebelum bekerja dan sesudah bekerja. Berdasarkan perbedaan nilai rerata sebelum dan sesudah bekerja ternyata denyut nadi sebelum bekerja lebih rendah dibandingkan sesudah bekerja, ditunjukkan dengan nilai negatif (-6,04).

Pada saat tubuh terpajan panas maka tubuh berusaha memindahkan panas ke kulit dengan cara meningkatkan darah ke permukaan kulit melalui vasodilatasi. Kondisi ini mendorong peningkatan jumlah darah untuk dibawa ke otot. Untuk kegiatan ini maka jantung memompa lebih cepat yang ditunjukkan dengan peningkatan denyut nadi. Denyut nadi merupakan respon sistem kardiovaskuler untuk pengaliran darah yang dibutuhkan tubuh dan ini merupakan indikator sensitif

dari tekanan fisiologi terhadap tekanan panas. Peningkatan rata-rata ini bervariasi, orang dengan kondisi fisik yang baik terjadi peningkatan yang kecil. Rata-rata 180-200 kali/menit merupakan angka maksimal pada usia dewasa.^{6,7}

Saat tenaga kerja bekerja (menerima beban kerja) dan berada di bawah pengaruh lingkungan kerja panas, maka kecepatan berkeringat menjadi maksimum. Dengan kondisi ini tubuh akan banyak mengalami kehilangan garam-garam mineral, sehingga tubuh mengalami dehidrasi. Secara fisiologis mekanisme terjadinya dehidrasi diawali dengan pengeluaran keringat untuk mendinginkan tubuh. Dalam keadaan dehidrasi, akan diikuti peningkatan suhu tubuh. Suhu tubuh yang meningkat akan mengakibatkan meningkatnya denyut nadi.^{6,7} Faktor kebisingan mendorong adanya rasa tidak nyaman atau stress.¹⁰ Kondisi ini juga memacu denyut nadi meningkat sehingga perannya sama seperti tekanan panas.

Pajanan panas dari tungku pembakaran yang tinggi didukung dengan kondisi bangunan yang tidak memenuhi syarat yaitu dinding dan atap terbuat dari bahan logam yang bersifat sebagai konduktor. Meskipun luas ventilasi sudah lebih dari cukup (10% dari luas bangunan), tetapi belum mampu mengurangi jumlah tekanan panas dalam ruang kerja karena posisi di beberapa sisi ruangan sama tinggi sehingga tidak mampu mengalirkan panas ke luar ruangan.

KESIMPULAN

- Rerata tekanan darah sistole sebelum bekerja 119,7 mmHg, sesudah bekerja 107,2 mmHg. Ada perbedaan tekanan darah sistole pekerja bagian *Arc Furnace* dan *Rolling Mill* antara sebelum bekerja dan sesudah bekerja dengan nilai $p=0,001$.
- Rerata tekanan darah diastole sebelum bekerja 84 mmHg, sesudah bekerja 78,9 mmHg, Ada perbedaan tekanan darah diastole pekerja bagian *Arc Furnace* dan *Rolling Mill* antara sebelum bekerja dan sesudah bekerja dengan nilai $p=0,003$.
- Rerata tekanan darah sistole dan diastole sebelum bekerja lebih tinggi dibanding sesudah bekerja.
- Rerata denyut nadi sebelum bekerja 81,5 kali/menit, sesudah bekerja 87,5 kali/menit, Ada perbedaan denyut nadi pekerja bagian *Arc Furnace* dan *Rolling Mill* antara sebelum bekerja dan sesudah bekerja dengan nilai $p=0,001$. Rerata denyut nadi sebelum bekerja lebih rendah dibanding sesudah bekerja.

SARAN

- Perlu diupayakan pengubahan penempatan ventilasi pada dua pihak dinding yang berhadapan dengan ketinggian yang tidak sama, sehingga arus dapat mengalir melintang seluruh ruangan.
- Dinding dan atap yang terbuat dari seng mampu menyerap 64-92% panas yang diradiasikan maka untuk mengurangi penyerapan panas dapat dilakukan dengan mengecat permukaan dinding dengan warna putih. Pengecatan warna putih hanya menyerap 10-30% panas radiasi.
- Untuk peneliti selanjutnya perlu dibandingkan antara lokasi kerja yang mempunyai cukup variasi tekanan panas agar dapat dilihat besar pengaruh tekanan panas terhadap tekanan darah, denyut nadi dan tingkat kelelahan pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

1. [Http://www.nnnakertrans.go.id/KHIPERKES/menado.php](http://www.nnnakertrans.go.id/KHIPERKES/menado.php), K3, Modal Utama Kesejahteraan Buruh, 29 Mei 2006
2. Suma'mur, PK, *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, CV Haji Masagung, Jakarta, 1991.
3. [Http://www.hseclubindonesia.wordpress.com/200/6/10/13/kebisingan](http://www.hseclubindonesia.wordpress.com/200/6/10/13/kebisingan), Kebisingan Serta Pengaruhnya Terhadap Kesehatan dan Lingkungan, 14 November 2006

4. Badan Standardisasi Nasional, Standar Nasional Indonesia No 16-7063-2004, Nilai Ambang Batas Iklim Kerja (panas), Kebisingan, Getaran Tangan-Lengan dan Radiasi Sinar Ultra Ungu di Tempat Kerja.
5. Sudigdo Sastroasmoro dan Sofyan Ismael. Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis. Binarupa Aksara. Jakarta.1995
6. Sudigdo Sastroasmoro dan Sofyan Ismael. Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis. Binarupa Aksara. Jakarta.1995
7. [Http://medical.smis.doi.gov/HEAT.html](http://medical.smis.doi.gov/HEAT.html), Heat Stress, 23 Juni 2006
8. [Http://www.Entrez/Pubmed.htm](http://www.Entrez/Pubmed.htm). Heat Stress Evaluation and Worker Fatigue in a Steel Plant. 11 Oktober 2006.
9. [Http://www.hc.sc.gc.ca](http://www.hc.sc.gc.ca), Bly, S., Vlahovich, B.,Mclean,J.,Cakmak,S., Noise, Stress and Cardiovasculer Disease, Health Canada, Canada, 12 Desember 2006
10. Dwi P Sasongko, Agus Hadiyanto, Sudharto P Hadi, Nasio Asmorohadi, Agus Subagyo. Kebisingan Lingkungan. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2000.