

# Perbedaan Tekanan Darah Sebelum dan Sesudah Paparan *Heat Stress* pada Pekerja Perusahaan Industri Aluminium Yogyakarta

Zuhdan Marwanto<sup>1</sup>, Erlina Marfianti<sup>2</sup>

Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia,  
Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia  
erlina\_marf@yahoo.com

## Abstract

One source of danger in workplace is heat stress. Heat stress can cause changes in the cardiovascular system. The workload of heart will increase to regulate body temperature when body temperature rises due to exposure to heat stress. The objectives of this study were to find out the differences of blood pressure before and after exposure to heat stress on workers of Industrial Company Aluminium Yogyakarta. This study uses observational analytic method with cross sectional approach. The sample in this study that meets inclusion criteria is 25 people from two Industrial company Aluminium Yogyakarta (TS and ED). Data is collected by interview using a questionnaire to determine the characteristics of the respondents and measurements of heat stress, blood pressure in supine and standing position and axillary temperature. The statistical test performed using Wilcoxon match pair test with computer program.

The average of heat stress in production section of Industrial Company TS Aluminium is 31.7 °C and ED Aluminium 32.6 °C. The average body temperature increased by 0.8 °C after exposure to heat stress ( $P < 0,001$ ). Systolic and diastolic blood pressure in supine and standing position decreased significantly after exposure to heat stress. Heat stress decreased systolic in supine ( $P < 0,001$ ) and standing ( $P < 0,001$ ) likewise diastolic in supine ( $P < 0,001$ ) and standing ( $P < 0,001$ ). Difference in systolic and diastolic blood pressure when changing body position prior heat stress compared to after heat stress no significant changes. Difference in systolic ( $P = 0.093$ ) and difference in diastolic ( $P = 0.379$ ). Based on this research, it can be concluded that there is significant differences in blood pressure before and after exposure to heat stress on workers of Industrial Company Aluminium Yogyakarta.

**Keywords:** Heat stress, blood pressure, body temperature.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara besar di dunia, dengan jumlah penduduk yang kurang lebih 234 juta jiwa. Sekitar 65% penduduk Indonesia berada pada usia kerja, dengan 30% bekerja di sektor formal dan 70% di sektor informal. Dengan banyaknya penduduk yang berada pada usia kerja ini, maka kesehatan dan keselamatan kerja menjadi sangatlah penting untuk diperhatikan<sup>1</sup>.

Sumber bahaya yang sering ditemukan di tempat kerja sangat beragam, salah satunya adalah bahaya kondisi fisik berupa iklim kerja yang panas (*heat stress*). Indonesia memiliki iklim tropis dengan suhu dan kelembaban yang tinggi, kondisi ini menjadi perhatian karena iklim yang panas dapat mempengaruhi kesehatan pekerja. Karena iklim kerja merupakan beban bagi tubuh ditambah lagi pekerja harus mengerjakan pekerjaan fisik yang berat, maka keadaan ini dapat memperburuk kesehatan dan stamina pekerja<sup>2</sup>. Seberapapun kecilnya kasus

kecelakaan dan penyakit akibat kerja akan merugikan semua pihak yang akhirnya akan menurunkan produktivitas perusahaan dan tingkat kesejahteraan<sup>3</sup>.

*Heat stress* adalah batasan tubuh menerima beban panas dari kombinasi tubuh yang menghasilkan panas saat melakukan pekerjaan dan faktor lingkungan (seperti temperatur udara, kelembaban, pergerakan udara, dan radiasi perpindahan panas) serta pakaian yang digunakan<sup>4</sup>. Suhu tubuh manusia secara normal akan dipertahankan pada suhu diantara 36 °C dan 38 °C. Ketika tubuh berada pada lingkungan dengan suhu yang panas, maka suhu tubuh akan mengalami peningkatan dan sistem thermostat menjaga suhu tubuh pada keadaan normal dengan tubuh bereaksi untuk menghilangkan kelebihan panas. Jika panas dalam tubuh lebih cepat dari pada proses hilangnya kelebihan panas, maka seseorang tersebut mengalami *heat stress*<sup>5</sup>.

Ketika bekerja di tempat dengan iklim kerja yang panas, suhu tubuh dapat mengalami pertukaran dengan lingkungan, artinya panas tubuh dapat hilang atau berkurang akibat lingkungan yang lebih dingin. Begitu juga sebaliknya, lingkungan yang panas dapat mempengaruhi suhu tubuh manusia. Panas akan dipindahkan ke kulit melalui darah yang melewati pembuluh darah kulit, kemudian dari kulit akan ditransfer ke lingkungan eksternal melalui konduksi, konveksi, radiasi dan evaporasi<sup>6</sup>.

*Heat stress* dapat menyebabkan perubahan mekanis dan fungsi jantung pada tubuh. Beban sirkulasi darah akan meningkat yang menyebabkan perubahan hemodinamik dalam sirkulasi darah<sup>7</sup>. Apabila suhu tubuh meningkat melebihi rentang nilai normal maka pembuluh darah kulit akan mengalami vasodilatasi untuk membuang panas dalam tubuh. Hal ini disebabkan oleh hambatan pusat simpatis di hipotalamus posterior yang menyebabkan vasokonstriksi<sup>8</sup>.

Tekanan panas dapat menyebabkan gangguan toleransi ortostatik dibandingkan dengan keadaan normotermia. Meskipun berkurangnya toleransi ortostatik belum jelas mungkin berhubungan dengan faktor-faktor yang langsung maupun tidak langsung mempengaruhi tekanan perfusi otak, aliran darah otak dan oksigenasinya sehingga tekanan panas dapat menurunkan kecepatan aliran darah serebral yang berkontribusi terhadap intoleransi ortostatik<sup>9</sup>.

Pada manusia di bumi, sirkulasi darah melawan gaya gravitasi. Gravitasi mempengaruhi distribusi cairan. Pada saat berdiri, volume darah bergeser menuju pembuluh darah splanknikus, panggul dan kaki. Akan tetapi sistem saraf otonom akan menjaga agar tekanan darah tetap terjaga pada saat perubahan posisi sehingga mencegah penurunan lebih lanjut dalam pengembalian darah vena ke jantung<sup>10</sup>. Komponen primer dalam regulasi tekanan darah selama keadaan

ortostatik/berdiri tegak adalah meningkatkan tahanan vaskular. Tahanan vaskuler dapat meningkat melalui beberapa cara seperti peningkatan saraf simpatik eferen dan mekanisme lokal seperti respon venoarteriolar. Vasokonstriksi pembuluh darah dibangkitkan melalui respon venoarteriolar ketika tekanan vena transmural meningkat pada kulit, subkulit dan sistem vaskular otot. Pada uji pembebanan panas seluruh tubuh dapat melemahkan respon venoarteriolar yang akan memberikan kontribusi terhadap penurunan kontrol tekanan darah dan mengurangi toleransi ortostatik<sup>11</sup>.

Seorang karyawan dapat bekerja secara efisien dan produktif bila lingkungan kerja nyaman. Para pekerja yang bekerja dalam lingkungan panas akan mengalami gejala klinis secara subjektif yakni kelelahan, dengan gejala kelelahan yang meningkat sesuai dengan tingkat paparan panas<sup>12</sup>. Selain itu dapat menyebabkan cedera secara serius seperti: *heat stroke*, *heat cramp*, *heat exhaustion*, dan *heat rash*<sup>13</sup>. Lingkungan yang sangat panas dapat mengarahkan ke berbagai kondisi yang serius dan mungkin fatal<sup>4</sup>. Kondisi ini tergantung dari sensitivitas tubuh terhadap panas yang dipengaruhi oleh usia, aklimatisasi, kesehatan dan konsumsi alkohol serta obat-obatan<sup>14</sup>. Dari uraian di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui perbedaan tekanan darah sebelum dan sesudah paparan tekanan panas (*heat stress*) pada pekerja Perusahaan Industri Aluminium Yogyakarta.

## II. METODE DAN CARA

Penelitian menggunakan metode observasional analitik dengan desain *cross-sectional*. Penelitian dilakukan di dua Perusahaan Industri yaitu TS Aluminium dan ED Aluminium Yogyakarta. Waktu penelitian dimulai dari tanggal 12 Juli sampai dengan 29 Juli 2011. Populasi adalah seluruh pekerja pada bagian tungku peleburan aluminium di Perusahaan Industri TS dan ED Aluminium. Sampel adalah sebagian pekerja pada bagian

tungku peleburan yang mewakili seluruh populasi. Kriteria inklusi subyek penelitian: Pekerja berusia 20 – 55 tahun, terpapar tekanan panas saat bekerja di atas nilai ambang batas (NAB) dan terpapar minimal selama atau lebih dari 4 jam, masa kerja minimal 1 bulan, kondisi tubuh sehat. Kriteria eksklusi diketahui: mengkonsumsi alkohol, menggunakan obat tertentu yang dapat mengganggu pengaturan suhu dan tekanan darah, seperti obat antipiretik, obat penenang, *antidepressant*, dan obat kardiovaskuler, terdapat riwayat hipertensi/hipotensi, terdapat riwayat penyakit jantung. Besar sampel dihitung berdasarkan rumus penghitungan sampel untuk penelitian analitik numerik berpasangan.

Cara penelitian adalah subyek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dengan mengisi lembar kuesioner dan wawancara. Kemudian pada hari yang ditentukan subyek penelitian diukur tekanan darah menggunakan *Sphygmomanometer* dan suhu tubuh dengan termometer aksila pada saat sebelum dan sesudah bekerja (terpapar tekanan panas). Pengukuran tekanan darah dilakukan dalam 2 posisi tubuh. Posisi awal dilakukan dengan berbaring kemudian dilanjutkan posisi berdiri. Jeda waktu pengukuran tekanan darah saat pergantian posisi tubuh dilakukan minimal 3 menit setelah berdiri. Pada saat bersamaan dilakukan pengukuran suhu tubuh. Pengukuran tekanan darah dan suhu tubuh dilakukan maksimal 30 menit sebelum dan sesudah bekerja. Tekanan panas pada masing-masing perusahaan diukur satu kali di dua titik lingkungan tempat subyek penelitian bekerja dengan menggunakan alat *quest temp* yang dianggap mewakili paparan tekanan panas terhadap subyek pada saat bekerja.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji t berpasangan terhadap kedua kelompok berpasangan yang terdistribusi normal, dan uji Wilcoxon yang tidak terdistribusi normal. Program yang digunakan adalah SPSS versi 17.0.

## HASIL

Hasil pengukuran dari komponen iklim kerja diketahui dengan menggunakan alat *Quest temp*. Tekanan panas di perusahaan TS Aluminium sebesar 31,7 °C, di perusahaan ED Aluminium 32,6 °C dan telah melebihi NAB, dimana berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No: Kep-51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisik di Tempat Kerja, untuk pekerjaan dengan beban kerja sedang dimana bekerja 8 jam per hari dengan 25% istirahat tidak boleh melebihi 28,0 °C. Jenis pekerjaan pada kedua perusahaan adalah pekerjaan dengan tingkat beban kerja sedang yaitu: berdiri, kerja pada mesin atau bongkar, kadang-kadang jalan dengan mengangkat atau mendorong beban yang sedang beratnya.

**Tabel 1. Hasil Pengukuran Tekanan Panas**

No	Lokasi	Parameter				ISBB (°C)
		Ta (°C)	Tb (°C)	Tg (°C)	Rh (%)	
<b>I TS Aluminium</b>						
1.	Titik 1	36,5	28,6	44,7	56	32,9
2.	Titik 2	34,8	27,9	36,9	54	30,5
Rata-rata						31,7
<b>II ED Aluminium</b>						
1.	Titik 1	36,4	29,5	48,1	43	35,1
2.	Titik 2	33,2	26,5	38,7	45	30,2
Rata-rata						32,6

Keterangan: Ta=Suhu Kering; Tb=Suhu Basah; Tg=Suhu Globe; Rh=Kelembaban; ISBB=Index Suhu Basah dan Bola

Sebanyak 25 responden laki-laki yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi diambil dalam penelitian, 13 orang dari Perusahaan TS Aluminium dan 12 orang dari Perusahaan ED Aluminium dengan rata-rata umur  $35 \pm 5$  tahun, berat badan  $56 \pm 9$  kg, tinggi badan  $164 \pm 5$  cm. Umur 20-29 tahun sebanyak 24%, umur 30-39 tahun 60%, dan umur 50-55 tahun 16%. Masa kerja responden antara 1 tahun sampai 25 tahun, 28% memiliki masa kerja 1-5 tahun, 32% masa kerja 6-10 tahun, 16% masa kerja 11-15 tahun, 12% masa kerja 16-20

tahun, 12% masa kerja 21-25 tahun. Tingkat pendidikan responden sebanyak 44% berpendidikan SD, 28% berpendidikan SMP dan 28% berpendidikan SMA (Tabel 2).

terpapar tekanan panas 68,5 mmHg, dengan penurunan rerata tekanan darah diastole 4,8 mmHg ( $P < 0,001$ ). Pada posisi berdiri rerata tekanan darah sistole sebelum terpapar tekanan

**Tabel 2. Distribusi Frekuensi Karakteristik Subyek Penelitian**

Variabel	TS Aluminium n	ED Aluminium N	%
<b>Umur (tahun)</b>			
20 – 29			
30 – 39	3	3	24
40 – 49	7	8	60
50 – 55	0	0	0
	3	1	16
<b>Masa Kerja (tahun)</b>			
1 – 5			
6 – 10	1	6	28
11 – 15	5	3	32
16 – 20	3	1	16
21 – 25	1	2	12
	3	0	12
<b>Pendidikan</b>			
SD	7	4	44
SMP	3	4	28
SMA	3	4	28

Pada saat bekerja terdapat beberapa keluhan subyektif yang sering dirasakan oleh responden, yaitu keluhan pusing sebesar 32%, kaku/kram otot 24%, lelah 24%, ruam kulit 20%, dan mual/mutah 4% (tabel 3).

**Tabel 3. Data Keluhan Subyektif Responden Selama Bekerja Akibat Heat Stress**

Keluhan	++	%	+	%	-	%
Pusing	8	32	11	44	6	24
Mual/mutah	1	4	7	28	17	68
Kaku/kram otot	6	24	9	36	10	40
Lelah	6	24	11	44	8	32
Ruam kulit	5	20	7	28	13	62

Keterangan: ++ : sering; + : kadang-kadang; - : tidak

Rata-rata responden juga mengeluhkan pengeluaran keringat yang banyak dan mengkonsumsi air minum sebanyak 1100-2000 ml saat bekerja.

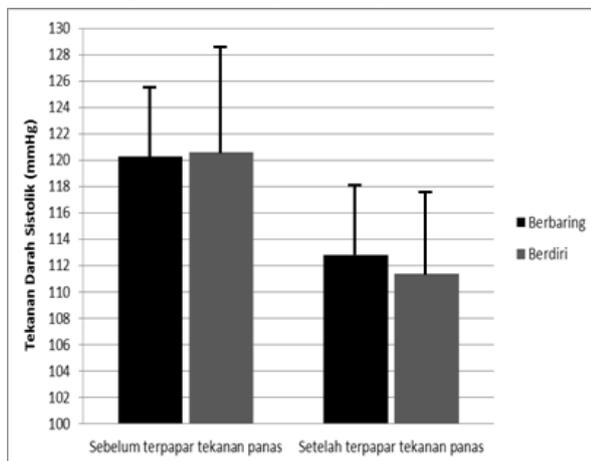
Pada posisi berbaring rerata tekanan darah sistole sebelum terpapar tekanan panas adalah 120,3 mmHg, setelah terpapar tekanan panas 112,8 mmHg, dengan penurunan rerata tekanan darah sistole sebesar 7,5 mmHg ( $P < 0,001$ ). Rerata tekanan darah diastole sebelum terpapar tekanan panas adalah 73,3 mmHg, setelah

panas adalah 120,6 mmHg, setelah terpapar tekanan panas 111,4 mmHg, dengan penurunan 9,2 mmHg ( $P < 0,001$ ). Rerata tekanan darah diastole sebelum terpapar tekanan panas adalah 78,5 mmHg, setelah terpapar tekanan panas 72,9 mmHg, dengan penurunan 5,6 mmHg ( $P < 0,001$ ).

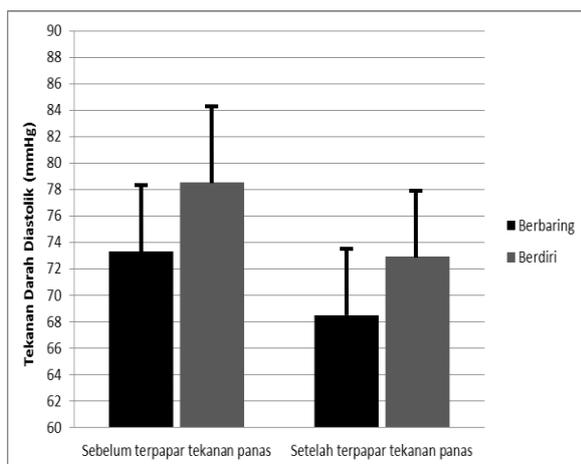
**Tabel 4. Perbandingan nilai tekanan darah dan terperatur tubuh sebelum dan sesudah terpapar tekanan panas**

Variabel	Sebelum terpapar tekanan panas	Sesudah terpapar tekanan panas	Nilai P
<b>Berbaring :</b>			
Sistole	120,3 ± 5,5	112,8 ± 5,3	<0.001
Diastole	73,3 ± 4,9	68,5 ± 4,8	<0.001
<b>Berdiri :</b>			
Sistole	120,6 ± 8,2	111,4 ± 6,5	<0.001
Diastole	78,5 ± 5,8	72,9 ± 5,0	<0.001
<b>Selisih Sistole</b>	0,3 ± 5,0		
<b>Selisih Diastole</b>	5,2 ± 4,5	-1,4 ± 5,1	0,093
		4,4 ± 3,3	0,379
	35,6 ± 0,3	36,4 ± 0,3	<0.001
<b>Temperatur tubuh (°C)</b>			

Nilai rerata selisih tekanan darah sistole dan diastole selama perubahan posisi tubuh yaitu **tekanan darah posisi berdiri dikurangi dengan tekanan darah posisi berbaring** saat sebelum dan sesudah paparan tekanan panas menunjukkan rerata selisih tekanan darah sistole sebesar 0,3 mmHg, setelah terpapar tekanan panas -1,4 mmHg ( $P=0,093$ ), sedangkan nilai rerata selisih tekanan darah diastole sebesar 5,2 mmHg, setelah terpapar tekanan panas 4,4 mmHg ( $P=0,379$ ). Untuk pengukuran temperatur tubuh sebelum terpapar tekanan panas rata-rata sebesar  $35,6^{\circ}\text{C}$  dan setelah terpapar tekanan panas turun menjadi  $36,4^{\circ}\text{C}$  ( $P<0,001$ ).



**Gambar 1.** Nilai rata-rata tekanan darah sistole posisi berbaring dan berdiri antara sebelum dan sesudah terpapar tekanan panas



**Gambar 2.** Nilai rata-rata tekanan darah diastole posisi berbaring dan berdiri antara sebelum dan sesudah terpapar tekanan panas

### III. PEMBAHASAN

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan tekanan darah sebelum dan sesudah paparan tekanan panas pada Perusahaan Industri Aluminium di Kota Yogyakarta. Tekanan panas di lingkungan kerja dapat mempengaruhi kesehatan dan memberikan keluhan subyektif pada pekerja. Keluhan subyektif yang paling sering dirasakan pusing 32%, lelah 24%, kaku/kram otot 24%, ruam kulit 20%, dan mual/mutah 4%. Menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) gejala-gejala *heat stress* yaitu nyeri kepala, pusing, kelemahan, kulit yang basah, mudah marah, kebingungan, kehausan, mual-mutah serta dapat lebih berat lagi seperti kejang, dan pingsan<sup>15</sup>. Tekanan panas yang diterima pekerja dari hasil produksi perusahaan serta pengeluaran panas dari hasil metabolisme tubuh saat bekerja menyebabkan pengeluaran keringat yang berlebihan sehingga tubuh akan banyak kehilangan cairan. Ketika tubuh tidak mendapatkan asupan cairan yang cukup untuk memenuhi cairan yang hilang, maka akan terjadi kelelahan atau *heat exhaustion*. Berkurangnya cairan dalam sirkulasi tubuh dapat menyebabkan berkurangnya aliran darah otak sehingga dapat menimbulkan gejala pusing atau bahkan pingsan. Keringat yang keluar dari tubuh yang banyak juga menyebabkan berkurangnya garam natrium dalam tubuh. Kadar garam yang rendah dalam otot akan menyebabkan kaku/kram atau *heat cramps*. Hal ini berbeda dengan kaku/kram otot secara umum karena pekerjaan berat yang sembuh dengan istirahat dan pemijatan, tetapi *heat cramps* akan membaik setelah asupan garam natrium tercukupi<sup>5</sup>. Keluhan ruam kulit terjadi pada pekerja yang terpapar tekanan panas, karena iritasi kulit yang disebabkan oleh sumbatan kelenjar keringat akibat keringat yang berlebihan selama terpapar tekanan panas serta keadaan kulit yang lembab<sup>13</sup>. *Heat stress* dapat menyebabkan terjadinya dehidrasi, keluar keringat yang berlebihan dan kehausan.

Keadaan dehidrasi akan diperberat oleh paparan tekanan panas<sup>16</sup>. OSHA merekomendasikan bahwa pekerja yang bekerja di lingkungan yang iklim panasnya sangat tinggi untuk memenuhi kebutuhan cairannya dengan minum sejumlah kecil air dengan frekuensi yang sering, yakni sekitar 1 cangkir setiap 15 sampai 20 menit dan pekerja harus memperhatikan air kencingnya, yakni berwarna ringan (normal) dan jernih<sup>15</sup>.

Pada penelitian ini *Heat stress* menurunkan rata-rata tekan darah sistole dan diastol ( $P < 0,001$ ) pada pengukuran tekanan darah baik posisi berbaring maupun berdiri. *Heat stress* mempengaruhi sistem kardiovaskuler dan menjadikan perubahan sistem kerja jantung. Iklim panas yang tinggi menyebabkan vasodilatasi pembuluh darah terutama di kulit untuk membuang panas dalam tubuh<sup>8</sup>. Peningkatan yang cukup besar aliran darah kulit untuk membuang panas dalam tubuh menjadikan beban *preload-afterload* jantung mengalami penurunan serta menyebabkan penurunan tekan arteri rata-rata<sup>7</sup>. Selain itu bahwa kelelahan pekerja karena bekerja pada lingkungan yang mempunyai sumber panas menyebabkan menurunnya tekanan darah<sup>2,12</sup>.

Penurunan kontrol tekanan darah serta toleransi ortostatik telah banyak ditunjukkan pada seseorang yang mengalami peningkatan temperatur internal. Keadaan dehidrasi dapat menyebabkan penurunan aliran darah otak yang signifikan ketika mengalami perubahan posisi dari posisi duduk ke berdiri setelah terpapar *heat stress*<sup>16</sup>. *Heat stress* menurunkan kecepatan aliran darah otak yang berkontribusi terhadap intoleransi ortostatik<sup>9</sup>. Selanjutnya *heat stress* juga melemahkan respon venoarteriolar sebagai komponen utama dalam regulasi kontrol tekanan darah selama ortostatik sehingga terjadi intoleransi ortostatik<sup>11</sup>. Dalam penelitian ini regulasi kontrol tekanan darah ditunjukkan dengan pengukuran tekanan darah dalam dua posisi, yakni posisi berbaring dilanjutkan posisi berdiri pada saat sebelum dan

sesudah paparan tekanan panas untuk mengetahui apakah respon venoarteriolar melemah dalam kondisi setelah terpapar tekanan panas. Dari hasil uji statistik terhadap nilai rerata selisih tekanan darah sistole sebelum dan sesudah terpapar tekanan panas menunjukkan nilai  $P = 0,093$  dan diastole menunjukkan nilai  $P = 0,379$  sehingga tidak terdapat perbedaan yang bermakna selisih tekanan darah sistole maupun diastole antara sebelum dan sesudah terpapar tekanan panas, meskipun menunjukkan selisih yang semakin menurun setelah terpapar tekanan panas. Hal ini mungkin disebabkan karena tekanan panas yang diterima responden belum mampu meningkatkan temperatur internal yang cukup besar sehingga respon venoarteriolar tidak melemah saat perubahan posisi (ortostatik). Dalam penelitian Brothers *et al*, (2009) pemaparan tekanan panas pada seluruh tubuh dilakukan sampai suhu internal meningkat sebesar  $1,3^{\circ}\text{C}$  yang melemahkan respon venoarteriolar, sedangkan pada penelitian ini pengukuran dilakukan pada suhu aksila (suhu kulit) dan meningkatkan suhu aksila sebesar  $0,8^{\circ}\text{C}$ .

#### IV. Simpulan dan Saran

Terdapat perbedaan yang bermakna antara tekanan darah sebelum dan sesudah paparan tekanan panas pada tenaga kerja bagian produksi Perusahaan Industri Aluminium. Terdapat peningkatan suhu tubuh pekerja yang bermakna antara sebelum dan sesudah paparan tekanan panas. Tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada selisih tekanan darah sistole dan diastole antara sebelum dan sesudah paparan tekanan panas.

Bagi perusahaan perlu untuk mengatur tata letak ruangan agar sirkulasi udara tetap terjaga sehingga iklim kerja menjadi lebih nyaman. Selain itu lebih meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja dengan memantau kesehatan perkerja secara berkala. Bagi pekerja agar selalu memakai baju dan

mempergunakan alat pelindung pada saat bekerja seperti kaca mata, sarung tangan, masker agar terhindar dari percikan api. Memperhatikan asupan cairan agar tidak terjadi dehidrasi dengan mengkonsumsi air 1 gelas setiap 20 menit serta menghindari konsumsi alkohol, kafein, dan obat-obatan. Untuk penelitian lebih lanjut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kadar garam dalam tubuh apakah terdapat penurunan kadar garam pada pekerja yang terpapar tekanan panas sehingga menyebabkan kaku/kram otot (*heat cramps*).

#### Daftar Pustaka

1. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2009. Profil Bina Kesehatan Kerja dan Olahraga. <http://www.kesehatankerja.depkes.go.id/?p=9#more-9>. diakses tanggal 3 maret 2011.
2. Suma'mur, 2009. *Higiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*, Sagung Seto, Jakarta, 151-167
3. Balai Hiperkes dan K3 Daerah Istimewa Yogyakarta, 2011. *Pelatihan Hiperkes dan Keselamatan Kerja Bagi Dokter Perusahaan*, Yogyakarta, 190-197
4. Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2008. Hot Environments - Health Effects, [http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/heat\\_health.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/heat_health.html).
5. WorkSafeBC, 2007. Preventing Heat Stress at Work, <http://www.worksafebc.com>. diakses
6. King J., 2004. Thermoregulation: Physiological Responses and Adaptations to Exercise in Hot and Cold Environments, *J. Hyperplasia Research*, 4(3)
7. Wilson TE. and Crandall CG, 2011. Effect of Thermal Stress on Cardiac Function, *Exerc Sport Sci Rev.* 39(1):12-17
8. Guyton & Hall, 2008. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 11*, EGC, Jakarta, 936-948
9. Wilson TE., Cui J., Zhang R., Crandall CG., 2006. Heat stress reduces cerebral blood velocity and markedly impairs orthostatic tolerance in humans, *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 291: R1443–R1448
10. Janneke G., 2005. Postural Changes in Humans: Effects of Gravity on The Circulation, *Thesis*, Academisch Proefschrift, Netherlands.
11. Brothers RM., Wingo JE., Hubing KA., Del Coso J., Crandall CG., 2009. Effect of Whole Body Heat Stress on Peripheral Vasoconstriction during Leg Dependency, *J Appl Physiol* 107:1704-1709
12. Chen M., Chen C., Yeh W., Huang J., Mao I., 2003. Heat Stress Evaluation and Worker Fatigue in a Steel Plant, *AIHA Journal*, Volume 64, 352 – 359
13. Center for Disease Control and Prevention, 2010. Heat Stress. <http://www.cdc.gov/niosh/topics/heatstress/>. diakses tanggal 8 Maret 2011.
14. Davis G., 2007. Heat Stress 101 (Part 2), <http://www.safetyservicescompany.com>,
15. Occupational Safety and Health Administration, 2011. Protecting Workers from Heat Illness. <http://www.osha.gov/pls/publications/publication.html>.
16. Carter R., Chevront SN., Vernieuw CR., Sawka MN.,2006. Hypohydration and prior heat stress exacerbates decreases in cerebral blood flow velocity during standing. *J Appl Physiol* 101:1744-1750