

DESAIN PERBAIKAN LINGKUNGAN KERJA GUNA MEREDUKSI PAPARAN PANAS KERJA OPERATOR DI PT. XY

Imam Fadhilah Mukti¹, Listiani Nurul Huda², A. Rahim Matondang³

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155

Email: fadhilah_imam@yahoo.com¹; Email: listiani@usu.ac.id²; Email: a.rahim@usu.ac.id³

Abstract: PT. XY adalah sebuah perusahaan manufaktur pembuatan *spare part* dan perakitan mesin *screw press* dan *digester* yang digunakan pada pabrik kelapa sawit. Pada proses pembuatan produk tersebut telah terjadi paparan panas di lantai produksi berakibat ketidaknyamanan operator dalam bekerja. Berdasarkan penelitian awal diperoleh bahwa 90% operator merasa terganggu dengan paparan panas. Paparan panas tersebut pada penelitian ini diamati menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Pada metode kualitatif digunakan kuesioner sensasi termal dan efek paparan panas terhadap kinerja operator. Sedangkan pada metode kuantitatif, kondisi fisik termal seperti temperatur, kelembaban, dan kecepatan angin diukur menggunakan instrumen pengukuran. Salah satu efek akibat kondisi fisik termal tersebut terhadap operator dianalisa menggunakan *Heat Stress Index* (HSI). Hasil dari kedua metode yang digunakan dianalisa dan digunakan sebagai bahan untuk mendesain perbaikan lingkungan kerja operator. Adapun hasil kuesioner menunjukkan bahwa sekitar 92% operator merasakan sensasi panas terhadap lingkungan kerja dan efek yang timbul adalah sangat mengganggu pekerjaan. Hasil pengukuran temperatur di ruang kerja adalah berkisar 33.52⁰C dengan kecepatan angin yang sangat kecil sebesar 0.14m/s dan tingkat kelembaban sebesar 64.03%. Kondisi ini menunjukkan bahwa lingkungan kerja operator adalah benar terpapar panas dengan nilai HSI sebesar 92,4%. Nilai indeks tersebut sangat tinggi yang mengindikasikan bahwa para operator harus mendapatkan asupan air agar terhindar dari stres akibat panas yang dapat mengakibatkan stroke ringan. Desain perbaikan paparan panas dilakukan dengan penggunaan *turbin ventilator* sebanyak 5 unit. Diharapkan turbin tersebut mampu mereduksi temperatur sebesar 81% dan menurunkan nilai HSI sebesar 51,9%.

Keyword: Paparan Panas, Kenyamanan, Temperatur, Kecepatan Udara, Kelembaban, HSI

Abstract: PT. XY is a company manufacturing spare part and assembly of the machine screw press and digester used in the palm oil mill. In the process of manufacture of the product has occurred heat exposure on the production floor operators resulting discomfort in the works. Based on earlier research found that 90% of operators feel disturbed by exposure to heat. Heat exposure observed in this study using both qualitative and quantitative methods. In the qualitative method used questionnaire thermal perception and thermal effects on the performance of the operator are analyzed. While the quantitative method, the thermal physical conditions such as temperature, humidity, and wind speed were measured using measurement instruments. One of the effects caused by the thermal physical condition of the operators are analyzed using the Heat Stress Index (HSI). The results of the two methods used are analyzed and used as a material for design improvement of the working environment operator. The result is 92% operator felt the heat perception of the work environment and the resulting effect is very disturbing. The results of temperature measurement were in the range 33.52⁰C and wind speed is very small at 0.14m/s, the moisture level of 64.03%. This indicates that the environment of the operator is exposed to heat with heat stress index level is calculated at 92.4%. The index value is very high, which means the operator must obtain water intake in order to avoid heat stress (mild stroke). Design improvements heat exposure is done with the use of turbine ventilator of 5 units. Expected turbine is able to reduce the temperature by 81% and HSI values can be down 51.9%.

Keyword: Exposure to heat, comfort temperature, work environment

¹ Mahasiswa, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

² Dosen Pembimbing, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

1. PENDAHULUAN

Kondisi lingkungan kerja yang tidak nyaman dapat disebabkan antara lain oleh adanya paparan panas di lingkungan kerja. Paparan panas terjadi ketika tubuh menyerap atau memproduksi panas lebih besar daripada yang diterima melalui proses regulasi termal. Seperti dalam buku Parsons, *Human Thermal Environments* yang mengatakan “peningkatan suhu dalam tubuh yang berlebihan dapat mengakibatkan penyakit dan kematian”.

Indonesia mempunyai iklim tropis dengan karakteristik kelembaban udara yang tinggi (dapat mencapai 80%), temperatur udara relatif tinggi (dapat mencapai $\pm 35^{\circ}\text{C}$), serta radiasi matahari yang panas dan mengganggu. Kondisi termal tersebut dapat mempengaruhi kinerja pekerja baik yang bekerja di luar maupun di dalam bangunan. Efektivitas kinerja para pekerja di dua lokasi kerja tersebut sangat dipengaruhi oleh kenyamanan lingkungan kerja tempatnya berada terutama bagi para pekerja yang berada di dalam bangunan atau gedung. Beberapa penelitian yang berhubungan dengan kenyamanan temperatur di dalam ruangan telah banyak dilakukan, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Andrey Livchak yang berjudul “*The Effect of Supply Air System on Kitchen Thermal Environment*”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa faktor temperatur berpengaruh terhadap produktivitas pekerja. Jika temperatur ruangan meningkat 5.5% diatas tingkatan nyaman, akan menyebabkan penurunan produktivitas sebesar 30%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ora Ola Lina Manurung yang berjudul “Identifikasi Bahaya Paparan Panas Pada Pekerja Di Lingkungan Kerja Industri Strategis PT. X”, diperoleh hasil bahwa kontribusi paparan panas menimbulkan gangguan terhadap kesehatan, seperti penurunan tekanan darah 35% dan kenaikan suhu tubuh 89,2%. Apabila paparan panas dibiarkan terus menerus akan menyebabkan kelelahan fisiologis dan akan menyebabkan mekanisme kontrol ini tidak lagi bekerja, yang pada akhirnya akan menyebabkan timbulnya efek stres akibat kerja.

Pada penelitian ini, paparan panas yang terjadi pada salah satu perusahaan pembuatan *spare part* dan perakitan mesin *screw press* dan *digester* yang digunakan pada pabrik kelapa sawit diamati. Hasil pengukuran temperatur pada lantai produksi diperoleh bahwa temperatur berkisar antara 31 sampai 35°C . Berdasarkan nilai ambang batas pengendalian iklim kerja (panas) dari SNI No. 16-7063-2004 dan Kepmenkes No.51/MEN/1999 dinyatakan bahwa temperatur ruang kerja yang berada pada range $31-35^{\circ}\text{C}$ hanya diperbolehkan pekerja melakukan suatu pekerjaan dengan beban kerja ringan dengan waktu kerja yang hanya 25%. Artinya dalam sehari pekerja pada kondisi temperatur tersebut hanya diizinkan berada pada paparan panas sekitar 2 jam dan sebanyak sekitar 6 jam

berada di luar area paparan panas. Tetapi pada kenyataannya para pekerja terus menerus berada pada ruangan tersebut selama jam kerjanya (8-jam/hari). Kondisi lingkungan kerja ini diperburuk dengan ruangan yang tertutup dimana ventilasi udara tempat bersirkulasi udara adalah sangat kurang. Hal ini menyebabkan para pekerja berada pada kondisi lingkungan kerja yang di luar batas kenyamanan dalam bekerja. Berdasarkan hasil kuesioner diperoleh bahwa lebih dari 90% para pekerja merasa sangat panas dan gerah terhadap kondisi ruang kerja dan secara visualisasi fisik pekerja yang diamati telah terjadi pengeluaran keringat yang berlebihan. Dikhawatirkan jika kondisi ini dibiarkan terus menerus terjadi maka dapat berakibat pada gangguan kesehatan pada pekerja seperti timbulnya gejala dehidrasi. Oleh karena itu penelitian mengenai paparan panas ini perlu untuk dilakukan guna dilakukan perbaikan lingkungan kerja yang lebih nyaman dengan mereduksi paparan panas yang terjadi melalui *engineering control*.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif menggunakan kuisisioner termal dengan skala Likert untuk mendapatkan persepsi termal (paparan panas) di tempat produksi, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kuisisioner Termal

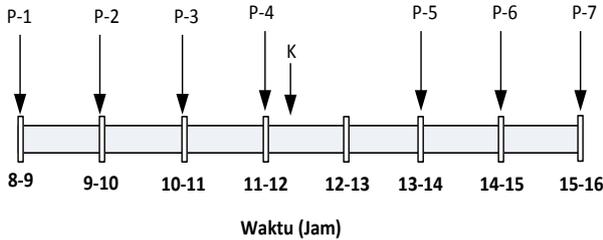
Nama :	Tinggi/Berat Badan:	cm/	kg
Jenis Kelamin :	Umur :	tahun	
Hari/Tanggal :	Kondisi Fisik :	sehat/sakit	
Waktu :			
Identifikasi Kondisi Termal Lingkungan Kerja			
I. Bagaimana sensasi ruangan yang anda rasakan saat ini?			
2. panas	1. hangat	0. netral	
II. Bagaimana kondisi Aliran udara yang saat ini anda rasakan?			
2. sangat tidak nyaman	1. cukup tidak nyaman		
0. nyaman	-1. cukup nyaman		
-2. sangat nyaman			
III. Bagaimana efek dari lingkungan kerja atau kondisi suhu udara menurut anda?			
2. sangat mengganggu	1. mengganggu	0. netral	
-1. cukup mendukung	-2. sangat mendukung		

Sedangkan metode kuantitatif digunakan dengan melakukan pengukuran temperatur udara, kelembaban dan kecepatan angin. Data temperatur dan kelembaban diambil menggunakan *4 in 1 Multi-Function Environment Meter*. Data kecepatan angin diambil menggunakan Anemometer. Titik-titik pengukuran dilakukan pada lokasi-lokasi yang berdekatan dengan sumber panas. Adapun subjek dalam penelitian ini adalah keseluruhan operator di bagian produksi yang berjumlah 12 orang yang keseluruhannya laki-laki dan berada dalam kondisi fisik dan mental yang baik serta

memahami masing-masing pekerjaannya dan tidak memiliki kelainan kesehatan.

2.1. Prosedur Pengumpulan Data

Mekanisme pengumpulan data yang disajikan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Prosedur Pengumpulan Data

Keterangan:

- P-1, P-2,..P-7 : Pengukuran temperatur udara, kecepatan angin, kelembaban
- K : Penyebaran Kuisisioner

Gambar 1 menunjukkan prosedur pengambilan data selama jam pengamatan setiap hari. Proses pengukuran data-data termal seperti temperatur udara, kecepatan angin dan kelembaban dilakukan dalam range 1 jam dan di mulai jam 8-pagi sampai jam 4-sore. Kuseioner termal dibagikan 1 kali sehari pada sekitar jam 12 siang mendekati jam istirahat. Dari data termal dan hasil kuesioner dilakukan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Analisa Kuesioner.
2. Perhitungan HSI menggunakan data termal
3. Rancangan reduksi paparan panas menggunakan Turbin Ventilator.

Rumusan *Heat Stress Index* (HSI) yang dipergunakan berasal dari buku *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods* oleh Neville Staton dkk yang ditunjukkan pada rumus 1 berikut.

$$Heat\ stress\ index\ (HSI) = \frac{E_{req}}{E_{max}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

- E_{sk} = Total penguapan kehilangan panas dari kulit ($W\ m^{-2}$)
- E_{max} = Maks. potensial penguapan per unit area ($W\ m^{-2}$)

2.2. Prosedur Desain Perbaikan

Desain perbaikan yang dibahas dalam hal ini adalah dengan perancangan turbin ventilator. Desain ini dipilih karena secara umum sering digunakan untuk pabrik

yang memiliki paparan panas dan sesuai dengan karakteristik kerja di dalam pabrik. Kebutuhan akan jenis dan jumlah turbin ventilator didasarkan pada hasil analisa data kualitatif dan kuantitatif yang diperoleh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan diuraikan pada bagian berikut ini.

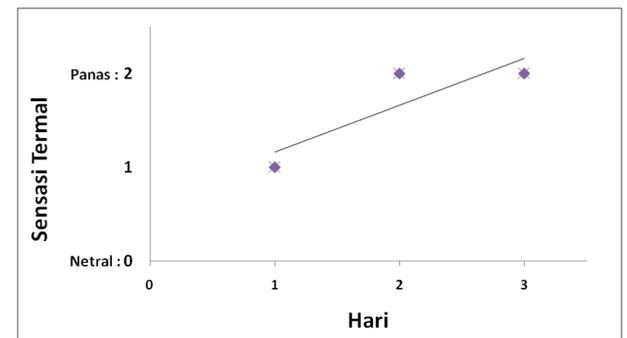
3.1. Hasil Kuesioner

Berdasarkan hasil data kuesioner dari 12 pekerja diperoleh persepsi termal pekerja seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kuesioner Sensasi Termal

Hari	Kuesioner Sensasi Termal											
	Operator											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2
2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2
3	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2

Dari tabel tersebut digambarkan tingkat kecenderungan rata-rata *votes* sensasi termal untuk setiap hari seperti ditunjukkan pada Gambar 2 yang menggambarkan bahwa sebesar 92% pekerja merasa sensasi yang panas terhadap lingkungan kerjanya. Tren grafik cenderung naik yang mengindikasikan bahwa semakin bertambah jam kerja per harinya maka sensasi termal akan semakin panas. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pancaran panas secara radiasi dari sumber-sumber mesin pembuatan produk yang dihasilkan perusahaan ditambah radiasi panas matahari ke atap pabrik yang terbuat dari bahan seng. Pada penelitian ini besaran radiasi ini tidak diamati.



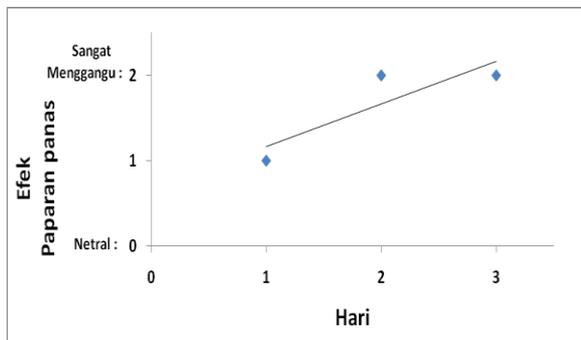
Gambar 2. Grafik Sensasi Termal Selama Pengamatan

Akibat dari sensasi termal yang panas dari operator maka efek yang ditimbulkannya adalah sangat

mengganggu pekerjaan dimana pekerja terus menerus mengeluarkan keringat dalam jumlah yang banyak selama melakukan pekerjaan. Biasanya keringat tersebut diseka menggunakan baju atau handuk untuk mendapatkan sensasi termal yang lebih rendah tetapi sering juga para pekerja keluar ruangan hanya sekedar mendapatkan kesejukan udara luar. Jika hal ini dibiarkan terus menerus diindikasikan akan dapat terjadi dehidrasi yang akhirnya akan mengganggu performansi kerja para pekerja tersebut. Data efek paparan panas terhadap pekerja ini untuk selama waktu pengamatan ditunjukkan pada Tabel 3 dan Grafik 3.

Tabel 3. Kuesioner Efek Paparan Panas

Kuesioner Efek Paparan Panas												
Hari	Operator											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2
2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2
3	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2



Gambar 3. Grafik Efek Paparan Panas Hari Pengamatan

Pada Gambar 3 ditunjukkan bahwa trend grafik menaik yang menggambarkan bahwa pertambahan jam kerja setiap hari mampu menaikkan efek gangguan lingkungan kerja terhadap pekerja. Dari data pengukuran yang dilakukan pada hari pertama cuaca di luar pabrik adalah mendung sedangkan pada hari kedua pengukuran adalah cerah. Efek pancaran matahari yang masuk ke dalam pabrik melalui radiasi atap pabrik cenderung mempengaruhi terjadinya paparan panas di lingkungan kerja lantai produksi selain radiasi mesin-mesin produksi.

3.2. Hasil Pengukuran Fisik Termal

Adapun hasil pengukuran fisik termal yang dilakukan meliputi pengukuran temperatur udara, kecepatan angin dan kelembaban udara. Ketiga pengukuran tersebut dilakukan di 12 titik yang berlokasi di sekitar sumber-sumber panas yaitu mesin-mesin produksi yang berdekatan dengan pekerja. Analisa terhadap ketiga data fisik tersebut diuraikan berikut.

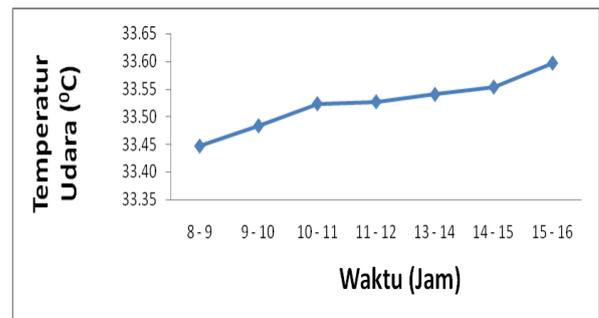
3.2.1. Temperatur Udara

Temperatur udara rata-rata pada tiap jam pengamatan ditunjukkan pada Tabel 4 yang digambarkan pada Grafik 4.

Tabel 4. Temperatur Udara Rata-rata

Waktu (jam)	Temperatur Udara ($^{\circ}$ C)
8-9	33.45
9-10	33.48
10-11	33.52
12-13	33.53
13-14	33.54
14-15	33.55
15-16	34.52

Tabel 4 menunjukkan bahwa kenaikan jam kerja mengakibatkan kenaikan temperatur udara. Rata-rata temperatur udara adalah sekitar $33,65^{\circ}$ C yang berarti temperatur udara benar-benar berada di atas nilai ambang batas iklim kerja yang ditetapkan oleh Kepmenkes KEP-51/MEN/1999 baik untuk pekerjaan ringan, sedang ataupun berat. Tindakan perbaikan lingkungan kerja sebaiknya dilakukan untuk mengantisipasi gangguan kesehatan terhadap pekerja.



Gambar 4. Grafik Temperatur dengan Waktu

Gambar 4 menunjukkan pada saat pagi hari kondisi lantai pabrik sudah mengalami paparan panas yang kondisinya terus meningkat seiring dengan tren garis temperatur udara yang naik terhadap waktu. Pertambahan temperatur ini kemungkinan disebabkan karena udara panas yang bergerak naik ke atas terperangkap dan berakumulasi di bagian paling atas bangunan dan terperangkap disebabkan kurangnya ventilasi udara dan ruangan produksi yang cenderung tertutup.

3.2.2. Kecepatan Angin

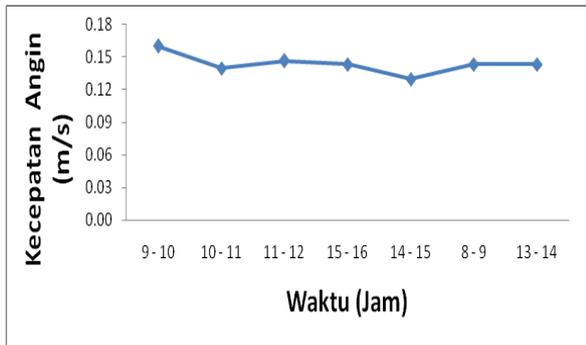
Data kecepatan angin selama hari pengamatan berkisar $0,14$ m/sec seperti ditunjukkan pada Tabel 5. Pada tabel tersebut ditunjukkan bahwa kecepatan angin dalam ruangan sangat kecil. Hal ini mengindikasikan

bahwa kecepatan angin yang kecil tidak mampu mengeluarkan paparan panas dari lantai produksi.

Tabel 5. Kecepatan Angin Rata-rata

Waktu (jam)	Temperatur Udara (⁰ C)
8-9	0.16
9-10	0.14
10-11	0.15
12-13	0.14
13-14	0.13
14-15	0.14
15-16	0.14

Tabel 5 di atas digambarkan secara grafik pada Gambar 5 yang menunjukkan bahwa tren garis kecepatan udara cenderung konstan dan tidak terlalu berfluktuasi. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan udara setiap hari adalah mendekati konstan.



Gambar 5. Grafik Kecepatan Angin dengan Waktu

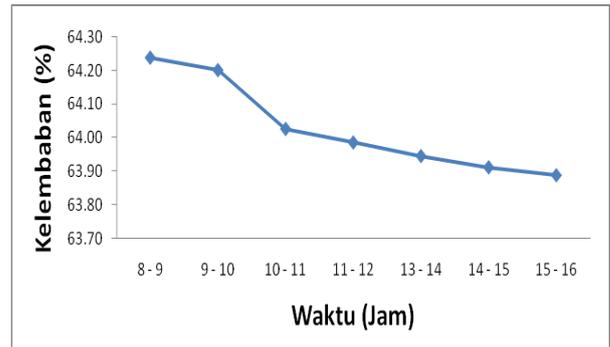
3.2.3. Kelembaban Udara

Berdasarkan data yang diperoleh, maka kecepatan angin rata-rata pada tiap jamnya dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Kelembaban Rata-rata

Waktu (jam)	Temperatur Udara (⁰ C)
8-9	64.24
9-10	64.20
10-11	64.03
12-13	63.99
13-14	63.95
14-15	63.91
15-16	63.89

Dari pengukuran kelembaban menunjukkan bahwa kelembaban mengalami penurunan, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Kelembaban dengan Waktu

Pada grafik digambarkan bahwa kelembaban udara pada lantai produksi menunjukkan tren garis yang menurun terhadap waktu. Hal ini disebabkan karena temperatur udara di lantai produksi semakin naik seiring pertambahan jam kerja akibatnya kelembaban menjadi menurun.

Dari hasil-hasil gambaran di atas dapat diketahui bahwa ruang kerja pembuatan spare parts dan mesin-mesin *screw press* dan *digester* pada lantai produksi benar-benar terpapar panas sehingga para pekerja yang berada di dalamnya dapat mengalami stress kerja akibat panas. Salah satunya adalah pengeluaran keringat yang berlebihan akibat proses metabolisme tubuh selama bekerja. Jika hal ini dibiarkan terus menerus terjadi selama jam kerja yang efektif lebih dari 6 jam, maka dikhawatirkan akan mengakibatkan efek paparan panas berupa dehidrasi atau kekurangan cairan tubuh yang akhirnya dapat menjadi pemicu terjadinya *stroke* ringan.

3.3. Heat Stress Index (HSI)

Tingkat stress kerja akibat paparan panas pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan indeks yang disebut *Heat Stress Index* (HSI). beberapa asumsi digunakan pada perhitungan ini. Nilai HSI yang dianalisis adalah berdasarkan perhitungan menggunakan rumus 1 yang telah disebutkan sebelumnya.

Kebiasaan yang dibutuhkan untuk keseimbangan (E_{req}) = 81,6788 Wm⁻²

Penguapan maksimum (E_{max}) = 90,553

$$\text{Heat stress index (HSI)} = \frac{E_{req}}{E_{max}} \times 100\%$$

$$\text{Heat stress index (HSI)} = \frac{81,6788}{90,553} \times 100\%$$

$$\text{Heat stress index (HSI)} = 90,2 \%$$

Rekapitulasi hasil penilaian HSI ditunjukkan pada Tabel 7. Rata-rata nilai HSI untuk ketiga hari adalah berkisar 90%. Berdasarkan tabel HSI menurut American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) dikatakan bahwa nilai HSI mencapai 90% adalah suatu kondisi yang sangat cenderung menimbulkan efek stress kerja dan hanya sebagian kecil pekerja yang dapat bertahan kerja dalam kondisi tersebut. Diperlukan program kesehatan seperti jadwal minum air untuk menjaga stamina tubuh dan dibutuhkan *engineering control* untuk mereduksi temperatur ruang kerja agar paparan panas dapat dikurangi. Oleh karena itu langkah-langkah perbaikan yang dilakukan antara lain dengan memberikan jadwal minum bagi para pekerja di lantai produksi setiap 1-2 jam sekali untuk menjaga cairan tubuh tetap terkontrol. Sedangkan langkah-langkah perbaikan secara *engineering control* diuraikan pada bagian berikut.

Tabel 7. Hasil Rekapitulasi Perhitungan HSI

Hr	Temp. Udara (°C)	Kec. Udara (m/s)	Rh (%)	E_{req}	E_{max}	HSI (%)
1	33,32	0,15	65,21	81,6788	90,553	90,2
2	33,34	0,14	63,33	81,7677	94,42	85,8
3	33,91	0,14	63,55	82,7719	89,677	92,4

3.4. Perbaikan Lingkungan Kerja

Perbaikan lingkungan kerja dilakukan melalui secara *engineering control* yaitu dengan perancangan turbin ventilator. Cara kerja turbin ventilator adalah turbin akan berputar dengan hembusan angin yang lemah sekalipun, tetapi juga mampu menahan angin berkecepatan tinggi. Berputarnya turbin ventilator juga disebabkan karena adanya perbedaan tekanan udara di dalam dan di luar ruangan, dimana secara alamiah udara panas di dalam dan di luar ruangan akan mengalir dan menekan keluar melalui sirip-sirip turbin dan membuat turbin ventilator berputar. Dengan demikian, ada atau tidak ada angin turbin ventilator akan selalu berputar menghisap udara panas dalam ruangan. Jadi, hemat listrik karena tidak memerlukan daya arus listrik sama sekali.

Cara perhitungan jumlah turbin yang dibutuhkan menggunakan rumusan berikut:

Penyelesaian:

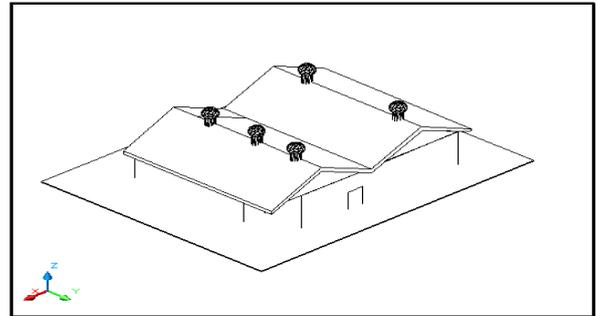
- Volume Ruangan (VR)
= Volume Balok + 2x Volume Prisma.....(2)

maka :

$$\begin{aligned}
 &= (p \times l \times t) + 2 (\text{Luas alas} \times t) \\
 &= (50 \times 25 \times 8) + 2 (1/2 \times 25 \times 2 \times 25) \\
 &= 11250 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bila tipe turbin yang digunakan adalah *Cyclone Turbine Ventilator Type C-45* JKS, dengan spesifikasi: diameter = 45cm, Dimensi: 75 x 68 x 68 cm, Berat 4,5kg s/d 8,5kg, dan kapasitas hisap 2543,4 m³/jam. Frekuensi pergantian udara dalam 1 jam adalah 1 kali.

- Maka jumlah turbin yang dibutuhkan adalah: 11250/2543,4 = 4,43 ≈ 5 buah. Adapun hasil perancangan /penginstalasian turbin ventilator tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Perancangan Turbin Ventilator di Lantai Produksi

Dengan dilakukan pemasangan turbin ventilator tersebut, maka mampu mereduksi temperatur udara sebesar 81% dan menurunkan nilai HSI sebesar 51.9%. Adapun perhitungan yang dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

Kebasahan yang dibutuhkan untuk keseimbangan (E_{req}) = 71.9194 Wm⁻²

Penguapan maksimum (E_{max}) = 138.5730

$$\text{Heat stress index (HSI)} = \frac{E_{req}}{E_{max}} \times 100\%$$

$$\text{Heat stress index (HSI)} = \frac{71.9194}{138.5730} \times 100\%$$

$$\text{Heat stress index (HSI)} = 51,9\%$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa temperatur sangat mempengaruhi lingkungan kerja mengenai masalah panas dilantai produksi yang dapat menimbulkan paparan panas bagi para pekerja. Penyebab paparan panas di lantai produksi adalah kurangnya ventilasi dan kecepatan angin yang mengakibatkan panas yang terus berakumulasi di lantai produksi. Oleh karena itu perlunya dilakukan perancangan untuk mengatur udara yang ada di dalam pabrik yaitu dengan memberikan turbin ventilator. Perancangan turbin ventilator yang

dibutuhkan sebanyak 5 buah, dimana *turbin ventilator* yang digunakan *Cyclone Turbine Ventilator Type C-45*, dengan spesifikasi: diameter = 45cm, Dimensi: 75 x 68 x 68 cm, Berat 4,5kg s/d 8,5kg, dan kapasitas hisap 2543,4m³/jam. Nilai *Heat Stress Index* adalah 92,4 % pada pekerja di lantai produksi, yang artinya beban panas yang sangat tinggi sehingga akan memberikan dampak negatif terhadap kesehatan operator dan perlu diberikannya asupan air setiap 1-2 jam sekali untuk menjaga cairan tubuh tetap terkontrol serta perlunya melakukan pemeriksaan medis. Setelah dilakukan perancangan turbin *ventilator* sebanyak 5 buah, maka nilai HSI berkurang menjadi 51,9 %.

Daftar Pustaka

- ASHRAE, 1989a, *Physiological principles, comfort and health, in Fundamentals Handbook*, Atlanta.
- Livchak, Andrey. 2005. *The Effect of Supply Air System on Kitchen Thermal Environment*,
- Parsons, K. 2003. *Human Thermal Environments: The Effect of Hot, Moderate and Cold Environment on Human Health, Comfort and Performance*. Second Edition. London: Taylor & Francis.
- Satwiko, Prasasto. 2009. *Fisika Bangunan*. Yogyakarta: Andi
- Stanton, Neville. 2005. *Handbook of Human Factor and Ergonomic Method*. USA: CRC Press.
- Walpole, E. Ronald. 1992. *Pengantar Statistika Edisi Ke 3*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama