



PAPER – OPEN ACCESS

Analisis Kajian Termal Akibat Paparan Panas pada Area Produksi Mesin Flexo

Author : Hari Purnomo Manalu, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v5i2.1626
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 5 Issue 2 – 2022 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Analisis Kajian Termal Akibat Paparan Panas pada Area Produksi Mesin Flexo

Hari Purnomo Manalu, Listiani Nurul Huda, Winda Dwi Aprilia, Albert Septian Saragih,
Fransiska Khristina br. Lubis

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

haripurnomomanalu@gmail.com, listiani@usu.ac.id

Abstrak

Setiap perusahaan harus memiliki lingkungan kerja yang sesuai bagi kelangsungan kerja karyawan dan meningkatkan kinerja karyawan. Faktor lingkungan kerja fisik yang dapat mempengaruhi kondisi manusia yaitu suhu lingkungan kerja, kelembaban, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau tidak sedap, warna. Gangguan kesehatan akibat paparan suhu lingkungan panas yang berlebihan dapat menyebabkan gangguan perilaku dan performansi kerja seperti, terjadinya kelelahan, sering melakukan istirahat curian dan lain-lain, dan dehidrasi. Permasalahan ini terjadi pada lingkungan kerja PT. X, dimana pekerja pada area produksi mesin Flexon *Giant 718* mengalami penurunan kinerja akibat panas dan dehidrasi ketika bekerja. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka harus dilakukan pengukuran suhu lingkungan kerja. Hasil pengukuran kemudian akan dihitung dengan menggunakan *Heat Stress Index* (HSI). Nilai *Heat Stress Index* yang didapat pada area Flexo *Giant 718* sebesar 21,82 yang menandakan bahwa dampak kerja bagi pekerja sedikit pengaruh pada pekerjaan fisik, memungkinkan penurunan kemampuan kerja akibat efek paparan panas tekanan ringan ke sedang. Maka diberi suatu usulan penambahan ventilasi berupa turbin ventilator sebanyak 20 unit pada area bangunan mesin Flexo *Giant 718* pada PT. X yang dapat menurunkan nilai heat stress indeks agar memperbaiki kualitas kerja para pekerja dengan ditambahnya bukaan ventilator dengan ukuran 9m x 9m yang merupakan salah satu penanganan kurangnya sirkulasi udara dalam ruangan.

Kata Kunci: Lingkungan Kerja; *Heat Stress Index*; Ventilator

Abstract

Every company must have a suitable work environment for employees. Physical work environment that can affect the human condition is the temperature of the working environment, humidity, air circulation, environmental factors, mechanical vibration, unpleasant odor, color. Health problems due to exposure to excessively hot environmental temperatures can cause behavioral disturbances and work performance such as fatigue, frequent breaks, etc., and dehydration. This problem occurs in the work environment of PT. X, where workers in the Flexon Giant 718 machine production area experience decreased performance due to heat and dehydration while working. Based on these problems, it is necessary to measure the temperature of the working environment. The measurement results will be calculated using the Heat Stress Index (HSI). The Heat Stress Index value obtained in the Flexo Giant 718 area is 21,82 which indicates that the impact of work for workers has little effect on physical work, supporting a decrease in work ability due to light to moderate heat exposure. Then given an offer in the form of turbine ventilators as many as 20 units in the Flexo Giant 718 machine building area at PT. X which can reduce the heat stress index in order to improve the work quality of the workers by adding a ventilator opening with a size of 9m x 9m which is one of the solutions for the lack of air circulation in the room.

Keywords: Work Environment; *Heat Stress Index*; Ventilator

1. Pendahuluan

Salah satu unsur yang mempengaruhi kinerja karyawan adalah tempat kerja. Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja karyawan adalah keberhasilan perusahaan. Karena itu, setiap bisnis perlu menyediakan tempat kerja yang nyaman bagi karyawan di mana mereka dapat terus bekerja dan berkinerja lebih baik. Karakteristik fisik, psikologis, dan organisasi tempat kerja yang mungkin berdampak pada output dan kepuasan kerja semuanya termasuk dalam lingkungan kerja [1]. Suhu, kelembaban, aliran

udara, cahaya, kebisingan, getaran mekanis, aroma yang tidak menyenangkan, dan warna adalah aspek fisik tempat kerja yang dapat memengaruhi kesehatan orang [2].

Suhu udara, kelembaban, kecepatan udara, dan panas radiasi membentuk lingkungan kerja. Lingkungan kerja yang dipanaskan dimulai dengan masuknya energi panas dari sumber panas yang masuk ke ruang kerja secara langsung maupun tidak langsung dan menimbulkan thermal stress sebagai beban tambahan [3]. Layanan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (OSHS, 1997) menyatakan bahwa stres panas dapat mengakibatkan perubahan fisiologis yang biasanya disebut sebagai stres panas. Seluruh reaksi fisiologis terhadap stres panas, yang diketahui atau dipastikan menghilangkan panas dari tubuh, disebut stres panas [4]. Dehidrasi, kelelahan, sering istirahat, dan masalah kesehatan lainnya yang disebabkan oleh paparan kondisi eksternal yang sangat panas dapat mengganggu perilaku dan kinerja di tempat kerja [5].

Permasalahan ini juga terjadi pada lingkungan kerja area produksi PT. X. PT. X adalah perusahaan produksi manufaktur dibidang Industri Kotak Karton. Permasalahan di PT. X dapat diketahui melalui pengamatan yang dilakukan ketika proses produksi berjalan. Para pekerja mengenakan baju dengan bercucuran air keringat pada seluruh tubuhnya, dan menghabiskan 2 botol 1,5 liter air minum selama bekerja ketika berada pada area produksi tersebut Hal ini tentu saja bermuara pada pengurangan waktu kerja produktif pekerja. Penurunan tersebut ditunjukkan dengan melambatnya laju pekerja akibat panas dan dehidrasi yang terjadi di tempat kerja.

Atas dasar masalah ini, perlu untuk mengukur suhu lingkungan kerja. Pengukuran dilakukan pada area kerja mesin Flexo Giant 718. Hasil pengukuran kemudian dihitung menggunakan Thermal Stress Index (HSI). Indeks tegangan termal merupakan kombinasi dari dua besaran, yaitu suhu dan persen kelembaban [6]. Indeks stres panas didefinisikan sebagai indeks yang mengukur sejauh mana seorang karyawan masih mampu beradaptasi atau tidak dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan kerja. Ide pemecahan masalah yang diajukan adalah dengan menambahkan ventilasi atau ruang pendingin pada panel kontrol Flexo Giant 718. Keberadaan ventilasi pada bangunan tropis sangat penting untuk kenyamanan termal dan mempengaruhi seberapa produktif karyawan dalam bekerja. Ukuran ventilasi standar, yang berkisar dari 10 hingga 20 pt, ditingkatkan menjadi 50 detik per luas lantai jika kecepatan angin dalam ruangan yang diperlukan tidak mencukupi. Hal ini dapat dicapai dengan memilih bukaan atau jendela yang mendorong pergerakan udara lebih cepat atau dengan meningkatkan kecepatan udara [7]. Komponen sistem ventilasi yang diusulkan untuk memperbaiki lingkungan kerja pada area produksi mesin Flexo adalah turbin ventilator.

1.1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini didasarkan pada latar belakang yaitu terdapat permasalahan pada lingkungan kerja PT. X. Pekerja pada area produksi mesin Flexo Giant 718 mengalami penurunan kinerja akibat panas dan dehidrasi ketika bekerja. Hal ini menjadi sebuah perhatian bagaimana ketidaknyamanan tersebut dapat dianalisis sehingga dapat dilakukan perbaikan guna memberikan lingkungan kerja yang nyaman pada pekerjanya sehingga produktivitas dapat meningkat.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pada PT. X adalah sebagai berikut.

- Menemukan solusi perbaikan atas paparan panas yang terjadi pada pekerja di area produksi mesin Flexo Giant 718.
- Membuat perbaikan lingkungan kerja berupa penambahan ventilasi atau ruangan pendingin.

2. Metode Penelitian

Adapun metodologi yang digunakan pada penelitian adalah diantaranya.

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berguna sebagai pengumpulan data primer. Pengumpulan data awal dilakukan dengan observasi langsung di lokasi penelitian di lokasi produksi Flexo Giant 718. Alat ukur yang digunakan adalah Environmental Meter 4 in 1 dan aplikasi Hygrometer. Hasil pengukuran yang diperoleh adalah Kelembaban Udara, Suhu WGBT Indoor, Suhu Dry Bulb, Suhu Wet Bulb, Suhu Ambient, Suhu Global, Kecepatan Angin, Alat Sensitivitas Udara dan diameter sensor. Alat ini cukup nyaman dan mudah digunakan karena Anda hanya perlu memasang bagian-bagian fungsional alat yang diperlukan dan mengubah fungsi alat dengan menggeser tombol yang tersedia. Alat ini cukup peka terhadap kondisi, sehingga jika terjadi perubahan kondisi seperti kenaikan suhu maka pembacaannya juga akan meningkat.[8].

2.2. Pengolahan Data

Teknik pengolahan data menggunakan teknik kuantitatif dengan metode Thermal Skor stress. Salah satu alat untuk mendeteksi indikator stres panas di tempat kerja pada karyawan adalah Heat Stress Index (HSI). Belding dan Hact menciptakan prosedur ini pada tahun 1955. Indeks tekanan paparan panas (HSI) digunakan untuk mengukur seberapa panas bagi pekerja dalam ruangan [9].

Untuk menentukan seberapa besar pembacaan tekanan yang disebabkan oleh paparan panas di dalam, suhu udara, suhu bola, kelembaban, dan kecepatan angin akan dimasukkan ke dalam persamaan HSI.

2.3. Ide Pemecahan Masalah

Setelah diperoleh hasil perhitungan nilai *Heat Stress Index* (HSI) aktual, maka dapat diusulkan perbaikan lingkungan kerja berupa penambahan ventilasi atau ruangan pendingin pada panel control mesin Flexo Giant 718. Dengan demikian dapat diusulkan perbaikan lingkungan kerja pada stasiun bengkel berupa penambahan turbin ventilator pada atap area produksi PT. X yang dapat membantu proses sirkulasi udara di area produksi mesin Flexo Giant 718 agar suhu di dalam ruangan dapat bersirkulasi dan panas berkurang sehingga meningkatkan kinerja dan *performance* operator dan pekerja Mesin Flexo Giant 718. Turbin ventilator merupakan alat yang bekerja untuk mensirkulasikan saluran udara yang ditempatkan diatas atap bangunan sebagai ventilasi untuk bangunan biasanya perumahan dan pabrik industri. Turbin ventilator biasa digunakan sebagai alternatif untuk sistem pendingin udara[10].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengumpulan Data Heat Stress pada area mesin Flexo Giant 718

Data pengamatan dan pengukuran yang dilakukan pada area mesin Flexo Giant 718 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Heat Stress

No.	Data Pengukuran	Alat Ukur	Hasil
1.	Kelembapan Udara (Rh)		55
2.	WGBT Indoor Temperature(°C)	Questemp 32	34,91
3.	Dry Bulb Temperature(°C)		30,2
4.	Wet Bulb Temperature(°C)		27,9
5.	Suhu Ruangan (Ta) (°C)	Thermometer	37,4
6.	Suhu Globe (Tg) (°C)		30
7.	Kecepatan Angin (m/s)	Anemometer	0,2

3.2. Pengolahan Data Heat Stress pada area mesin Flexo Giant 718

HSI (*Heat Stress Index*) dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$HSI = \frac{E_{req}}{E_{max}} \times 100\% \tag{1}$$

Rumus dari nilai untuk mencari HSI yaitu:

$$E_{req} = \text{Evaporasi yang dibutuhkan (Wm}^{-2}\text{)} \\ = M-R-C$$

$$E_{max} = \text{Evaporasi Maksimum (Wm}^{-2}\text{)} \\ = 7,0 v^{0,6} (56-pa) \text{ (Jika pekerja dalam keadaan berpakaian)} \\ = 11,7 v^{0,6} (56-pa) \text{ (Jika pekerja dalam keadaan tidak berpakaian)}$$

Pengolahan data untuk mencari nilai *Heat Stress* pada area mesin Flexo Giant 718 adalah sebagai berikut.

$$M = \text{Metabolic Rate}$$

Operator pada R bekerja pada area *Light Industry*, sehingga ditentukan M adalah 93 w/m²

Dikarenakan operator pada area mesin Flexo Giant 718 berpakaian maka digunakan rumus:

$tr = \text{suhu radian}$

$$tr = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{1,1 \times 10^8 v^{0,6}}{ed^{0,4}} \times (t_g - t_a) \right]^{0,25} - 273$$

$$tr = \left[(30 + 273)^4 + \frac{1,1 \times 10^8 0,2^{0,6}}{0,95 \times 0,0508^{0,4}} \times (30 - 37,4) \right]^{0,25} - 273$$

$$tr = 19,84506519$$

$$R = 4,4 (35 - tr)$$

$$R = 4,4 (35 - 19,84506519)$$

$$R = 66,68171316 \text{ Wm}^{-2}$$

$C = \text{Pelepasan konveksi panas persatuan luas (Wm}^{-2}\text{)}$

$$C = 4,6 v^{0,6} (35 - t_a) \text{ (berpakaian)}$$

$$C = 7,6 v^{0,6} (35 - t_a) \text{ (tidak berpakaian)}$$

Dikarenakan operator pada area mesin Flexo berpakaian maka digunakan rumus:

$$C = 4,6 v^{0,6} (35 - 37,4)$$

$$C = 4,6 \times 0,2^{0,6} (35 - 37,4)$$

$$C = -4,203267897 \text{ Wm}^{-2}$$

$P_{sa} = \text{Tekanan suhu udara (satu milibar, 1 mb = 0,1 KPa)}$

$$P_{sa} = \exp\left(18,956 - \frac{4030,18}{t_a + 235}\right)$$

$$P_{sa} = \exp\left(18,956 - \frac{4030,18}{37,4 + 235}\right)$$

$$P_{sa} = 63,98465 \text{ mb} \times 0,1 \text{ KPa}$$

$$P_{sa} = 6,398465 \text{ KPa}$$

$P_a = \text{Tekanan udara total}$

$$P_a = Rh \times P_{sa}$$

$$P_a = 55\% \times 6,398465 \text{ KPa}$$

$$P_a = 3,51915575$$

Dari perhitungan di atas maka akan didapat:

$$E_{req} = \text{Evaporasi yang dibutuhkan (Wm}^{-2}\text{)}$$

$$E_{req} = M - R - C$$

$$E_{req} = 93 - 66,68171316 - (-4,203267897)$$

$$E_{req} = 30,52155474 \text{ Wm}^{-2}$$

Dikarenakan operator pada area mesin Flexo Giant 718 berpakaian maka digunakan rumus:

$$E_{max} = \text{Evaporasi maksimum (Wm}^{-2}\text{)}$$

$$E_{max} = 7,0 v^{0,6} (56 - p_a)$$

$$E_{max} = 7,0 \times 0,2^{0,6} (56 - 3,51915575)$$

$$E_{max} = 139,8675123 \text{ Wm}^{-2}$$

Heat Stress Index pada kegiatan area produksi mesin Flexo Giant 718 dapat dilihat sebagai berikut.

$$HSI = \frac{E_{req}}{E_{max}} \times 100\%$$

$$HSI = \frac{30,52155474}{139,8675123} \times 100\%$$

$$HSI = 0,2182176135 \times 100\%$$

$$HSI = 21,82\%$$

Keterangan rentang nilai HSI aktual yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rentang Nilai HSI Aktual

HSI	Efek Paparan Panas	Dampak Kerja
-20	Tekanan dingin ringan	Pemulihan dari paparan panas
0	Tidak terjadi tekanan panas	Tidak ada
10-30	Tingkat ringan ke sedang	Sedikit terjadi pengaruh pada pekerjaan fisik, yang memungkinkan menurunnya <i>ability</i> kerja
40-60	Terjadi tekanan panas Tingkat sangat berat	Ancaman kesehatan bagi pekerja yang tidak layak, aklimitasi dibutuhkan
70-90	Terjadi tekanan panas, tingkat yang sangat berat	Pemilihan selektif kerja
100	Tekanan panas maksimal harian	Dapat ditoleransi apabila fit, aklimitasi pada pekerja muda
>100	Waktu paparan terbatas	Temperatur inti tubuh meningkat

Dikarenakan nilai HIS pada area produksi mesin Flexo Giant 718 sebesar 21,82 maka dapat diartikan efek paparan dengan tekanan ringan ke sedang, dan dampak kerja yaitu sedikit efek pada pekerjaan fisik, memungkinkan mobilitas berkurang. Usulan Perbaikan.

Nilai Heat Stress Index (HSI) senilai 21,82%, sehingga dapat diusulkan perbaikan lingkungan kerja pada area produksi berupa penambahan turbin ventilator pada atap area produksi PT. X yang dapat membantu proses sirkulasi udara di area mesin Flexo Giant 718 agar suhu di area kerja dapat bersirkulasi dan panas berkurang sehingga meningkatkan kinerja dan performance operator dan pekerja.

Berikut merupakan data spesifikasi turbin ventilator dimuat pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Turbin Ventilator

Tipe Turbin	Diameter Luar	Dimensi (cm)	Berat		Kapasitas Hisap (m ³ /menit)
			Alumunium (kg)	Stainless Steel (kg)	
L-45	45 cm / 18 inch	75 x 68 x 68	4,5	8,5	43,39
L-60	60 cm / 24 inch	100 x 86 x 86	8,5	13,5	75,36
L-75	75 cm / 30 inch	120 x 100 x 100	13,5	19,5	117,75
L-90	90 cm / 36 inch	140 x 130 x 130	19,5	27,0	169,56
L-105	105 cm / 42 inch	148 x 134 x 134	21,0	30,0	222,00

Jika kipas turbin yang ingin Anda gunakan adalah L-5 dengan kapasitas 3,39 m³/menit dan waktu sirkulasi 10 menit, jumlah yang disarankan adalah:

$$Volume_{bangunan} = p \times l \times t$$

$$Volume_{bangunan} = 180 m \times 9 m \times 5 m$$

$$Volume_{bangunan} = 8550 m^3$$

$$\text{Kapasitas turbin ventilator} = 43,99 m^3/\text{menit}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu sirkulasi} &= 10 \text{ menit} \\
 \text{Jumlah turbin ventilator} &= \frac{\text{jumlah volume}}{\text{kapasitas hisap} \times \text{waktu sirkulasi}} \\
 &= \frac{8550 \text{ m}^3}{43,93 \frac{\text{m}^3}{\text{menit}} \times 10 \text{ menit}} \\
 &= 19,70 \approx 20 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan turbin ventilator diperoleh jumlah turbin ventilator L-45 yang dibutuhkan yaitu sejumlah 20 unit dengan kapasitas hisap 43,35 m³/menit untuk waktu sirkulasi 10 menit.

Jika luas lantai pabrik PT. X adalah 1620 m² (180m x 9m), maka untuk luas ukuran minimal yang dipersiapkan untuk pembangunan ruangan ventilasi adalah 162 m².

Lubang ventilasi akan ditempatkan pada sisi bagian utara dan bagian barat bangunan. Ukuran sel ventilasi bukaan adalah 9m x 9m bagian dinding menghadap utara dan 9m x 9m pada dinding bagian barat. Lokasi lubang 4,75 m dari tanah. Hal ini dilakukan untuk menjaga privasi aktivitas di dalam suatu ruangan, sehingga tidak bisa untuk melihat apa yang terjadi pada *indoor area*.

4. Kesimpulan

Nilai *Heat Stress Index* yang didapat pada area Flexo Giant 718 sebesar 21,82 yang menandakan bahwa dampak kerja bagi pekerja sedikit efek pada pekerjaan fisik, memungkinkan mobilitas berkurang akibat efek paparan panas tekanan ringan ke sedang. Maka diberi suatu usulan penambahan ventilasi berupa turbin ventilator sebanyak 20 unit pada area bangunan mesin Flexo Giant 718 pada PT. X yang dapat menurunkan nilai heat stress indeks agar memperbaiki kualitas kerja para pekerja dengan ditambahnya bukaan ventilator dengan ukuran 9m x 9m yang merupakan salah satu pengelola kurang sirkulasi udara di dalam ruangan.

Referensi

- [1] H. Novriani Gultom and Nurmayasroh, "Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan," *Transekonomika Akuntansi, Bisnis dan Keuang.*, vol. 1, no. 2, pp. 191–198, 2021, doi: 10.55047/transekonomika.v1i2.36.
- [2] L. Lukas, L. F. Suoth, R. Wowor, F. Kesehatan, M. Universitas, and S. Ratulangi, "HUBUNGAN ANTARA SUHU LINGKUNGAN KERJA DAN JAM KERJA DENGAN STRES KERJA di PT . ADHI KARYA (PERSERO) TBK UNIT MANADO PROYEK UNIVERSITAS SAM RATULANGI PENDAHULUAN Data International Labour Organisation (ILO) Tahun 2015 menyatakan bahwa setiap 15 detik 1," vol. 7.
- [3] J. Wulandari and M. Ernawati, "Efek Iklim Kerja Panas Pada Respon Fisiologis Tenaga Kerja Di Ruang Terbatas," *Indones. J. Occup. Saf. Heal.*, vol. 6, no. 2, p. 207, 2018, doi: 10.20473/ijosh.v6i2.2017.207-215.
- [4] F. Ulfa and O. W. K. Handayani, "Masa Kerja, Beban Kerja, Konsumsi Air Minum dan Status Kesehatan dengan Regangan Panas pada Pekerja Area Kerja," *Higeia J. Public Heal. Res. Dev.*, vol. 2, no. 2, pp. 227–238, 2018.
- [5] S. Rinawati and W. Astuti, "Hubungan Tekanan Panas Dengan Kelelahan Dan Tekanan Darah Pada Pekerja Kerajinan Tembaga Wirun," *Pros. - Semnas Call Pap.*, no. ISBN:978-602-361-069-3, pp. 41–45, 2017.
- [6] I. M. S. Yasa, I. K. Darminta, and I. K. Ta, "Kontrol Heat Stress Index Ruangan Ayam Broiler Pada Periode Brooding Secara Otomatis Berbasis Arduino-Uno," *J. Poli-Teknologi*, vol. 18, no. 2, pp. 151–158, 2019, doi: 10.32722/pt.v18i2.1433.
- [7] K. C. Pandiangan, L. Nurul Huda, A. Jabbar, and M. Rambe, "Analisis Perancangan Sistem Ventilasi Dalam Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja Di Ruangan Formulasi Pt Xyz," *J. Tek. Ind. FT USU*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2013.
- [8] Gunawan and F. Ananda, "ASPEK KENYAMANAN TERMAL RUANG BELAJAR GEDUNG SEKOLAH MENENGAH UMUM di WILAYAH KEC.MANDAU," *J. Inovteknopolbeng*, vol. 7, no. 2, pp. 98–103, 2017.
- [9] L. N. Huda and K. C. Pandiangan, "Kajian Termal Akibat Paparan Panas dan Perbaikan Lingkungan Kerja," *J. Tek. Ind.*, vol. 14, no. 2, pp. 129–136, 2012.
- [10] S. Ra, "Kaji Eksperimental Penggunaan Wind Cup Turbin Ventilator Untuk Kenyamanan Ruangan Experimental Study of Use Wind Cup Turbine Ventilator for Room Confort," pp. 205–210, 2017.