

---

---

## HUBUNGAN PAPARAN SUHU KERJA PADA AREA BOILER TERHADAP KELELAHAN KARYAWAN DI PT. PLN NUSANTARA POWER UNIT PEMBANGKITAN KALTIM TELUK BALIKPAPAN

Natalin Markus Sesa Simon<sup>1</sup>, Merry Krisdawati Sipahutar<sup>2</sup>, Nur Falah Setyawati<sup>3</sup>

Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Program Diploma IV, Universitas Balikpapan, Jl. Pupuk Raya,  
Gn. Bahagia Balikpapan 76114 Telp. (0542) 764205  
Email: natalinsesa@gmail.com<sup>1</sup>, merry.k@uniba-bpn.ac.id<sup>2</sup>,  
nurfalahstyawati@gmail.com<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Paparan suhu ekstrim yang dihasilkan dari proses pembakaran pada *boiler* dapat menimbulkan risiko tinggi bagi para pekerja. Temperatur yang terlalu panas menjadikan perasaan cepat lelah dan mengantuk. Kelelahan sendiri adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah beristirahat. *Boiler* atau ketel uap merupakan sebuah mesin yang dioperasikan dengan tujuan mengubah air menjadi uap. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu kerja dan kelelahan. Alat ukur yang digunakan untuk kelelahan adalah IFRC. Populasi dalam penelitian ini menggunakan teknik total sampling sebanyak 35 responden. Uji yang digunakan untuk hubungan kedua variabel adalah *kendall's tau-b*. Tingkat kelelahan kerja dominan adalah kelelahan ringan sebanyak 19 responden (54,3%). Hasil uji kedua variabel diperoleh  $p\text{ value} < 0,001$  ( $\alpha : 0,05$ ) dan koefisien korelasi sebesar 0,869. Hasil uji menunjukkan terdapat hubungan antara paparan suhu *boiler* pada saat pemeliharaan rutin terhadap kelelahan karyawan di PT. PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Kaltim Teluk Balikpapan.

**Kata Kunci: Suhu, Boiler, Kelelahan.**

---

---

### ABSTRACT

*Exposure to extreme temperatures resulting from the combustion process in boilers can pose a high risk for workers. Temperatures that are too hot make you feel tired and sleepy quickly. Fatigue itself is a protective mechanism for the body to avoid further damage so that recovery occurs after resting. A boiler or steam boiler is a machine that is operated with the aim of converting water into steam. The method used in this research is working temperature and fatigue. The measuring instrument used for fatigue is IFRC. The population in this study used a total sampling technique of 35 respondents. The test used for the relationship between the two variables is Kendall's tau-b. The dominant level of work fatigue was mild fatigue as many as 19 respondents (54.3%). The test results for the two variables obtained a  $p\text{ value} < 0.001$  ( $\alpha: 0.05$ ) and a*

*correlation coefficient of 0.869. The test results show that there is a relationship between exposure to boiler temperature during routine maintenance and employee fatigue at PT. PLN Nusantara Power Unit Generation Kaltim Teluk Balikpapan.*

**Keywords:** *Temperature, Boiler, Fatigue.*

---

## PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan sebuah pembangkit yang menghasilkan energi listrik dari konversi energi kinetik uap, menggunakan panas untuk mengubah air menjadi uap untuk berbagai aplikasi (Prasetya, 2016). Biasanya, rangkaian pembangkit listrik tenaga uap terdiri dari komponen utama yaitu boiler, turbin, dan generator (Pamungkas & Irawan, 2020). Pembangkit listrik dapat dianggap sebagai tempat kerja dengan tingkat risiko yang tinggi, di mana prosedur kerja yang aman diperlukan, karena pekerja menghadapi risiko ini dan tergantung pada sifat tugas dan pekerjaan (Alsaffar & Ezzat, 2020).

*Boiler* atau ketel uap merupakan sebuah mesin yang dioperasikan dengan tujuan merubah air menjadi uap. Air yang dipanaskan terlebih dahulu agar uap dapat dihasilkan. Uap inilah yang nantinya menghidupkan turbin untuk menghasilkan energi listrik seperti prinsip operasi pembangkit listrik pada umumnya. *Boiler* memiliki tiga bagian utama yaitu bagian penyediaan air, bagian bahan bakar, dan bagian steam (Busyairi et al., 2017).

Bekerja di lingkungan panas seperti di sekitar peleburan, *boiler*, oven, tungku panas atau bekerja diluar ruangan dibawah terik matahari dapat mengalami tekanan panas. Tekanan panas merupakan batasan tubuh menerima beban panas dari kombinasi tubuh yang menghasilkan panas saat melakukan pekerjaan dan faktor lingkungan (seperti paparan suhu lingkungan yang terlalu panas, kelembaban, pergerakan udara, dan radiasi perpindahan panas), beban fisik yang berat, waktu istirahat yang tidak mencukupi, serta pakaian yang digunakan (Widjasena & Ekawati, 2016).

Pengoperasian *boiler* yang tidak tepat dapat menimbulkan risiko kecelakaan dan

bahaya bagi pekerja, salah satunya adalah paparan suhu tinggi yang dapat menyebabkan kelelahan (Safety & Administration, 2022). Kelelahan pekerja dapat menurunkan produktivitas, serta dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja dan memberikan dampak pada kesehatan fisik maupun mental (Sadeghniaat-Haghighi & Yazdi, 2015).

Menurut *Organisation For Economic Co-operation and Development* (OECD) melaporkan bahwa lebih dari 2500 orang terbunuh setiap tahun di pembangkit energi terkait dengan kecelakaan parah. Angka ini tampaknya meningkat karena penggunaan energi terus meningkat setiap tahun. Antara 1969 dan 2000, ada 1870 kasus kecelakaan dengan 5 kematian (Jay Almine & Jay Uayan, 2018).

Menurut hasil penelitian dari Muhamad Rizal Jaelani pada tahun 2019 yang berjudul Analisis Bahaya dan Manajemen Risiko Keselamatan Kerja Area Boiler PLTU Pelabuhan Ratu (*Hazards Analysis and Working Safety Risk Management Boiler Steam Power Plan at Pelabuhan Ratu*), ada tiga faktor risiko yakni, kebisingan, terpeleset tumpahan oli yang disebabkan bocoran pada pipa *steam*, dan suhu ekstrim dampak kebocoran *steam/* uap bertekanan (Rizal Jaelani, 2019).

Penelitian yang berjudul “*Risk Assessment* Kecelakaan Kerja pada Pengoperasian Boiler di PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Semarang”, menemukan 12 bahaya pada 9 area operasi boiler PT. Pembangkit Listrik Indonesia di Semarang. Bahaya yang ditemukan yaitu kebisingan, cuaca panas, semburan api, tabrakan, kebocoran uap air, aliran listrik bertekanan tinggi, tekanan pipa uap panas, tumpahan oli, tersentuh cairan natrium hidroksida, terpeleset, dan jatuh dari ketinggian (Zeinda & Hidayat, 2017).

Paparan suhu ekstrim yang dihasilkan dari proses pembakaran pada boiler dapat menimbulkan risiko tinggi bagi para pekerja. Temperatur yang terlalu panas menjadikan perasaan cepat lelah dan mengantuk. Menurut (Rezalti & Susetyo, 2020). Suhu atau temperatur merupakan salah satu aspek lingkungan kerja yang perlu dikendalikan dalam suatu industri, karena suhu berhubungan langsung dengan tenaga kerja atau operator.

Berdasarkan Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Transmigrasi dan Koperasi Nomor SE-01/Men/1978 tentang Nilai Ambang Batas (NAB) yang berlaku untuk lingkungan kerja panas di Industri adalah kelembaban 65% – 95% dengan kisaran suhu 26°C – 30°C. Sehingga, suhu di area kerja tidak diperbolehkan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditetapkan. Nilai suhu yang berada di atas NAB pada area kerja dapat menyebabkan penurunan kondisi fisik serta tingkat produktivitas karyawan

Salah satu penyebab kelelahan adalah lingkungan kerja yang ekstrim. Kelelahan sendiri adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah beristirahat. Kelelahan diatur secara sentral oleh otak.

Pada susunan syaraf pusat terdapat sistem aktivitas bersifat simpatis dan inhibisi bersifat parasimpatis. Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh (Aprilina & Tarwaka, 2021).

Suhu pembakaran yang dihasilkan pada boiler sangat tinggi sehingga dapat berdampak pada tingginya suhu lingkungan kerja di sekitarnya. Tenaga kerja pada area boiler memiliki risiko terpapar suhu ekstrim sehingga dapat mempengaruhi kesehatan serta menimbulkan kelelahan yang dapat mengganggu konsentrasi pekerja dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh.

Suhu yang tinggi di area boiler dapat menyebabkan peningkatan beban kerja

fisiologis dan psikologis yang pada akhirnya dapat memicu kelelahan. Selain itu, paparan panas yang berkepanjangan juga dapat mengganggu konsentrasi dan kewaspadaan karyawan, yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja.

Menurut (Nurhayu & Nurjanah, 2021) suhu lingkungan kerja yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan kelelahan fisik dan penurunan kinerja kognitif pekerja, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Oleh karena itu peneliti akan melakukan studi mengenai hubungan paparan suhu kerja pada area boiler pada proses pemeliharaan rutin terhadap kelelahan karyawan di PT. PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Kaltim Teluk.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan pendekatan *cross sectional*, yaitu pendekatan yang bersifat sesaat pada waktu tertentu. Penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan kejadian yang ada dengan menggunakan angka-angka untuk menjelaskan karakteristik individu atau kelompok.

Berdasarkan penelitian ini yang menjadi variabel bebas (*independent*) yaitu suhu kerja sedangkan variabel terikat (*dependent*) yaitu kelelahan pekerja. Penelitian ini dilaksanakan di PT. PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Kaltim Teluk Balikpapan yang berlokasi di Kariangau, Balikpapan Utara, Kalimantan Timur, Penelitian ini berlangsung pada bulan April 2024–Juni 2024. Jumlah populasi dalam penelitian ini berjumlah 35 karyawan yang bekerja pada area boiler dan untuk sampel dalam penelitian menggunakan total sampling dengan jumlah keseluruhan populasi.

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi, pengisian kuesioner dan dokumentasi. Setelah data diperoleh kemudian masuk metode pengolahan dan analisis data untuk mengetahui frekuensi, persentase serta keeratan hubungan antara variabel X dan Y.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Univariat

Berdasarkan hasil uji Univariat diperoleh data mengenai suhu pada area kerja dan frekuensi responden sebagai berikut.

**Tabel 1.**  
**Pengukuran Suhu pada area Kerja**

No.	Temperature	Frekuensi (n)	Presentase (%)
	Normal	22	62,9%
	Tinggi	13	37,1%
	<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>100%</b>

Berdasarkan Tabel 1. pengukuran suhu panas pada area boiler di PT. PLN Nusantara Power UPKT Balikpapan menunjukkan bahwa suhu panas pada area kerja melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan pada Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Transmigrasi dan Koperasi Nomor SE-01/Men/1978 tentang Nilai Ambang Batas (NAB) yang berlaku untuk lingkungan kerja panas. Suhu panas pada area kerja mesin 1 dan mesin 2 berkisar 39°C-41°C.

**Tabel 2.**  
**Pengukuran Kelelahan Karyawan**

No.	Kelelahan Karyawan	Frekuensi (n)	Presentase (%)
1.	Tidak Lelah	3	8,6%
2.	Kelelahan Ringan	19	54,3%
3.	Kelelahan Menengah	9	25,7%
4.	Kelelahan Berat	4	11,4%
	<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>100%</b>

Berdasarkan Tabel 2. Pengukuran tingkat kelelahan karyawan di atas, dapat disimpulkan bahwa responden yang tidak merasakan lelah sebanyak 3 (8,5%) orang, responden yang mengalami kelelahan ringan sebanyak 20 (57,2%) orang, responden yang mengalami kelelahan menengah sebanyak 9 (25,7%) orang, dan responden dengan tingkat kelelahan berat sebanyak 4 (11,5%) orang.

### Analisis Bivariat

Berdasarkan hasil dari analisis hubungan antara paparan suhu kerja pada area boiler terhadap kelelahan karyawan di PT. PLN Nusantara Power UPKT (n=35) menggunakan uji *Kendall's tau-b* dengan program SPSS 27 dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

**Tabel 3**  
**Hasil Uji Kendall's tau-b antara suhu kerja terhadap kelelahan karyawan**

Suhu Kerja	Kelelahan Karyawan								Total	Koefisien Korelasi	p	
	Tidak lelah		Kelelahan ringan		Kelelahan menengah		Kelelahan berat					
	n	%	n	%	n	%	n	%				
Normal	3	8,6	19	54,3	0	0	0	0	22	100	0,869**	< 0,001
Tinggi	0	0	0	0	9	25,7	4	11,4	13	100		

Sumber: Data primer, 2024

Berdasarkan Tabel 3. di atas dari hasil *crosstabs* ditemukan pada suhu kerja normal dengan tingkat kelelahan ringan terdapat 3 orang karyawan (8,6%), pada suhu kerja normal dengan kategori kelelahan ringan terdapat 19 karyawan (54,3%), pada suhu kerja tinggi dengan kategori kelelahan menengah terdapat 9 karyawan (25,7%), dan pada suhu kerja tinggi dengan kategori kelelahan berat terdapat 4 karyawan (11,4%).

Diperoleh p-value < 0,001 (p-value < 0,05). Karena nilai sig.(2-tailed) , 0,05 maka dapat diartikan ada hubungan yang signifikan antara variabel X dan Y dengan koefisien korelasi sebesar 0,869\*\* yang berarti keeratn hubungan antara variabel X dan Y sangat kuat (hubungan sangat kuat) serta hasil koefisien korelasi bernilai positif, maka arah hubungan variabel X dan Y adalah positif. Sedangkan untuk tanda bintang 2 (\*\*) diartikan korelasi bernilai signifikan pada angka signifikansi sebesar 0,01.

Suhu kerja merupakan hal yang wajib diperhatikan di dunia industri, dikarenakan suhu kerja merupakan suatu kondisi yang dapat menyebabkan kelelahan pada karyawan sehingga mempengaruhi penurunan kinerja karyawan. Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada area kerja boiler di PT. PLN Nusantara Power UPKT Balikpapan ditemukan bahwa suhu pada area kerja melebihi NAB yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018, nilai ambang batas (NAB).

Adapun karyawan yang terpapar suhu melebihi NAB berjumlah 13 karyawan

dengan presentase sebesar 37,1%, sedangkan karyawan yang terpapar suhu normal atau yang tidak melebihi NAB berjumlah 22 responden dengan presentase sebesar 62,9%.

Suhu kerja yang melebihi NAB mengakibatkan sejumlah karyawan sering merasakan haus dan menimbulkan keringat berlebih. Kondisi ini menyebabkan kehilangan cairan serta garam natrium dalam jumlah yang cukup banyak. Jika keadaan tersebut terjadi secara terus menerus dalam jangka waktu yang cukup lama maka dapat mengakibatkan kelelahan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji Kendall's tau-b antara suhu kerja dengan kelelahan karyawan didapatkan nilai sig.(2-tailed)  $0,001 < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima artinya terdapat hubungan yang signifikan antara suhu kerja terhadap kelelahan karyawan dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,869\* \* yang dapat diartikan hubungan antara variabel X dan Y sangat kuat dengan koefisien korelasi positif dengan arah hubungan positif atau searah yang dapat diartikan apabila suhu kerja semakin meningkat maka tingkat kelelahan karyawan juga semakin meningkat.

### SARAN

Saran maupun ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada semua pihak yang telah turut serta dalam penelitian ini. Terima kasih kepada PT. PLN Nusantar Power Unit Pembangkitan Kaltim Teluk Balikpapan atas izin dan kerjasamanya dalam memberikan akses kepada kami untuk melakukan penelitian di PT. PLN Nusantar Power Unit Pembangkitan Kaltim Teluk Balikpapan. Tidak lupa, penghargaan kami sampaikan kepada semua informan yang telah bersedia berpartisipasi dalam wawancara dan kuesioner dan penyediaan data yang sangat berharga untuk penelitian ini.

Terima kasih atas dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat

yang besar bagi pengembangan ilmu Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afrilia, R. M., Rusba, K., & Setyawati, N. F. (2024). Waktu Paparan Dan Jarak Monitor Dengan Kelelahan Mata Pada Karyawan PT Pelindo (Persero) Regional Balikpapan. *Identifikasi*, 10(1), 88-93.
- Alsaffar, I., & Ezzat, A. (2020). Qualitative Risk Assessment of Combined Cycle Power Plant Using Hazards Identification Technique. In Article in *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*. <https://www.researchgate.net/publication/339054701>
- Ardani, N. S., Zulfikar, I., Setyawati, N. F., Siboro, I., & Pratamasari, I. (2024). Analisis Pengaruh Beban Kerja Dan Stres Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional Balikpapan. *Identifikasi*, 10(1), 57-64.
- Nurhayu, A., S. D., & Nurjanah, N. (2021). Faktor Risiko Kelelahan Kerja pada Pekerja Industri Pengolahan Makanan. *Jurnal Keselamatan Dan Kesehatan Kerja*, 8(2), 116–125.
- Pamungkas, I., & Irawan, H. T. (2020). Strategi Pengurangan Risiko Kerusakan Pada Komponen Kritis Boiler di Industri Pembangkit Listrik. *Jurnal Optimalisasi*, 6(1), 86–95.
- Prasetya, F. A. (2016). Studi Mekanisme Kegagalan Las pada Riser Wall Tube Nomor 2 ASTM A210 Grade A-1 pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Unit 2 PT X. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.18321>
- Pratama, D. A., Zulfikar, I., & Setyawati, N. F. (2024). Faktor-Faktor Penyebab Kelelahan Kerja Pada Pengemudi Dump Truk Di PT Abc. *Identifikasi*, 10(1), 121-128.
- Ratnawati, R., Wahyuni, S., Setyawati, N. F., Yuliana, L., & Mulya, W. (2024). Analisis Pengaruh Beban Kerja

- Terhadap Penyebab Kelelahan Kerja Pada Karyawan Divisi Warehouse Di PT. Hexindo Adiperksa Tbk Kota Balikpapan. *Identifikasi*, 10(1), 65-75.
- Riki, R., Rusba, K., Setyawati, N. F., & Wahyuni, S. (2023). Pengetahuan Mahasiswa K3 Semester 8 Terhadap Perilaku Keamanan Pangan Di Kehidupan Sehari-Hari. *Identifikasi*, 9(2), 852-857.
- Rizal Jaelani, M. (2019). Analisis Bahaya dan Manajemen Risiko Keselamatan Kerja Area Boiler PLTU Pelabuhan Ratu (Hazards Analysis And Working Safety Risk Management Boiler Steam Power Plant At Pelabuhan Ratu). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan Universitas Nusa Putra, J-TESLINK*, 2(3).  
<https://teslink.nusaputra.ac.id>
- Sadeghniaat-Haghighi, K., & Yazdi, Z. (2015). Fatigue Management In The Workplace. *Industrial Psychiatry Journal*, 24 (1), 12.  
<https://doi.org/10.4103/09726748.160915>
- Setyawati, N. F. (2020). Analisis Keamanan Produk Makanan Di Nikmat Catering Berdasarkan Good Manufacturing Practice. *Identifikasi*, 6(2), 303-313.
- Setyawati, N. F., Maslina, M., & Apiliani, I. W. (2021). Analisis Pengelolaan Penyimpanan Bahan Baku Mentah Restoran The Korean Eatery Di Balikpapan. *Identifikasi*, 7(2), 499-504.
- Triyono, M. B., Mutohhar, F., Kholifah, N., Nurtanto, M., Subakti, H., & Prasetya, K. H. (2023). Examining The Mediating-Moderating Role Of Entrepreneurial Orientation And Digital Competence On Entrepreneurial Intention In Vocational Education. *Journal Of Technical Education and Training*, 15(1), 116-127.
- Widjasena, B., & Ekawati, E. (2016). Hubungan Beban Kerja Fisik Manual Dan Iklim Kerja Terhadap Kelelahan Pekerja Konstruksi Bagian Project Renovasi Workshop Mekanik. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(3), 425-435.
- Zeinda, E. M. (2017). Risk assessment kecelakaan kerja pada pengoperasian boiler di PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan Semarang. *Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 5(2), 183-191.