

HUBUNGAN PAPARAN PANAS DENGAN TEKANAN DARAH PADA PEKERJA PABRIK BAJA LEMBARAN PANAS

Dinda Tri Lestari, Mursid Raharjo, Nikie Astorina Yunita
Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro
Email : Dindatristestari96@gmail.com

Abstract

Heat stress exposure is often found in the industrial environment that exposed workers at risk for increasing blood pressure. This study investigated the associations of heat stress exposure with blood pressure on steel industry workers. This research is an observational study with cross sectional design. The study population was 27 workers in production area and 13 workers in control room selected by probability sampling method. The data were analyzed by using Rank Spearman Correlation with 95% confidence level. Workers in production area had significantly higher levels of systolic blood pressure (SBP) (137.52 ± 14.98 mmHg) and diastolic blood pressure (DBP) (86.41 ± 9.64 mmHg) than workers in control room (SBP : 119.15 ± 10.92 mmHg, DBP : 77.62 ± 5.17 mmHg). The results of this study show that heat stress were positively correlated with systolic ($p=0,000$) and diastolic ($p=0,001$). In conclusion, exposure to heat was a major risk factor for hypertension. Exposure to heat can elevate blood pressure. Therefore, workshops with high temperature must do their best to lower environment temperature in order to control blood pressure.

Keywords: heat stress, blood pressure, steel industry

PENDAHULUAN

Lingkungan kerja adalah kondisi dari segala sesuatu yang ada di sekitar tempat bekerja yang mampu memberikan pengaruh bagi seseorang dalam melakukan pekerjaan.¹ Lingkungan kerja meliputi lingkungan fisik dan non fisik.² Salah satu faktor fisik yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi tenaga kerja adalah tekanan panas. Kondisi panas pada lingkungan kerja disebabkan oleh suhu tinggi, mesin atau alat yang menghasilkan panas, serta berasal dari sumber alami berupa sinar matahari yang memantulkan cahaya pada atap ruangan dapat menimbulkan radiasi di dalam ruangan kerja.³

Industri baja adalah satu jenis industri yang memiliki lingkungan kerja bertekanan

panas tinggi.⁴ *Heat stress* yang tinggi ditemukan di industri baja terutama di area penggulungan panas, pengecoran dan tungku. Penelitian sebelumnya dilakukan pada industri baja di India menunjukkan tekanan panas mencapai 28°C hingga 34°C .⁵ Keberadaan kawasan industri baja di kota Cilegon yang merupakan produsen baja terpadu dan terbesar di Indonesia membuat kota ini disebut sebagai Kota Baja.⁶

Dalam jangka panjang, paparan panas di lingkungan kerja dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti kelainan kulit, *heat cramps*, *heat exhaustion*, *heat syncope*, *heat*

stroke dan *hipertensi*.⁷ Paparan panas yang berlebihan di lingkungan kerja juga dikaitkan dengan dislipidemia, penyakit kardiovaskular dan pencernaan, bahkan dapat menyebabkan kematian. Tekanan darah merupakan salah satu respon fisiologis tubuh apabila terpapar *heat stress*. Tubuh akan merespon lingkungan yang panas dengan vasodilatasi pembuluh darah kulit, sehingga banyak darah yang mengalir menuju kulit untuk mengeluarkan panas. Selain itu kondisi tersebut menyebabkan vasokonstriksi pembuluh darah dalam sehingga curah jantung dan kebutuhan oksigen meningkat serta terjadi peningkatan tekanan darah.⁸

Hipertensi menjadi urutan pertama penyakit tidak menular di kota Cilegon pada tahun 2012 sampai 2014. Selain itu, hipertensi menjadi urutan ketiga dalam 10 penyakit terbanyak pada pasien rawat jalan di puskesmas di kota Cilegon tahun 2014. Kemudian pada tahun 2016, hipertensi naik menjadi urutan kedua dalam kasus 10 penyakit terbanyak di kota Cilegon.⁶

Penelitian tentang hubungan paparan panas terhadap tekanan darah pada pekerja di industri baja yang dilakukan Wang et al 2014 dan Golbabaie et al 2016 menunjukkan adanya korelasi positif sehingga peningkatan paparan *heat stress* akan meningkatkan tekanan darah.^{9,10} Hal ini sejalan dengan penelitian Biswas et al tahun 2014 yang dilakukan pada kelompok yang terpapar *heat stress* dan kelompok yang tidak terpapar *heat stress* pada sebuah industri baja di India. Dalam penelitian ini, prevalensi hipertensi pada kelompok yang terpapar panas lebih tinggi daripada kelompok yang tidak terpapar. Tekanan darah tinggi lebih banyak ditemukan pada pekerja yang terpapar *heat stress*

(70,66%) dibandingkan pekerja yang tidak terpapar *heat stress* (29,34%).¹¹

Melihat permasalahan tersebut, maka peneliti ingin melakukan penelitian melalui pengukuran suhu lingkungan kerja dan estimasi panas metabolik tubuh pekerja untuk mengetahui hubungan antara paparan panas dengan tekanan darah pekerja Pabrik Baja Lembaran Panas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian observasional dengan menggunakan desain studi *cross sectional* yang dilakukan pada industri baja X di kota Cilegon. Populasi dalam penelitian ini yaitu semua pekerja di unit *down coiler* di Pabrik Lembaran Baja Panas. Penentuan sampel subjek menggunakan metode *probability sampling*, sehingga jumlah sampel sebesar 40 pekerja yang berjenis kelamin laki-laki. Tekanan panas diukur dengan menggunakan *Thermal Environment Monitor Questemp^o36*, sedangkan pengukuran tekanan darah pekerja menggunakan alat *automatic blood pressure monitor* Omron HEM-1872 yang dilakukan setelah bekerja selama 3 jam. Data dianalisis menggunakan uji *Rank Spearman correlation* dengan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada pekerja yang terbagi menjadi dua kelompok yaitu area produksi dan *control room* dengan jumlah keseluruhan 40 pekerja. Area produksi adalah tempat dimana pekerja yang melakukan melakukan aktifitas pekerjaan penomoran *coil*, pengikatan *coil*, dan pemotongan sampel *coil*, sedangkan *control room* adalah ruangan operator mesin.

Adapun karakteristik pekerja pada kedua kelompok tersebut yaitu :

No.	Karakteristik	Area produksi (n=27)	Control room (n=13)
1.	Umur		
	- ≥ 40 tahun	20 (54,0%)	6 (46,15%)
	- < 40 tahun	7 (26,0%)	7 (53,85%)
2.	Tekanan Darah		
	- Hipertensi tingkat II	12 (44,4%)	0 (0%)
	- Hipertensi tingkat I	12 (44,4%)	3 (23,1%)
	- Prehipertensi	3 (11,2%)	3 (23,1%)
	- Normal	0 (0%)	7 (53,8%)
3.	Persentase lama kerja		
	- 75%-100%	0 (0%)	13 (100%)
	- 50%-74%	15 (55,6%)	0 (0%)
	- 25%-49%	12 (44,4%)	0 (0%)
4.	Beban kerja		
	- Berat (360-465 W)	2 (7,4%)	0 (0%)
	- Sedang (235-359 W)	22 (81,5%)	0 (0%)
	- Ringan (125-234 W)	3 (11,1%)	13 (100%)

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Suhu Lingkungan

Titik pengukuran	Suhu kering (°C)	Suhu basah (°C)	Suhu bola (°C)	Indeks suhu basah dan bola (°C)
Area produksi	33,2	28	35,4	30,2
Control room	24,4	21	26	22,5

Tabel 3. Gambaran Kejadian *Heat Stress* pada Pekerja

Titik Pengukuran	Beban Kerja	n	Lama kerja	ISBB (°C)	NAB (°C)	Kejadian Heat Stress
Area Produksi	Penomoran coil					
	- Berat	0	25%-50%	30,2	29,0	-
	- Sedang	11			30,0	Ya
	- Ringan	0			32,0	-
Control room	Pemotongan dan pengikatan coil					
	- Berat	2	50%-75%	30,2	27,5	Ya
	- Sedang	11			29,0	Ya
	- Ringan	3			31,0	Tidak
Control room	Operator					
	- Berat	0	75%-100%	22,5	-	-
	- Sedang	0			28,0	-
	- Ringan	13			31,0	Tidak

Tabel 1 menunjukkan bahwa mayoritas pekerja area produksi berumur ≥ 40 tahun (54%), memiliki tekanan darah hipertensi (88,8%) yang terdiri dari hipertensi tingkat I (44,4%) dan tingkat II (44,4%), lama kerja 50%-74% (55,6%), dan beban

kerja sedang (81,5%). Sedangkan mayoritas pekerja di *control room* berumur kurang dari 40 tahun (53,85%), memiliki tekanan darah normal (53,8%), semua pekerja memiliki lama kerja 75%-100% dan beban kerja ringan (100%).

Tabel 2 menunjukkan bahwa tekanan panas (WBGT) lingkungan kerja area produksi (30,2°C) lebih besar daripada *control room* (22,5°C). Analisis hasil pengukuran tekanan panas, lama kerja dan beban kerja menunjukkan kejadian tekanan panas pada pekerja. Analisis ini mengacu pada Permenaker RI No. 5 tahun 2018.

Area produksi memiliki lingkungan yang lebih panas daripada *control room*. Hal ini disebabkan karena produksi merupakan titik yang berdekatan dengan sumber panas. Sumber panas yang terjadi berasal dari proses produksi yaitu

aktifitas dua buah mesin yang digunakan untuk menggulung *strip* dan hasil produksi berupa *coil* yang sudah digulung yang memiliki suhu 550°C-1700°C tergantung pada ketebalan *coil* yang ditentukan. Paparan *heat stress* pada pekerja di area produksi terjadi ketika pekerja sedang melakukan aktifitas pekerjaan karena dekatnya jarak pekerja dengan sumber panas. Hal ini menyebabkan sebagian besar pekerja di area produksi yaitu sebanyak 24 pekerja (88,8%) mengalami *heat stress*, sedangkan seluruh pekerja yaitu sebanyak 13 pekerja (100%) di *control room* tidak mengalami *heat stress*.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Tekanan Tekanan Darah

Tekanan darah	Area produksi (Mean±SD)	Control room (Mean±SD)
Sistole	137,52±14,98	119,15±10,92
Diastole	86,41±9,64	77,62±5,17

Tabel 4 menggambarkan rata-rata rata-rata tekanan sistole dan diastole pekerja yang terpapar adalah 137,52 mmHg dan 86,41 mmHg. Sedangkan pada pekerja yang tidak terpapar yaitu 119,15 mmHg dan 77,62 mmHg. Hasil uji statistik Korelasi *Rank Spearman* diperoleh *p value* sebesar 0,000 pada tekanan darah sistole dan 0,001 pada tekanan darah diastole ($p < 0,05$), maka terdapat hubungan yang signifikan antara tekanan panas dengan tekanan darah sistole dan diastole pada pekerja.

Hal ini sejalan dengan penelitian Ramdhan tahun 2018 yang menunjukkan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara tekanan darah pekerja sebelum dan sesudah bekerja di lingkungan panas ($p < 0,01$).¹³ Penelitian serupa dilakukan Wang et al 2014 dan Golbabaie et al 2016 pada pekerja di industri baja. Kedua penelitian ini menunjukkan adanya hubungan antara ISBB dengan tekanan darah pada pekerja ($p < 0,05$).^{9,10}

Korelasi positif menunjukkan bahwa peningkatan tekanan panas akan diikuti dengan peningkatan tekanan darah (sistole $r = 0,567$; diastole $r = 0,486$). Hal ini sejalan dengan penelitian Ramdhan tahun 2018 yang menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu lingkungan maka akan meningkatkan tekanan darah sistole dan diastole (r sistole = 0,186, r diastole = 0,032).¹³ Analisis korelasi pada penelitian Wang et al 2014 dan Golbabaie et al 2016 juga menunjukkan adanya korelasi positif antara ISBB dan tekanan darah sehingga peningkatan suhu udara akan meningkatkan tekanan darah.^{9,10}

Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan frekuensi jantung yang besar, dan penurunan suhu sangat mengurangi frekuensi. Efek ini mungkin sebagai akibat peningkatan membran otot terhadap berbagai ion pada suhu lebih tinggi dan mengakibatkan percepatan proses *self – excitation*. Kekuatan kontraksi jantung meningkat sementara

dengan peningkatan suhu moderat tetapi peningkatan suhu yang lama dapat menyebabkan jantung lelah dan lemah.¹⁴ Tekanan darah tinggi lebih banyak ditemukan pada pekerja yang terpapar panas dibandingkan pekerja yang tidak terpapar panas. Penelitian Wang et al tahun 2014 pada sebuah industri baja dilakukan menunjukkan bahwa tekanan darah tinggi lebih banyak ditemukan pada pekerja yang terpapar *heat stress* yang tinggi.⁹ Penelitian Nurlizzate et al dan Norhidayah tahun 2015 juga menunjukkan ada peningkatan tekanan darah sistolik dan diastolik yang signifikan pada pekerja sebelum dan sesudah bekerja di lingkungan panas ($p < 0,001$).^{15,16}

Peningkatan tekanan darah terjadi seiring meningkatnya suhu lingkungan kerja. Paparan panas dalam jangka panjang dapat mempengaruhi kejadian tekanan darah tinggi (hipertensi). Bekerja di lingkungan panas dapat meningkatkan jumlah air yang hilang dari plasma darah, sehingga mengurangi aliran darah ke vena sentral, jantung, dan kulit dan menyebabkan vasokonstriksi dan peningkatan denyut jantung untuk memenuhi kebutuhan otot-otot yang bekerja. Kehilangan air dari plasma darah, vasokonstriksi dan beban kardiovaskular yang tinggi dalam jangka panjang akan meningkatkan viskositas darah dan viskositas plasma. Ketika viskositas darah meningkat, resistensi perifer total yang berhubungan dengan tekanan darah juga meningkat. Adanya korelasi positif antara viskositas darah, viskositas plasma, dan hematokrit dengan tekanan darah pada pekerja baja ($p < 0,05$).⁹

Ketika tubuh terpajan panas, anterior hipotalamus akan menurunkan aktifitas otot rangka

dan vasodilatasi kulit sebagai respon untuk mengurangi produksi panas. Jika vasodilatasi kulit maksimum tidak mampu mengurangi kelebihan panas tubuh, maka tubuh akan mengeluarkan keringat melalui proses evaporasi. Apabila suhu udara meningkat diatas suhu kulit dengan vasodilatasi maksimum, gradien suhu akan berbalik sendiri, sehingga tubuh memperoleh panas dari lingkungan. Penurunan aktifitas simpatis dapat menyebabkan vasodilatasi pembuluh kulit sebagai respon terhadap pajanan panas.¹⁷ Selain itu, terjadi vasokonstriksi pembuluh darah dalam yang disertai dengan meningkatnya denyut nadi dan tekanan darah.⁸ Untuk menjaga kestabilan tekanan darah ketika tubuh terpapar tekanan panas, jantung harus memompa darah lebih keras dan lebih cepat. Peningkatan beban kerja jantung menyebabkan ketegangan sehingga berpotensi menjadi penyakit kardiovaskular, salah satunya adalah tekanan darah tinggi (hipertensi).¹⁸

Pekerja sudah melakukan upaya dalam mengurangi paparan panas dengan penggunaan baju tahan panas (*Aluminized Coat*). Namun pekerja tidak nyaman dalam menggunakannya karena membuat tubuh terasa lebih panas. Hal ini berdampak pada cara pemakaian yang tidak baik yaitu tidak menutupi seluruh tubuh. Pengendalian panas pada sumber panas dapat dianggap sebagai solusi pertama untuk mengurangi panas radiasi dengan memasang penghalang (sekat) aluminium reflektif di industri baja, hal ini dapat menurunkan ISBB sebesar 3,9°C.²² Selain itu menyediakan kipas angin agar sirkulasi udara dapat berjalan dengan baik dan mengurangi panas yang diterima oleh pekerja serta

mengembalikan suhu tubuh menjadi normal.

Kemampuan individu untuk mentolerir paparan panas sangat bervariasi, bahkan di antara individu yang sehat dengan riwayat paparan panas yang sama. Salah satu cara untuk mengurangi paparan panas dan gangguan kesehatan yaitu dengan mengurangi atau menghilangkan paparan terhadap individu yang intolerir terhadap panas. Hal ini menunjukkan bahwa perlunya dilakukan skrining untuk mengidentifikasi individu yang intoleransi terhadap panas. Program pemantauan medis dilakukan untuk pekerja dengan paparan pekerjaan terhadap lingkungan yang panas. Program pemantauan medis harus memasukkan unsur-unsur skrining medis (pencegahan sekunder) dan pengawasan (pencegahan primer) dengan tujuan identifikasi awal tanda-tanda atau gejala yang mungkin terkait terkait panas.¹⁹

Pemantauan medis terhadap pekerja sudah dilakukan oleh perusahaan berupa *General Medical Check Up* (MCU) secara rutin kepada pekerja. Namun fasilitas ini hanya diberikan kepada pekerja tetap, sehingga tidak mencakup seluruh pekerja. Selain itu, tidak ada pemantuan terkait keberjalan MCU meningkatkan potensi pekerja tidak memeriksakan kesehatannya sesuai jadwal. Oleh karena itu sebaiknya fasilitas MCU diberikan kepada seluruh pekerja dan adanya pemantauan pelaksanaan MCU untuk memastikan bahwa pekerja sudah melakukan pemeriksaan kesehatan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

KESIMPULAN

Ada hubungan tekanan panas dengan tekanan darah sistole dan diastole pada pekerja unit *Down*

Coiler Pabrik Baja Lembaran Panas. (sistole $p = 0,000$; diastole $p = 0,001$). Peningkatan tekanan panas akan diikuti dengan peningkatan tekanan darah (sistole $r = 0,567$; diastole $r = 0,486$).

SARAN

1. Bagi Pekerja
 - a. Melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala untuk mendeteksi gangguan kesehatan akibat paparan panas.
 - b. Menggunakan alat pelindung diri berupa baju tahan panas secara benar untuk mengurangi paparan panas
2. Bagi Perusahaan
 - a. Melakukan skrining untuk mengidentifikasi individu yang intoleransi terhadap panas dan memberikan pertimbangan khusus kepada pekerja intoleransi terhadap panas.
 - b. Melakukan pemantauan dalam keberjalan kegiatan pemeriksaan kesehatan untuk memastikan bahwa pekerja sudah melakukan pemeriksaan kesehatan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.
 - c. Pengoptimalan tempat istirahat bagi pekerja di area produksi yang dilengkapi dengan blower/kipas angin agar sirkulasi udara dapat berjalan dengan baik dan mengurangi panas dan mengembalikan suhu tubuh menjadi normal.
 - d. Menurunkan suhu udara lingkungan kerja dengan penambahan kipas angin di beberapa titik yang berdekatan dengan pekerja yang sedang melakukan pekerjaannya.

- e. Menurunkan panas radiasi dari sumber panas dengan penambahan sekat atau tameng aluminium reflektif pada sumber panas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Saleh LM. Man Behind The Scene Aviation Safety. Jakarta: Penerbit Deepublish; 2018.
2. Lubis A. Lingkungan Kerja yang Kondusif dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya. Al-Masharif. 2015;3(1):34–50.
3. Huda LN, Pandiangan KC. Kajian Termal Akibat Paparan Panas dan Perbaikan Lingkungan Kerja. J Tek Ind. 2012;14(2):129–36.
4. Subaris H, Haryono. Hygiene Lingkungan Kerja. Yogyakarta: Mitra Cendikia Press; 2008.
5. Parameswarappa SB, Narayana J. Assessment of Heat Strain Among Workers in Steel Industry - a Study. Int J Curr Microbiol Appl Sci. 2014;3(9):861–70.
6. Badan Pusat Statistik Kota Cilegon. Kota Cilegon dalam Angka. 2017.
7. International Labour Organization. Keselamatan dan Kesehatan Kerja Keselamatan dan Kesehatan Sarana untuk Produktivitas. Bahasa Ind. Jakarta: International Labour Office; 2013.
8. Summa'mur P.K. Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja. Jakarta: PT Toko Gunung Agung; 2009.
9. Wang D, Tang Y, Liu W, Li Y, Tian Z. Kinematic Mechanics in Exposure to Heat and Blood Pressure among Male Steelworkers. Appl Mech Mater. 2014;540:305–8.
10. Golbabaei F, Monazzam MR, Aval MY, Taban E, Rostami M, Shendi A. Investigation of heat stress and heat strain in outdoor workers : a case study in Iran. J Paramed Sci. 2016;7(4):30–8.
11. Biswas MJ, Koparkar AR, Joshi MP, Hajare ST, Kasturwar NB. A study of morbidity pattern among iron and steel workers from an industry in central India. Indian J Occup Environ Med. 2014;18(3):122–8.
12. Kusnawa WS. Ergonomi dan K3. Bandung: PT Remaja Kusdakarya; 2014.
13. Ramdhan DH, Farekha N, Aisyah U, Puspita N. Effect of Heat Stress on Body Weight , Blood Pressure , and Urine Specific Gravity among Underground Miners in PT X 2015. In: The 2nd International Meeting of Public Health 2016 with theme “Public Health Perspective of Sustainable Development Goals: The Challenges and Opportunities in Asia-Pacific Region.” KnE Life Sciences; 2018. p. 434–41.
14. Ronny, Setiwawan, Fatimah S. Fisiologi Kardiovaskular berbasis masalah keperawatan. Jakarta: Penerbit EGC; 2009.
15. Nurlzzate S, Bahri MTS, Karmegam K, Guan NY. Study on Physiological Effects on Palm Oil Mill Workers Exposed to Extreme Heat Condition. J Sci Ind Res. 2015;74:406–10.
16. Norhidayah MS, Norhidayah A. Physiological and Psychological Effects on Heat Acclimatization in Extreme Hot Environment. Int J Adv Sci Eng Technol. 2015;3(1):46–53.
17. Guyton. Buku Ajar Fisiologi kedokteran. Jakarta: EGC; 2007.
18. Hanna EG, Tait PW. Limitations to Thermoregulation and Acclimatization Challenge

Human Adaptation to Global Warming. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12:8034–74.

19. National Institute for Occupational Safety and Health. Occupational Exposure to Heat and Hot Environments. United States: Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention; 2016.



