

Pengaruh Suhu Dan Kelembapan Terhadap Denyut Nadi Operator Kamar Mesin Di Pabrik Kelapa Sawit PT XYZ

The Effect of Temperature and Humidity On The Pulse of Machine Room Operators In The PT XYZ

Mahyunis^{1*}, Padamulia Raja¹, M Fahmi Fatm Lubis¹

¹Prodi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Institut Teknologi Sawit Perkebunan, Medan Estate, Indonesia

*Corresponding author: mahyunis@itsi.ac.id

Diterima: 09-07-2024

Disetujui: 07-08-2024

Dipublikasikan: 31-08-2024

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Pabrik kelapa sawit memiliki beberapa stasiun kerja yang berperan dalam mengolah kelapa sawit menjadi Crude Palm Oil (CPO). Berdasarkan Keputusan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 5 Tahun 2018, suhu ideal di area kerja industri adalah 23-26°C. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur suhu dan kelembapan di kamar mesin serta denyut nadi operator saat istirahat dan bekerja menggunakan metode kuantitatif. Pengukuran dilakukan pada pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 di empat titik pengamatan. Hasil menunjukkan suhu tertinggi mencapai 32,75°C, melebihi batas standar yang ditetapkan, dengan kelembapan rata-rata >80%, juga melampaui standar industri (40-60%). Kondisi ini mengindikasikan perlunya peningkatan ventilasi dan penggunaan perangkat seperti exhaust fan dan dehumidifier untuk menurunkan suhu dan kelembapan. Pemasangan alat pengatur suhu dan kelembapan real-time diusulkan untuk meningkatkan kondisi kerja di kamar mesin.

Kata Kunci: Denyut Nadi, Kamar Mesin, Kelembapan, Suhu

Abstract

A palm oil mill has several workstations involved in processing palm oil into Crude Palm Oil (CPO). According to the Indonesian Minister of Manpower Decree No. 5 of 2018, the ideal temperature in industrial work areas is 23-26°C. This study aims to measure the temperature and humidity in the engine room, as well as the operators' pulse rates during rest and work, using a quantitative method. Measurements were taken at 09:00, 12:00, and 15:00 at four observation points. The results showed that the highest temperature reached 32.75°C, exceeding the standard limit, with an average humidity of >80%, also surpassing the industrial standard (40-60%). These conditions indicate the need for improved ventilation and the use of devices such as exhaust fans and dehumidifiers to reduce temperature and humidity. The installation of real-time temperature and humidity control devices is proposed to enhance working conditions in the engine room.

Keywords: Pulse, Engine Room, Humidity, Temperature

1. Pendahuluan

Potensi bahaya di tempat kerja masih banyak ditemukan yang dapat mengakibatkan kerugian bagi banyak pihak baik perusahaan, pekerja lingkungan kerja, maupun bagi masyarakat sekitar. Angka kecelakaan kerja yang terjadi di tempat kerja meningkat setiap tahunnya hingga ribuan kasus, mulai dari kerusakan materi, gangguan produksi, hingga menimbulkan korban jiwa. Data *International Labour Organization* (ILO) pada tahun 2013 mengatakan bahwa setiap 15 detik

1 pekerja meninggal dunia yang diakibatkan karena kecelakaan kerja dan 160 pekerja mengalami sakit akibat kerja. ILO mencatat pada tahun 2012 terdapat 20 juta kasus angka kematian setiap tahun yang dikarenakan kecelakaan dan penyakit akibat kerja (Departemen Kesehatan RI, 2014).

Faktor yang paling mempengaruhi pekerja dalam melakukan pekerjaannya adalah lingkungan kerja fisik. Lingkungan kerja fisik yang baik akan menimbulkan rasa yang aman, nyaman dan tenang bagi pekerja sehingga dapat meningkatkan kinerja. Beberapa faktor yang mempengaruhi lingkungan kerja fisik yaitu kebisingan, sirkulasi udara, pencahayaan, bau, getaran, suhu dan lain-lain.

Temperatur yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) akan mengakibatkan panas yang dapat mempengaruhi performansi kerja dan kesehatan pekerja. (Huda & Pandiangan, 2012) dalam penelitiannya mengatakan bahwa temperatur ruang kerja yang terlalu panas dapat mengakibatkan cepat timbul rasa lelah dan cenderung membuat banyak kesalahan yang bisa menurunkan prestasi kerja. Temperatur yang tinggi dalam ruangan kerja dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya, kondisi ruangan, mesin-mesin ataupun alat yang mengeluarkan panas serta panas yang bersumber dari sinar matahari yang memanasi atap pabrik kemudian menimbulkan radiasi kedalam ruangan kerja produksi.

Pabrik kelapa sawit (PKS) memiliki beberapa stasiun kerja dalam memproses kelapa sawit menjadi *Crude Palm Oil* (CPO). Stasiun kerja dalam proses pengolahan terdiri dari timbangan, sortasi, *loading ramp*, stasiun perebusan (*sterilizer*), stasiun penebah (*thresher*), stasiun kempa, stasiun pemurnian minyak, stasiun biji, kamar mesin, ketel uap (*boiler*) dan *water treatment* (Erliana & Suhada Sinaga, 2020). Menurut standard temperature pada area kerja industri dengan Keputusan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja berada pada kisaran 23-26°C. Temperatur yang dihasilkan tersebut dipengaruhi oleh paparan panas dari turbin uap. Salah satu pekerjaan yang dilakukan oleh operator kamar mesin adalah memperhatikan tekanan uap yang berasal dari pembakaran tungku *boiler*. Operator yang bekerja selama 8 jam kerja per hari pada lingkungan kerja yang panas akan mengeluarkan keringat yang berlebihan sehingga menyebabkan pekerja terlalu sering beristirahat pada saat melakukan kegiatan tersebut yang berakibat terhadap produktivitas operator menurun. Berdasarkan kondisi ini maka penting suatu kajian agar operator pada bagian kamar mesin pengolahan kelapa sawit dapat bekerja dengan nyaman dan kondisi tubuh dapat menyeimbangkan dengan kondisi lingkungan kerja.

2. Metode

2.1 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 hari yang dimulai pada tanggal 11-16 Desember 2023 dengan lokasi penelitian di salah satu Pabrik Kelapa Sawit di Provinsi Sumatera Utara.

2.2 Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk mendapatkan data primer. Data-data substansi atau angka tersebut sebagai bahan perbandingan maupun bahan rujukan dalam menganalisis secara deskriptif.

2.3 Bahan dan alat

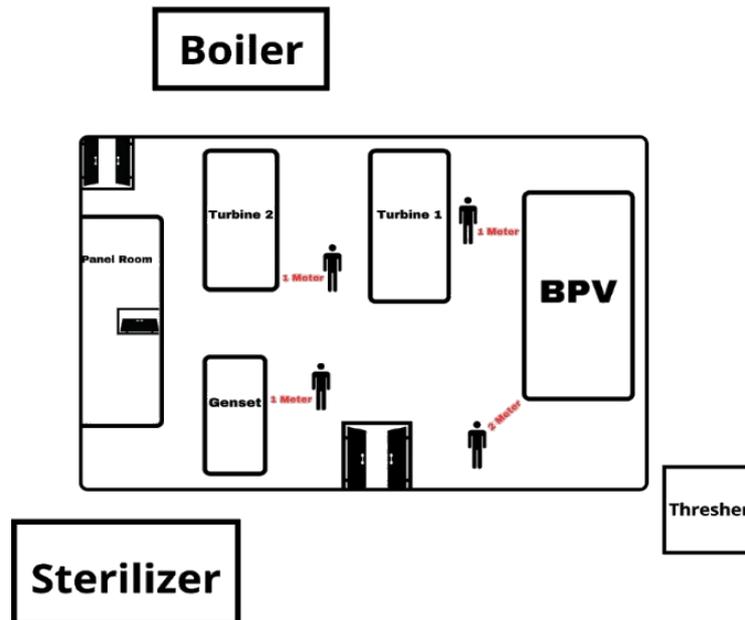
Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu kamar mesin, *hygrometer* digital, *oximeter* digital, alat tulis, kamera, alat pelindung diri (APD), pita meter dan operator kamar mesin.

2.4 Tahapan penelitian

Adapun tahapan yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian sebagai berikut:

A. Penentuan titik pengamatan

Titik pengamatan dilakukan pada 4 titik di dalam kamar mesin



Gambar 1. Layout titik pengamatan Suhu dan Kelembapan

B. Pengukuran suhu dan kelembapan

Dilakukan pada 3 waktu dalam 1 hari (09.00, 12.00, dan 15.00 WIB) selama 6 hari.

C. Pengukuran denyut nadi

Dilakukan pengukuran DNI, DNK dan DNM.

$$DNM = 220 - \text{umur}$$

Keterangan:

DNM = Denyut Nadi Maksimum (bpm)

220 = Ketetapan

D. Perhitungan beban kerja

$$Y = 1,80411 - 0,0229038 (X) + 4,71733 \times 10^{-4} (X^2)$$

Keterangan:

X = Denyut Nadi Kerja (DNK) operator (bpm)

Y = Konsumsi energi operator

E. Perhitungan cardiovascular load

$$\%CVL = \frac{100 \times (dnk - dni)}{dnm - dni}$$

Keterangan:

DNK = Denyut Nadi Kerja (DNK) operator (bpm)

DNI = Denyut Nadi Istirahat (bpm)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data operator

Tabel 1. Data Operator Kamar Mesin

No	Nama	Usia	Masa Kerja	Tamatan
1	Herwanto	39	12 tahun	SMA
2	Dede Priyo Sudarmo Purba	45	15 tahun	D3

3.2 Suhu dan Kelembapan

Tabel 2. Hasil Pengukuran Suhu Ruang Kamar Mesin

Hari	Suhu Ruang(°C)		
	09.00	12.00	15.00
1	30,65	32,75	30,92
2	31,00	31,70	31,37
3	29,82	31,70	31,95
4	30,52	31,07	31,97
5	31,92	31,92	31,80
6	31,60	32,00	31,67
Rerata	30,92	31,86	31,61

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kelembapan Udara Kamar Mesin

Hari	Kelembapan Udara (%)		
	09.00	12.00	15.00
1	81,25	80,50	80,00
2	79,00	79,50	80,00
3	88,00	87,25	87,25
4	82,75	83,00	80,75
5	79,25	80,75	79,25
6	80,00	80,00	79,50
Rerata	81,71	81,83	81,12

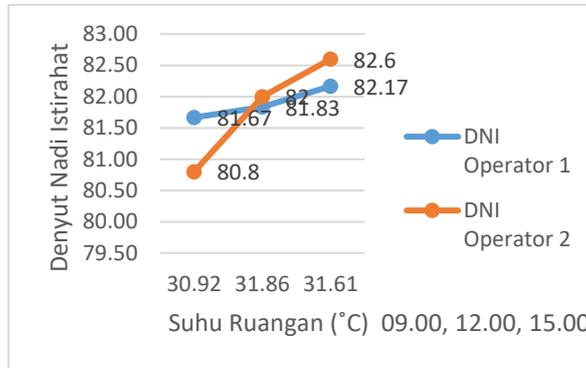
Suhu ruangan di kamar mesin yang tertinggi yaitu pada pukul 12.00 WIB dengan rata-rata 31,86°C, bahkan ada yang mencapai 32,75°C. Menurut standard temperatur pada area kerja industri dengan Keputusan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja berada pada kisaran 23-26°C. Sedangkan untuk pengukuran kelembapan udara dapat dilihat bahwa dari rata-rata yang ada, ketiganya menunjukkan >80% yang artinya tidak ideal. Hal ini dikarenakan tingkat kelembapan udara (*Relative Humadity* – RH) yang direkomendasikan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 5 Tahun 2008 berada pada kisaran 40% s.d 60% sebagai tingkat yang ideal. Dengan demikian kedua kondisi tersebut menunjukkan nilai yang tidak ideal.

3.3 Denyut Nadi

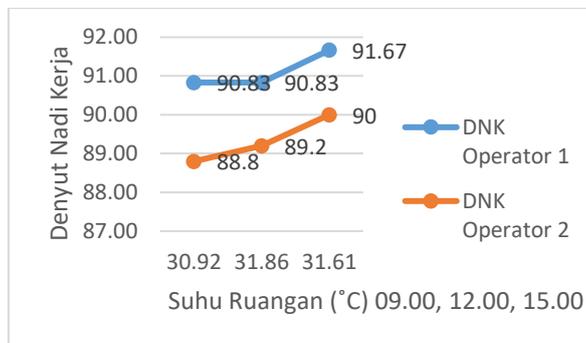
Tabel 4. Data Denyut Nadi Operator Kamar Mesin

Operator	Hari	Denyut Nadi (bpm)						DNM
		09.00		12.00		15.00		
		DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	
1	1	80	85	81	86	80	87	182
	2	81	86	82	87	80	85	
	3	80	89	80	90	82	90	
	4	79	90	81	89	82	90	
	5	82	97	82	98	80	100	
	6	88	98	85	95	89	98	
2	1	78	82	80	84	81	82	176
	2	82	87	83	88	82	89	
	3	80	89	81	90	80	91	
	4	79	90	81	89	82	90	
	5	85	96	85	95	88	98	
	6	87	98	89	100	85	97	

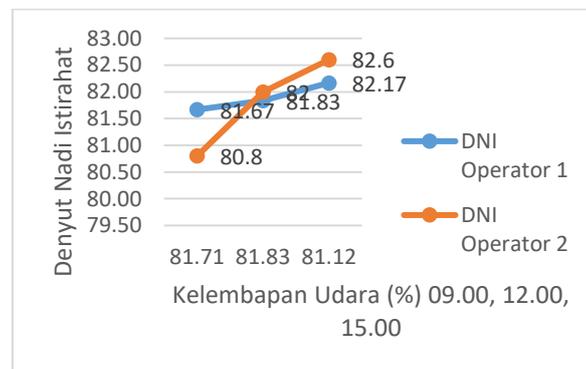
Berdasarkan laporan Kementerian Kesehatan, denyut nadi normal untuk usia orang dewasa yaitu 60-100 kali per menit. Dari dua kondisi diatas yaitu nilai temperatur kerja dan kelembapan tidak ideal bisa berdampak pada kondisi denyut nadi yang tidak normal. Namun data yang diperoleh menunjukkan denyut nadi berada dalam kondisi normal. Dalam hal ini disebabkan lingkungan kerja di PKS XYZ tersebut dalam kategori memenuhi standart Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).



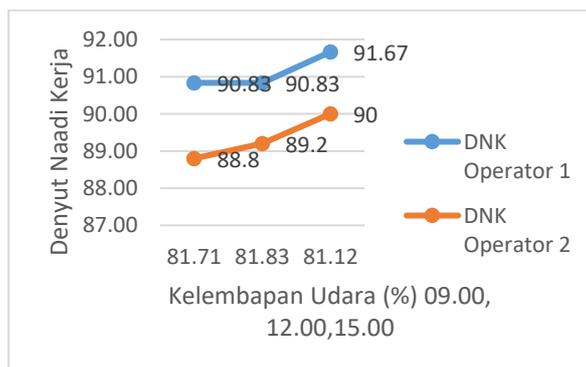
Gambar 2. Grafik Suhu Ruangan Terhadap Denyut Nadi Istirahat Operator



Gambar 3. Grafik Suhu Ruangan Terhadap Denyut Nadi Kerja Operator



Gambar 4. Grafik Kelembapan Udara Terhadap Denyut Nadi Istirahat Operator



Gambar 5. Grafik Kelembapan Udara Terhadap Denyut Nadi Kerja Operator

Dari Gambar 1, 2, 3 dan 4 menunjukkan bahwa suhu dan kelembapan dalam kamar mesin dengan waktu berbeda yang dipengaruhi oleh denyut nadi istirahat maupun denyut nadi kerja operator, bahwa semakin lama bekerja maka denyut nadi akan semakin meningkat terlihat dari grafik

3.4 Perhitungan Beban Kerja Operator

Tabel 5. Konsumsi Energi Operator Kamar Mesin

Operato r	Hari	Waktu	DNK	E (Kkal/menit)	Kategori Beban Kerja
1	1	09.00	85	3,26	Ringan
		12.00	86	3,32	Ringan
		15.00	87	3,38	Ringan
	2	09.00	86	3,32	Ringan
		12.00	87	3,38	Ringan
		15.00	85	3,26	Ringan
	3	09.00	89	3,50	Ringan
		12.00	90	3,56	Ringan
		15.00	90	3,56	Ringan
	4	09.00	90	3,56	Ringan
		12.00	89	3,50	Ringan
		15.00	90	3,56	Ringan
	5	09.00	97	4,02	Ringan
		12.00	98	4,09	Ringan
		15.00	100	4,23	Ringan
	6	09.00	98	4,09	Ringan
		12.00	95	3,88	Ringan
		15.00	98	4,09	Ringan
2	1	09.00	82	3,09	Ringan
		12.00	84	3,21	Ringan
		15.00	82	3,09	Ringan
	2	09.00	87	3,38	Ringan
		12.00	88	3,44	Ringan
		15.00	89	3,50	Ringan
	3	09.00	89	3,50	Ringan
		12.00	90	3,56	Ringan
		15.00	91	3,63	Ringan
	4	09.00	90	3,56	Ringan
		12.00	89	3,50	Ringan
		15.00	90	3,56	Ringan
	5	09.00	96	3,95	Ringan
		12.00	95	3,88	Ringan
		15.00	98	4,09	Ringan
	6	09.00	98	4,09	Ringan
		12.00	100	4,23	Ringan
		15.00	97	4,02	Ringan
Rerata				3,63	Ringan

Dari Tabel 5 dan 6 diperoleh perhitungan konsumsi energi yang didapat dengan hasil nilai rata-rata E = 3,63 kkal/menit dan nilai rata-rata %CVL = 9,03 (tidak terjadi kelelahan) dikategorikan bahwa beban kerja operator kamar mesin merupakan beban kerja ringan dan tidak terjadi kelelahan dalam melakukan aktivitas pekerjaannya. Hal ini dikarenakan operator hanya menghidupkan dan mengontrol mesin.

Tabel 6. Hasil Perhitungan % CVL dengan Klasifikasi Beban Kerja Operator Kamar Mesin

Operator	Hari	Waktu	% CVL	Kategori
1	1	09.00	4,90	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	4,95	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	6,86	Tidak terjadi kelelahan
	2	09.00	4,95	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	5,00	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	4,90	Tidak terjadi kelelahan
	3	09.00	8,82	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	9,80	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	8,00	Tidak terjadi kelelahan
	4	09.00	10,68	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	7,92	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	8,00	Tidak terjadi kelelahan
	5	09.00	15,00	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	16,00	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	20,00	Tidak terjadi kelelahan
	6	09.00	10,63	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	10,31	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	9,69	Tidak terjadi kelelahan
2	1	09.00	4,08	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	4,17	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	1,05	Tidak terjadi kelelahan
	2	09.00	5,32	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	5,38	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	7,45	Tidak terjadi kelelahan
	3	09.00	9,37	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	9,47	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	11,46	Tidak terjadi kelelahan
	4	09.00	11,34	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	8,42	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	8,51	Tidak terjadi kelelahan
	5	09.00	12,09	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	10,99	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	11,36	Tidak terjadi kelelahan
	6	09.00	12,36	Tidak terjadi kelelahan
		12.00	12,64	Tidak terjadi kelelahan
		15.00	13,19	Tidak terjadi kelelahan
Rerata			9,03	Tidak terjadi kelelahan

3.5 Analisa dampak suhu dan kelembapan terhadap denyut nadi

3.5.1 Dampak langsung terhadap manusia

1. Kulit Gatal

suhu tinggi dan kelembapan yang tinggi menciptakan kondisi yang ideal bagi pertumbuhan jamur dan bakteri pada kulit. Jamur seperti jamur ragi dapat berkembang biak dengan cepat di kulit yang lembap, menyebabkan iritasi dan infeksi yang dapat membuat kulit gatal. Kelembapan yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan saluran udara, membran mukosa, tenggorokan, dan kulit kering dan gatal (Sandy & Safirin, 2023).

2. Berkeringat

Ketika suhu di sekitar naik, kelenjar keringat di kulit mulai aktif. Kelenjar keringat berperan dalam proses termoregulasi tubuh, membantu mendinginkan tubuh saat suhu lingkungan meningkat. Ketika suhu tubuh naik, sistem saraf pusat memerintahkan kelenjar keringat untuk memproduksi keringat. Keringat yang diproduksi kemudian menyebar di permukaan kulit dan menguap, mengambil panas dari tubuh dan mendinginkannya. Sejalan dengan pendapat (Rezalti & Susetyo, 2020) bahwa kelembapan pada kondisi yang tidak nyaman memudahkan penguapan keringat saat bekerja.

3. Mata Perih

Secara ilmiah, mata yang terpapar panas berlebihan akan mengalami penguapan cairan mata lebih cepat, menyebabkan kekeringan pada permukaan kornea dan konjungtiva. Kekeringan ini dapat memicu iritasi dan rasa perih. Selain itu, kelembapan tinggi dapat memperburuk keadaan dengan memfasilitasi pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti bakteri dan jamur, yang dapat menyebabkan infeksi mata. Partikel debu dan uap kimia yang mungkin ada di udara ruang mesin juga dapat menjadi iritan tambahan yang memperparah kondisi mata perih.

3.5.2 Dampak Langsung Pada Lingkungan

1. Lantai licin

Suhu dan kelembapan yang tinggi dapat menjadi penyebab utama terjadinya lantai licin di lingkungan kerja. Ketika suhu naik, kelembapan udara cenderung meningkat, yang pada gilirannya dapat menyebabkan keringat berlebih pada kulit pekerja dan permukaan lantai. Pada lantai yang tidak memiliki pengeringan yang memadai atau ventilasi yang cukup, kelembapan dapat menumpuk, membuat permukaan lantai menjadi basah dan licin.

2. Dinding Berjamur

Jamur pada dinding dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, termasuk alergi, gangguan pernapasan, dan iritasi kulit. Beberapa jenis jamur juga dapat menghasilkan toksin yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Selain itu, jamur juga merusak struktur dinding, menyebabkan kerusakan pada cat atau lapisan dinding, bahkan bisa merusak material bangunan seperti kayu atau plester.

4. Kesimpulan

1. Suhu yang diperoleh dari pengukuran didapatkan hasil dengan rata-rata tertinggi 31,86°C pada waktu pengukuran pukul 12.00 WIB dan suhu tertinggi berdasarkan hasil pengukuran didapatkan pada hari pertama yaitu 32,75°C pukul 12.00 WIB. Hal ini menunjukkan bahwa suhu di kamar mesin melebihi standard kerja pada area industri yaitu 23 s.d 26°C.
2. Kelembapan udara yang diperoleh dari pengukuran didapatkan hasil rata-rata >80%. Hal ini menunjukkan bahwa kelembapan udara di kamar mesin tidak ideal karena melebihi kelembapan udara yang direkomendasikan oleh keputusan menteri nomor 5 tahun 2018 40%-60%.
3. Perhitungan konsumsi energi operator yang didapat dengan hasil nilai rata-rata $E = 3,63$ kkal/menit dan nilai rata-rata %CVL = 9,03 (tidak terjadi kelelahan) dikategorikan bahwa beban kerja operator kamar mesin merupakan beban kerja ringan dan tidak terjadi kelelahan dalam melakukan aktivitas pekerjaannya.
4. Dampak suhu dan kelembapan terhadap denyut nadi yang ditimbulkan secara langsung pada manusia yaitu kulit gatal, berkeringat dan mata perih. Dampak langsung yang ditimbulkan pada lingkungan yaitu lantai licin dan dinding berjamur.

Daftar Pustaka

- Ahmad, I., Samsugi, S., and Irawan, Y. 2022. "Penerapan Augmented Reality Pada Anatomi Tubuh Manusia Untuk Mendukung Pembelajaran Titik Titik Bekam Pengobatan Alternatif." *Jurnal Teknoinfo* 16(1): 46.
- Andika, W., Mulyara, B., Effendi, Z., and Sembiring, A. S. 2023. "Analisa Kehilangan Panas Secara Konduksi Pada Saluran Steam (Pipa) Dari Turbin Ke Back Pressure Vessel (BPV) Pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Kapasitas 45 Ton/Jam." *Jurnal Agro Fabrica* 5(2): 28–40.

- Apriandi, R., and Mursadin, A. 2016. "Analisis Kinerja Turbin Uap Berdasarkan Performance Test PLTU PT. Indocement P-12 Tarjun." *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika* 1(1): 37–46.
- Arrazi, M., Zamzami, and Maimun. 2023. "Analisis Efisiensi Turbin Uap Sebagai Penggerak Generator Pabrik Minyak Kelapa Sawit PT. Syaikh Sejahtera (GANDAPURA)." *Jurnal Tektro* 7(1): 91–97.
- Cahyadi, D., and Kurniawan, A. 2011. "Measurement of Physical Work Environment and Workstations at Samarinda Central Post Office." *Jurnal Eksis* 7(2): 1931–1938.
- Dewi, A. Y., Effendi, A., and Alfian, E. 2022. "Analisa Sistem Manajemen Pengoperasian Bahan Bakar Boiler." *Jurnal Teknis Industri* 2(2).
- Erliana, C. I., and Suhada Sinaga, A. 2020. "Pengukuran Tingkat Kebisingan Pada Stasiun Kamar Mesin Di Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara IV Kebun Adolina." *Industrial Engineering Journal* 9(2).
- Huda, L. N., and Pandiangan, K. C. 2012. "18540-21838-3-Pb." *Jurnal Teknik Industri* 14(2): 129–136.
- Indarwati, S., Respati, S. M. B., and Darmanto, D. 2019. "Kebutuhan Daya Pada Air Conditioner Saat Terjadi Perbedaan Suhu Dan Kelembapan." *Jurnal Ilmiah Momentum* 15(1): 91–95.
- Karim, A., Munir, R., Rasyidi, Z., Hayati, S., and Pratiwi, Y. 2021. "Hubungan Suhu Lingkungan dengan Tekanan Darah pada Pekerja Bagian Pengolahan di PKS PT. Mitra Bumi Kecamatan Bukit Sembilan Kabupaten Kampar pada Tahun 2021." *Collaboration Medical Journal (CMJ)* 4(2): 69–78.
- Korneilis, K. 2019. "Manfaat Penerapan Manajemen K3 Pada Pemeriksaan dan Pengujian Ketel Uap di Suatu Perusahaan." *Jurnal Intent: Jurnal Industri dan Teknologi Terpadu* 2(2): 132–140.
- Lestary, L., and Chaniago, H. 2018. "Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan." *Jurnal Riset Bisnis dan Investasi* 3(2): 94–103.
- Mahyunis, Syukri, M., and Bimantoro, B. S. 2023. "Penerapan SMK3 untuk Mencegah Penyakit Akibat Kebisingan di Stasiun Sterilizer pada Pabrik Kelapa Sawit." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 2(2): 54–62.
- Mahyunis, Zulham Effendi, and Fauzi Asrianto. 2023. "Analisa Risiko Kecelakaan Kerja di Stasiun Boiler pada PKS PTPN VI Unit Solok Selatan dengan Menggunakan Metode HIRARC." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 2(2): 37–46.
- Mulyati, S., Kesehatan, P., Kesehatan, K., Prodi, B., Ill, D., Lingkungan, K., and Kesehatan Lingkungan, J. 2020. "Industri Rumah Tangga (IRT) Kerupuk Baruna di Kelurahan Kebun Tebang Kota Bengkulu." *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat* 8(1): 104–110.
- Muniarti, N. 2018. "Hubungan Suhu dan Kelembapan dengan Keluhan Sick Building Syndrome pada Petugas Administrasi Rumah Sakit Swasta X." *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat* 7(3): 148–154.
- Pangkey, F., Jurusan, D., Sipil, T., Teknik, F., and Sam, U. 2012. "Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) pada Proyek Konstruksi di Indonesia (Studi Kasus: Pembangunan Jembatan Dr. Ir. Soekarno-Manado)." *Jurnal Industri dan Teknologi Terpadu* 2(2).
- Perpres RI. 2019. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Penyakit Akibat Kerja*. Jakarta: Hukumonline.com.
- Polewangi, Y. D. 2019. "Analisis Sistem Perawatan Mesin Boiler pada Industri Kelapa Sawit." *Industrial Engineering Journal* 8(2): 24–27.
- PP RI. 2019. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 88 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Kerja*. Jakarta: Pemerintah RI.

- Purwaningsih, R., and Aisyah. 2016. "Analysis the Effect of Temperature, Body Weights, and Work Load to Heart Pulse Level of Airport Ground Handling Worker." *Jurnal Teknik Industri* 11(1): 15–20.
- Putra, A. A. 2006. "Rancang Bangun Pulse Oximetry Digital Berbasis Mikrokontroler." *Politeknik Elektronika Negeri Surabaya* 2(1): 332–338.
- Rahardja, I. B., Mahfud, A., and Bawana, P. D. 2021. "Pengaruh Penggunaan Boiler 20 Ton Uap/Jam Terhadap Kenaikan Kapasitas Pabrik 40 Ton/Jam Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) XYZ." *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta* 13(2): 227–236.
- Rezalti, D. T., and Susetyo, A. E. 2020. "Kadar Suhu dan Kelembapan di Ruang Produksi Wedang Uwuh Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa." *Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa (IEJST)* 4(2): 70–78.
- Riyanto, E. 2016. "Arduino Based Heart Rate and Body Temperature Measuring Design and Android Smartphone." *Student Scientific Publication Manuscript of Muhammadiyah University of Surakarta* 18.
- Rizkal, A., and Sudarmanta, B. 2017. "Karakterisasi Unjuk Kerja Diesel Engine Generator Set Sistem Dual Fuel Solar-Syngas Hasil Gasifikasi Briket Municipal Solid Waste (MSW) Secara Langsung." *Jurnal Teknik ITS* 5(2).
- Sandy, H. B., and Safirin, S. 2023. "Analisis Faktor Lingkungan Kerja Fisik dan Beban Kerja Fisik dan Mental Bagian Produksi di PT. Karunia Selaras Abadi Sidoarjo." *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual* 8(3): 807.
- Sari, K. R. T. P., Indrawati, E. M., and Nevita, A. P. 2020. "Analisis Perbedaan Suhu dan Kelembapan Ruangan pada Kamar Berdinding Keramik." *Jurnal Inkofar* 1(2): 5–11.
- Sari, S. K., Bachtiga, N. D., and Arilianti, R. F. 2017. "Analisis Perhitungan Kapasitas Dehumidifier di Gudang Phonska Departemen Rancang Bangun PT Petrokimia Gresik." *Inovtek Polbeng* 07(1): 51–56.
- Setiyawan, M. F. 2021. "Analisa Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Divisi Boiler di PT. DAP." *JISO: Journal of Industrial and Systems Optimization* 4(1): 48.
- Setyawan, E. Y., and Tarigan, E. P. 2018. "Analisa Perawatan Ketel Uap Takuma N-600SA Menggunakan Metode Reability Centered Maintenance (RCM) di PT. Smart Tbk Unit PKS Perlamban." *Jurnal Teknik ITS* 7(2): 48–53.
- Sukirman, I., Iriansyah, M., and Harahap, R. 2021. "Evaluasi Unjuk Kerja Kinerja Efisiensi Boiler Kapasitas 20 Ton Jam Dengan Menggunakan Perhitungan Kehilangan Panas Di Pabrik Kelapa Sawit." *Engineering Journal* 2(2): 45.
- Suratman, A., and Supadmi, H. 2017. "Pengaruh Tingkat Kelembapan Udara Terhadap Kualitas Pelayanan Layanan Pada Unit Pelayanan Dan Jaringan PT. PLN Area Ponorogo." *Jurnal Energi Dan Manajemen* 2(2).
- Syafrizal, D. 2019. "Analisis Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di Industri Pabrik Kelapa Sawit." *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 4(1).
- Syahputra, I. 2017. "Analisis Perhitungan Heat Losses Pada Turbin Uap Boiler Menggunakan Metode Reability Centered Maintenance (RCM) Di PT. Nusantara." *Jurnal Teknik Industri* 3(2).
- Usman, D., and Wahyuni, E. 2020. "Analisis Lingkungan Kerja Fisik dan Beban Kerja dengan Menggunakan Metode NASA-TLX." *Jurnal Industri dan Teknologi Terpadu* 1(2).
- Wahyu, M., and Rianto, A. 2020. "Pengaruh Suhu dan Kelembapan terhadap Produksi di Pabrik Kelapa Sawit." *Jurnal Agro Industri* 7(2): 73–80.