Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT) Vol. 4, No. 2, Juni 2025 pp. 513 - 521
P-ISSN: 2829-0232 E-ISSN: 2829-0038

Analisis Faktor Penyebab Kelelahan pada Pekerja Kontruksi Outdoor dan Indoor yang dapat Mempengaruhi Kinerja dan Keselamatan Kerja

Charlos Malino[1], Suharyanto[2]
[1,2)] Program Studi Magister Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha No. 10 Bandung, 40132
Email: charlosmalino@gmail.com, suharyanto@tl.itb.ac.id

ABSTRAK

Industri konstruksi di Indonesia menghadapi masalah serius terkait keselamatan dan kesehatan kerja (K3), dengan sektor konstruksi menyumbang 63,6% dari total kecelakaan kerja nasional menurut data BPJS Ketenagakerjaan pada tahun 2022. Kelelahan fisik pekerja, yang disebabkan oleh beban kerja berat serta faktor lingkungan seperti suhu ekstrem, pencahayaan, dan kebisingan berkontribusi signifikan terhadap tingginya angka kecelakaan. Oleh karena itu, pengelolaan kelelahan kerja menjadi kunci penting dalam menurunkan angka kecelakaan dan meningkatkan keselamatan pekerja di sektor konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh faktor-faktor lingkungan kerja dan karakteristik individu terhadap tingkat kelelahan kerja pada pekerja konstruksi serta mengidentifikasi faktor yang paling berpengaruh dalam kelelahan kerja. Penelitian ini menggunakan pendekatan cross-sectional yang melibatkan 81 pekerja berusia antara 20 hingga 50 tahun. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah faktor-faktor fisik lingkungan kerja yang diukur menggunakan Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) dan 4-in-1 Environment Meter, sementara variabel terikatnya adalah kelelahan kerja yang diukur melalui kuesioner International Fatigue Research Committee dan pengujian waktu reaksi. Berdasarkan hasil analisis regresi logistik, beberapa variabel yang mempengaruhi kelelahan kerja dapat diidentifikasi baik pada kondisi outdoor maupun indoor. Pada pekerja outdoor, dua variabel yang berpengaruh signifikan adalah Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan nilai p = 0,022 dan Temperatur dengan nilai p = 0,026. Sementara pada kondisi indoor, Intensitas Kebisingan menunjukkan pengaruh signifikan dengan nilai p = 0,039. Variabel lainnya seperti usia, lama kerja, intensitas cahaya, dan beban kerja tidak menunjukkan pengaruh signifikan pada kedua kondisi tersebut.

Kata kunci: Kelelahan Kerja, Pekerja Konstruksi, Pengukuran Kelelahan, Faktor Lingkungan, Kesehatan Pekerja.

ABSTRACT

The construction industry in Indonesia faces serious issues related to occupational health and safety (OHS), with the construction sector accounting for 63.6% of the total national work accidents according to data from BPJS Ketenagakerjaan in 2022. Worker fatigue, caused by heavy workloads and environmental factors such as extreme temperatures, lighting, and noise, significantly contributes to the high accident rate. Therefore, managing work fatigue becomes a key factor in reducing accident rates and improving worker safety in the construction sector. This study aims to analyze the impact of environmental factors and individual characteristics on work fatigue levels among construction workers, as well as identify the most influential factors contributing to work fatigue. The research uses a cross-sectional approach involving 81 workers aged between 20 and 50 years. The independent variables in this study are physical environmental factors, measured using Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) and a 4-in-1 Environment Meter, while the dependent variable is work fatigue, measured using the International Fatigue Research Committee questionnaire and reaction time tests. Based on logistic regression analysis, several variables influencing work fatigue can be identified in both outdoor and indoor conditions. In outdoor workers, two significant variables are Body Mass Index (BMI) with a p-value of 0.022 and Temperature with a p-value of 0.026. In indoor conditions, Noise Intensity shows a significant effect with a p-value of 0.039. Other variables such as age, length of service, light intensity, and workload did not show significant effects in either condition.

Keywords: *Work Fatigue, Construction Workers, Fatigue Measurement, Environmental Factors, Occupational Health.*

Pendahuluan

Industri konstruksi di Indonesia tengah menghadapi tantangan besar terkait keselamatan dan kesehatan kerja (K3), dengan sektor ini melibatkan beban fisik berat dan risiko tinggi yang dapat menyebabkan kecelakaan. Salah satu faktor utama yang meningkatkan kemungkinan kecelakaan adalah kelelahan kerja, terutama ketika pekerja harus bekerja dalam kondisi fisik ekstrem dan jam kerja panjang tanpa cukup istirahat (Kim dkk., 2024; Yi dkk., 2025). Kelelahan ini dapat memperburuk kemampuan pekerja untuk mengikuti prosedur keselamatan, yang meningkatkan risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja [3]. Selain itu, kelelahan emosional, lingkungan kerja yang tidak mendukung, dan faktor lain seperti panas ekstrem dan kebisingan juga turut memperburuk kondisi (Liu dkk., 2024; DeLong & Marudo, 2024). Oleh karena itu, pengelolaan kelelahan kerja menjadi hal yang sangat penting untuk menurunkan angka kecelakaan dan penyakit dalam sektor konstruksi.

Berdasarkan data dari BPJS Ketenagakerjaan, kecelakaan kerja di Indonesia meningkat dari 123.041 kasus pada tahun 2017 menjadi 234.370 kasus pada tahun 2021, dengan sektor konstruksi menyumbang 63,6% dari total kecelakaan kerja nasional [6]. Kecelakaan kerja di sektor ini sering menjadi perhatian utama karena sektor konstruksi memiliki tingkat risiko yang tinggi. Penurunan angka kecelakaan di sektor konstruksi memerlukan penerapan program K3 yang lebih efektif [7]. Selain itu, kondisi fisik dan mental pekerja sebelum memulai pekerjaan mempengaruhi tingkat kelelahan kerja dan risiko kecelakaan [8]. Kelelahan dan stres kerja dapat menyumbang hingga 60% terhadap terjadinya kecelakaan, baik akibat beban fisik maupun tekanan mental [9]. Selain itu, kebisingan, suhu ekstrem, gangguan tidur, dan beban kerja menjadi faktor utama yang memperburuk kelelahan kerja dalam konstruksi (Mahi, 2015; Dembe et al., 2005).

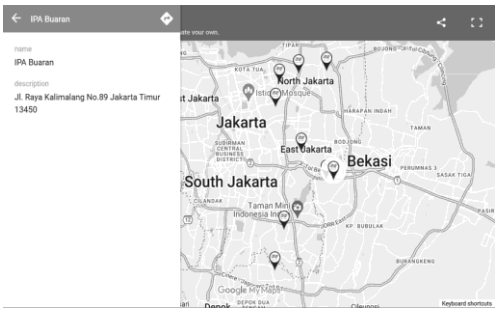
Berdasarkan penelitian sebelumnya, kebisingan dan suhu ekstrem menjadi faktor lingkungan yang berpengaruh signifikan terhadap kelelahan kerja. Paparan kebisingan dapat mengurangi waktu reaksi pekerja, meningkatkan stres, dan meningkatkan risiko kecelakaan (Kjellberg, 1998; O'Neill & Panuwatwanich, 2013). Kelelahan kerja dapat dinilai melalui berbagai indikator fisik dan fisiologis, seperti penurunan kinerja dan peningkatan waktu reaksi yang mencerminkan berkurangnya kemampuan pekerja untuk melakukan tugas-tugas secara efisien [14]. Kelelahan kerja yang meningkat dapat menurunkan konsentrasi pekerja, meningkatkan kesalahan manusia, dan berkontribusi pada kecelakaan kerja [15]. Selain kebisingan dan suhu ekstrem, paparan panas yang tinggi juga memperburuk kelelahan, terutama pada pekerja yang bekerja di wilayah tropis seperti di Indonesia (Ramdan, 2007; Yi & Chan, 2015). Kelelahan ini semakin diperburuk oleh aktivitas fisik yang intens dan paparan kebisingan tinggi, yang berisiko meningkatkan stres kerja dan memicu kecelakaan (Morioka dkk., 2006; Seixas dkk., 2012; Ruliati, 2006).

Metode Penelitian

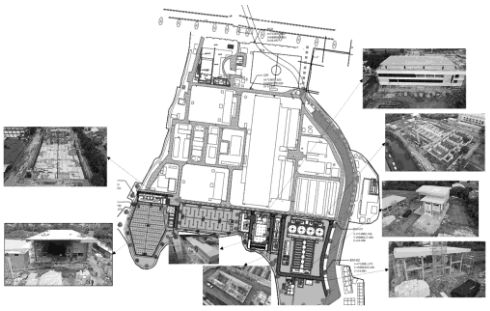
Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional, di mana variabel bebas dan terikat yang ada pada objek penelitian diukur atau dikumpulkan secara bersamaan dalam waktu yang bersamaan. Fokus populasi penelitian ini adalah pekerja di bidang pengelasan (PN), pemotongan pipa (PTG), dan proses bongkar muat pipa (BM) dalam proyek konstruksi. Metode observasi langsung juga diterapkan untuk mengukur faktor fisik lingkungan kerja dan beban kerja yang dialami oleh pekerja, dengan fokus pada lingkungan kerja outdoor dan indoor. Pekerja yang terlibat dipilih secara acak dari lokasi penelitian, kemudian diberikan kuesioner IFRC dan dilakukan penilaian menggunakan waktu reaksi. Sampel penelitian ini terdiri dari 81 pekerja konstruksi yang bekerja di proyek pembangunan fasilitas pengolahan air bersih, dengan rentang usia 20 hingga 50 tahun dan masa kerja lebih dari 1 tahun pada bidang yang sama.

Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian Penelitian dilaksanakan di PT. X Jakarta Timur, DKI Jakarta dan dilaksanakan di Proyek Pembangunan Fasilitas Pengolahan Air Bersih, dapat dilihat pada Gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Peta lokasi penelitian; (b) Denah lokasi penelitian

Metode Penelitian

Sampel yang digunakan dalam pengumpulan data terdiri dari responden yang dipilih berdasarkan kriteria tertentu, yaitu pekerja laki-laki berusia antara 20 hingga 50 tahun dan memiliki masa kerja lebih dari satu tahun di bidang yang sama. Untuk menghitung jumlah sampel, digunakan metode Slovin dengan populasi sebanyak 102 orang, sehingga jumlah sampel yang diperoleh adalah 81 orang yang memenuhi kriteria inklusi, dengan tingkat kepercayaan (CI) 95% dan margin of error (α) 0,05.

$$n = \frac{N}{1+N.e^2} \qquad (1)$$

Dengan:
n = Jumlah Sampel
N = Jumlah Populasi
e = Tingkat kederajatan (α =0,05)

Data yang diperoleh dari pengukuran dianalisis dan diinterpretasikan untuk menguji hipotesis dengan menggunakan analisis statistik. Berdasarkan parameter seperti intensitas kebisingan, intensitas pencahayaan, suhu lingkungan, beban kerja dan pengukuran kelelahan kerja secara subjektif dan objektif. Intensitas kebisingan diukur menggunakan alat 4 in 1 Multi-function Environment Meter, kemudian dibandingkan dengan standar SNI-7231:2009. Pengukuran dilakukan sebanyak 8 kali di area kerja, dan hasilnya dirata-rata untuk memastikan tingkat kebisingan tidak melebihi batas aman:

$$Leq = 10\ Log\ \left[\frac{1}{T}\left(t1 \times antlog\left(\frac{L1}{10}\right) + t2 \times antlog\left(\frac{L2}{10}\right) + \cdots + tn \times antlog\left(\frac{Ln}{10}\right)\right)\right] \qquad (2)$$

Dengan:
Leq = tingkat waktu pengukuran setara (dB)
T = total waktu pengukuran (T = t1 + t2 + t3 + ... + tn)
L1 + L2 + L3 + ... + Ln = tingkat kebisingan (dB)

Pengukuran intensitas pencahayaan dilakukan menggunakan alat 4 in 1 Multi-function Environment Meter mengacu pada SNI 16-7062:2004, dengan tiga kali pengukuran di setiap ruang untuk menghasilkan nilai dalam satuan lux, yang kemudian dirata-ratakan untuk memastikan pencahayaan memenuhi standar yang ditetapkan.

Pengukuran kondisi lingkungan kerja dilakukan untuk memantau suhu di lokasi aktivitas konstruksi dengan menentukan lokasi pengukuran sesuai standar SNI-16-7061-2004:

a.Didalam ruangan : $ISBB_i = 0.7\ SBA + 0.3\ SB$ (3)
b. Diluar ruangan : $ISBB_0 = 0.7\ SBA + 0.2\ SB + 0.1\ SK$ (4)

Hasil ISBB dari pengukuran tersebut kemudian dihitung rata- ratanya dengan menggunakan Persamaan 5.

$$Rata - rata\ ISBB = \frac{(ISBB1)(t1)+(ISBB2)(t2)+\cdots+(ISBBn)(tn)}{(t1)+(t2)+\cdots+(tn)} \qquad (5)$$

Dengan:
ISBB = Tingkat tekanan bunyi pada periode t
SBA = Suhu Basah (°C)
SB = Suhu Bola (°C)
SK = Suhu Kering (°C)
t = Waktu (menit)

Perhitungan beban kerja berdasarkan tingkat kebutuhan kalori mengacu pada SNI 7269: 2009:

$$Rerata\ BK = \frac{(BK1\times T1)+(BK2\times T2)+\cdots+(BKn\times Tn)}{(T1+t2+\cdots+Tn)} \times 60kkal/jam \qquad (6)$$

$$Total\ BK = Rerata\ BK + MB \qquad (7)$$

Dengan:
BK, BK1, BK2,…,BKn = Beban kerja (per jam)
T1, T2, …, Tn = Waktu Sesuai aktivitas pekerja (menit)
MB (laki laki) = Metabolisme basal (berat badan dalam kg x 1 kkal/jam)
MB (wanita) = Metabolisme basal (berat badan dalam kg x 0.9 kkal/jam)

Kelelahan kerja secara subjektif diukur menggunakan kriteria yang dikembangkan oleh International Fatigue Research Conference (IFRC) melalui survei atau kuesioner untuk menilai persepsi pekerja tentang tingkat kelelahan yang mereka alami, yang kemudian digunakan untuk menilai tingkat kelelahan pekerja. Kelelahan

secara objektif diukur menggunakan reaction timer dengan 20 kali pengulangan pada setiap responden, di mana data yang diambil adalah rata-rata pengukuran ke-6 hingga ke-15, sementara 5 pengukuran pertama dan terakhir diabaikan, kemudian hasil rata-rata tersebut dibandingkan dengan standar pengukuran kelelahan.

Analisis statistika yang dilakukan pada penelitian ini diolah menggunakan software SPSS versi 29.0 dengan analisis deskriptif untuk melihat karakteristik data dan distribusi frekuensi data yang telah diperoleh. Uji Shapiro-Wilk lebih disarankan untuk menguji normalitas data pada sampel yang berukuran kecil (< 50). Uji Mann-Whitney digunakan untuk mengetahui perbedaan antara dua kelompok data yang tidak berdistribusi normal. Uji Kruskal-Wallis digunakan untuk mengetahui perbedaan antara tiga atau lebih kelompok pada data yang tidak berdistribusi normal. Uji korelasi Spearman dilakukan untuk mengkaji hubungan antara variabel independen yang meliputi karakteristik pekerja (usia, lama kerja di konstruksi, dan indeks massa tubuh), faktor lingkungan kerja (kebisingan, pencahayaan dan temperatur), dan beban kerja terhadap variabel dependen yaitu kelelahan kerja. Analisis regresi logistik digunakan untuk mengukur besar pengaruh masing-masing variabel terhadap kelelahan kerja.

Hasil Dan Pembahasan

Korelasi Karakteristik Responden, Faktor Lingkungan kerja dan Beban Kerja Terhadap Kelelahan Kerja

Penelitian pada Tabel 1 menggunakan uji korelasi Spearman untuk menganalisis hubungan antara karakteristik responden, seperti usia, lama kerja, dan indeks massa tubuh (IMT), dengan tingkat kelelahan kerja pada pekerja outdoor. Hasil analisis menunjukkan bahwa usia dan lama kerja tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kelelahan kerja, dengan p-value > 0.05. Sebaliknya, IMT menunjukkan korelasi signifikan terhadap tingkat kelelahan kerja, terutama pada pekerja dengan IMT yang lebih tinggi, yang mengindikasikan bahwa pekerja dengan berat badan lebih tinggi cenderung lebih rentan terhadap kelelahan.

Tabel 1. Korelasi Spearman Outdoor

		IFRC	Waktu Reaksi
Usia	Correlation Coefficient	0.001	-0.211
	Sig. (2-tailed)	0.997	0.179
Lama Kerja	Correlation Coefficient	0.071	-0.292
	Sig. (2-tailed)	0.656	0.061
IMT	Correlation Coefficient	.376*	-0.063
	Sig. (2-tailed)	0.014	0.69
Intensitas Kebisingan	Correlation Coefficient	0.174	0.093
	Sig. (2-tailed)	0.27	0.558
ISBB-Temperatur	Correlation Coefficient	.552**	0.291
	Sig. (2-tailed)	<.001	0.061
Beban Kerja	Correlation Coefficient	-0.063	-0.037
	Sig. (2-tailed)	0.69	0.816

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Selain itu, faktor lingkungan seperti kebisingan, pencahayaan, dan temperatur juga diuji untuk menilai pengaruhnya terhadap kelelahan kerja pada pekerja outdoor. Hasil analisis menunjukkan bahwa intensitas kebisingan tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kelelahan kerja, dengan p-value > 0.05. Sebaliknya, temperatur menunjukkan korelasi yang sangat signifikan dengan kelelahan kerja (p-value < 0.05), yang menunjukkan bahwa suhu yang tinggi dapat memperburuk tingkat kelelahan pada pekerja outdoor. Meskipun demikian, beban kerja tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat kelelahan, yang menunjukkan bahwa faktor lingkungan, terutama temperatur, lebih mempengaruhi kelelahan dibandingkan dengan beban kerja fisik.

Penelitian pada Tabel 2 yaitu korelasi antara karakteristik responden dan faktor lingkungan kerja terhadap kelelahan yang dialami oleh pekerja indoor. Hasil analisis menunjukkan bahwa usia dan lama kerja tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat kelelahan kerja pada pekerja indoor, dengan p-value > 0.05. Di sisi lain, IMT juga tidak menunjukkan korelasi yang signifikan terhadap kelelahan kerja pada pekerja indoor, dengan p-value > 0.05.

Tabel 2. Korelasi Spearman Indoor

Spearman's rho		IFRC	Waktu Reaksi
Usia	Correlation Coefficient	-0.211	0.133
	Sig. (2-tailed)	0.198	0.42

Lama Kerja	Correlation Coefficient	-0.223	0.117
	Sig. (2-tailed)	0.172	0.478
IMT	Correlation Coefficient	0.107	0.279
	Sig. (2-tailed)	0.518	0.086
Intensitas Kebisingan	Correlation Coefficient	.487**	-0.023
	Sig. (2-tailed)	0.002	0.892
ISBB-Temperatur	Correlation Coefficient	.394*	.525**
	Sig. (2-tailed)	0.013	<.001
Intensitas Cahaya	Correlation Coefficient	.531**	.405*
	Sig. (2-tailed)	<.001	0.01
Beban Kerja	Correlation Coefficient	-0.192	-0.222
	Sig. (2-tailed)	0.242	0.175

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Faktor lingkungan yang dianalisis meliputi kebisingan, pencahayaan, dan temperatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas kebisingan memiliki korelasi positif moderat dengan kelelahan kerja pada pekerja indoor, dengan p-value < 0.05, yang mengindikasikan adanya hubungan signifikan antara kebisingan dan kelelahan. Selain itu, intensitas pencahayaan dan temperatur juga menunjukkan korelasi yang signifikan dengan tingkat kelelahan kerja, dengan p-value < 0.05. Meskipun beban kerja tidak menunjukkan hubungan signifikan, faktor-faktor lingkungan seperti kebisingan, pencahayaan, dan temperatur terbukti mempengaruhi tingkat kelelahan kerja pada pekerja indoor.

Analisis Regresi Logistik pada Pekerja Outdoor

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 3, model regresi logistik yang digunakan menunjukkan kecocokan yang cukup baik dengan data. Nilai Nagelkerke R Square sebesar 0.613 menunjukkan bahwa model ini dapat menjelaskan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara simultan sebesar 61.3%.

Tabel 3. Model Summary pada pekerja outdoor (kuesioner IFRC)

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	31.741[a]	0.457	0.613

a. Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than .001.

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik yang tercantum dalam Tabel 4, beberapa variabel bebas telah dimasukkan dalam model untuk mengevaluasi dampaknya terhadap variabel terikat. Dari analisis tersebut, terdapat dua variabel yang signifikan pada tingkat 0.05, yaitu IMT dan ISBB-Temperatur. Sebaliknya, variabel lain seperti usia, lama kerja, intensitas kebisingan, dan beban kerja tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap variabel terikat pada tingkat signifikansi yang sama.

Tabel 4. Variables in the Equation pada pekerja outdoor (kuesioner IFRC)

Parameter	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Usia	-0.089	0.109	0.667	1	0.414	0.915
Lama Kerja	0.399	0.56	0.508	1	0.476	1.49
IMT	0.867	0.38	5.223	1	0.022	2.381
Intensitas Kebisingan	-0.131	0.106	1.529	1	0.216	0.878
ISBB-Temperatur	2.712	1.22	4.94	1	0.026	15.059
Beban Kerja	-0.026	0.014	3.374	1	0.066	0.975
Constant	-84.478	34.322	6.058	1	0.014	0

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 5, model regresi logistik yang digunakan menunjukkan kontribusi model yang masih tergolong rendah. Nilai Nagelkerke R Square sebesar 0.203 menunjukkan bahwa model ini hanya mampu menjelaskan sebagian kecil pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara simultan sebesar 20.3%.

Tabel 5. Model Summary pada pekerja outdoor (waktu reaksi)

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	49.839[a]	0.151	0.203

a. Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than .001.

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik yang tercantum dalam Tabel 6, beberapa variabel bebas telah dimasukkan dalam model untuk mengevaluasi dampaknya terhadap variabel terikat. Dari analisis tersebut, tidak terdapat variabel yang signifikan pada tingkat 0.05. Sebaliknya, variabel lain seperti usia, lama kerja, IMT, intensitas kebisingan, ISBB-Temperatur dan beban kerja tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap variabel terikat pada tingkat signifikansi yang sama.

Tabel 6. Variables in the Equation pada pekerja outdoor (waktu reaksi)

Parameter	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Usia	0.022	0.079	0.079	1	0.779	1.023
Lama Kerja	-0.693	0.421	2.708	1	0.1	0.5
IMT	0.095	0.159	0.357	1	0.55	1.1
Intensitas Kebisingan	0.001	0.043	0.001	1	0.98	1.001
ISBB-Temperatur	0.4	0.33	1.467	1	0.226	1.492
Beban Kerja	-0.001	0.008	0.021	1	0.884	0.999
Constant	-12.099	9.957	1.476	1	0.224	0

Analisis Regresi Logistik pada Pekerja Indoor

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 7, model regresi logistik yang digunakan menunjukkan kecocokan yang cukup baik dengan data. Nilai Nagelkerke R Square sebesar 0.552 menunjukkan bahwa model ini dapat menjelaskan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara simultan sebesar 55.2%.

Tabel 7. Model Summary pada pekerja indoor (kuesioner IFRC)

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	31.617[a]	0.407	0.552

a. Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than .001.

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik yang tercantum dalam Tabel 8, beberapa variabel bebas telah dimasukkan dalam model untuk mengevaluasi dampaknya terhadap variabel terikat. Dari analisis tersebut, terdapat satu variabel yang signifikan pada tingkat 0.05, yaitu intensitas kebisingan. Sebaliknya, variabel lain seperti usia, lama kerja, IMT, ISBB-Temperatur, intensitas cahaya, dan beban kerja tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap variabel terikat pada tingkat signifikansi yang sama.

Tabel 8. Variables in the Equation pada pekerja indoor (kuesioner IFRC)

Parameter	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Usia	-0.121	0.08	2.286	1	0.131	0.886
Lama Kerja	-0.729	0.619	1.389	1	0.239	0.482
IMT	0.286	0.254	1.265	1	0.261	1.331
Intensitas Kebisingan	0.524	0.254	4.261	1	0.039	1.689
ISBB-Temperatur	0.316	0.299	1.117	1	0.29	1.372
Intensitas Cahaya	-0.009	0.013	0.513	1	0.474	0.991
Beban kerja	-0.003	0.011	0.1	1	0.752	0.997
Constant	-47.787	24.085	3.937	1	0.047	0

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 9, model regresi logistik yang digunakan menunjukkan kontribusi model yang masih tergolong rendah. Nilai Nagelkerke R Square sebesar 0.05 menunjukkan bahwa model ini hanya mampu menjelaskan sebagian kecil pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara simultan sebesar 5%.

Tabel 9. Model Summary pada pekerja indoor (waktu reaksi)

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	45.026[a]	0.035	0.05

a. Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than .001.

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik yang tercantum dalam Tabel 10, beberapa variabel bebas telah dimasukkan dalam model untuk mengevaluasi dampaknya terhadap variabel terikat. Dari analisis tersebut, tidak terdapat variabel yang signifikan pada tingkat 0.05. Sebaliknya, variabel lain seperti usia, lama kerja, IMT, intensitas kebisingan, ISBB-Temperatur dan beban kerja tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap variabel terikat pada tingkat signifikansi yang sama.

Tabel 10. Variables in the Equation pada pekerja indoor (waktu reaksi)

Parameter	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Usia	0.034	0.059	0.343	1	0.558	1.035
Lama Kerja	-0.099	0.374	0.071	1	0.79	0.905
IMT	-0.046	0.171	0.073	1	0.788	0.955
Intensitas Kebisingan	-0.087	0.155	0.313	1	0.576	0.917
ISBB-Temperatur	0.048	0.268	0.032	1	0.858	1.049
Intensitas Cahaya	0.002	0.01	0.032	1	0.859	1.002
Beban kerja	-0.001	0.008	0.016	1	0.9	0.999
Constant	4.575	15.77	0.084	1	0.772	96.996

*Fak**tor penyebab kelelahan kerja secara spesifik***

Analisis faktor penyebab kelelahan kerja secara spesifik pada pekerja proyek konstruksi menggunakan uji regresi logistik untuk menganalisis hubungan seluruh variabel bebas secara simultan terhadap variabel terikat. Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 11, beberapa faktor yang mempengaruhi kelelahan kerja dapat diidentifikasi baik dalam kondisi outdoor maupun indoor. Pada kondisi outdoor (kuesioner IFRC), dua variabel yang berpengaruh signifikan terhadap kelelahan kerja adalah Indeks Massa Tubuh (IMT) dan ISBB-Temperatur dengan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0.022 dan 0.026. Indeks massa tubuh (IMT) dapat mempengaruhi sejauh mana tubuh pekerja mampu bertahan terhadap beban fisik yang ada [21]. Sementara itu, ISBB-Temperatur dapat berpengaruh besar terhadap pekerja yang terpapar suhu panas ekstrem berisiko mengalami peningkatan suhu tubuh yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan seperti kelelahan fisik [22].

Pada kondisi indoor (kuesioner IFRC), hanya Intensitas Kebisingan yang menunjukkan signifikansi dengan nilai p = 0.039. Kebisingan yang tinggi dalam lingkungan kerja dapat menjadi faktor stres yang mengganggu konsentrasi dan meningkatkan ketegangan mental serta fisik pekerja [23]. Pekerja yang terpapar kebisingan dalam waktu lama cenderung lebih cepat merasa lelah karena dapat mengganggu konsentrasi [24]. Namun, pada kedua kondisi outdoor dan indoor (waktu reaksi), tidak ada variabel yang menunjukkan signifikansi. waktu reaksi mungkin tidak cukup representatif dalam menggambarkan dampak kelelahan yang dirasakan oleh pekerja.

Tabel 11. Hasil Analisis Signifikansi Variabel pada Kondisi Outdoor dan Indoor untuk Kuesioner IFRC dan Waktu Reaksi

Kondisi	Variabel yang Signifikan	Nilai Sig. (p-value)
Outdoor (kuesioner IFRC)	IMT, ISBB-Temperatur	0.022, 0.026
Indoor (Kuesioner IFRC)	Intensitas Kebisingan	0.039
Outdoor (Waktu Reaksi)	-	-
Indoor (Waktu Reaksi)	-	-

Secara keseluruhan, hasil analisis ini menekankan bahwa faktor-faktor fisik seperti IMT dan suhu lingkungan di luar ruangan, serta faktor lingkungan seperti kebisingan di dalam ruangan, berperan signifikan dalam menyebabkan kelelahan kerja, sedangkan waktu reaksi tidak menunjukkan pengaruh signifikan dalam kondisi outdoor dan indoor. Perbedaan antara hasil uji korelasi dan regresi logistik terjadi karena perbedaan fokus dan pendekatan yang digunakan oleh kedua analisis tersebut. Uji korelasi hanya mengukur kekuatan dan arah hubungan antara dua variabel secara langsung, tanpa memperhitungkan pengaruh dari variabel lain yang mungkin juga berperan. Sebaliknya, regresi logistik menganalisis hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat yang bersifat kategorikal (misalnya, biner), dengan mempertimbangkan pengaruh dari variabel lain. Uji regresi logistik memberikan informasi tentang probabilitas terjadinya suatu kejadian berdasarkan kombinasi variabel bebas, sementara uji korelasi hanya menunjukkan hubungan sederhana antara dua variabel saja

Simpulan

Penelitian ini menganalisis berbagai faktor yang berkontribusi terhadap kelelahan kerja pada pekerja konstruksi, baik yang bekerja di luar ruangan (outdoor) maupun di dalam ruangan (indoor). Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa faktor lingkungan seperti kebisingan, temperatur, dan pencahayaan mempengaruhi tingkat kelelahan. Untuk pekerja outdoorseperti temperatur (0.022) dan Indeks Massa Tubuh (0.026), yang mengindikasikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kelelahan. Sementara itu, pada pekerja indoor seperti kebisingan (0.039) terbukti menjadi faktor yang paling berpengaruh. Di sisi lain, usia, lama kerja, dan beban kerja fisik tidak menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap tingkat kelelahan. Analisis regresi logistik lebih lanjut menunjukkan bahwa kebisingan pada pekerja indoor serta suhu dan Indeks Massa Tubuh pada pekerja outdoor adalah faktor utama yang mempengaruhi kelelahan kerja. Oleh karena itu, disarankan agar perbaikan kondisi

lingkungan kerja dan manajemen beban kerja dilakukan guna mengurangi dampak kelelahan pada pekerja konstruksi.

Daftar Pustaka

[1] B. Kim *Et Al.*, "Internet Of Things And Ensemble Learning-Based Mental And Physical Fatigue Monitoring For Smart Construction Sites," *Journal Of Big Data*, Vol. 11, No. 1, 2024, Doi: 10.1186/S40537-024-00978-7.

[2] W. Yi, H. Zong, M. F. Antwi-Afari, And A. P. C. Chan, "Determining The Optimal Recovery Time For Fatigued Construction Workers: Machine Learning Approach Based On Physiological And Environmental Measurements," *Building And Environment*, Vol. 275, No. February, P. 112808, 2025, Doi: 10.1016/J.Buildenv.2025.112808.

[3] C. J. Knüsel And E. M. J. Schotsmans, *The Routledge Handbook Of Archaeothanatology*. 2022. Doi: 10.4324/9781351030625.

[4] W. Liu, Q. Meng, Z. Li, H. Y. Chong, K. Li, And H. Tang, "Linking Organizational Safety Support And Construction Workers' Safety Behavior: The Roles Of Safety Motivation, Emotional Exhaustion And Psychosocial Safety Climate," *Engineering, Construction And Architectural Management*, 2024, Doi: 10.1108/Ecam-02-2024-0182.

[5] C. Delong And C. Marudo, "Boiling Point: The Health Risks Of Heat Protection Restrictions For Agriculture And Construction Workers," *Frontiers In Public Health*, Vol. 12, 2024, Doi: 10.3389/Fpubh.2024.1484975.

[6] R. Ameliawati, "Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Metode Hiradc (Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control) Di Area Plant-Warehouse Implementation Of Occupational Safety And Health With The Hiradc (Hazard Identification, Risk Assessmen," *Rang Teknik Journal*, Vol. 6, No. 1, Pp. 51–64, 2022.

[7] R. J. Bangonang, W. B. S. Joseph, And F. L. F. Langi, "Analisis Dan Prediksi Tren Kecelakaan Kerja Di Indonesia," *Jurnal Lentera : Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, Vol. 3, No. 2, Pp. 75–78, 2022.

[8] Suma'mur Pk, *Higiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Jakarta: Cv Sagung Seto, 2009.

[9] Setyawati L, *Selintas Tentang Kelelahan Kerja*. Yogyakarta: Amara Books, 2010.

[10] A. K. Mahi, *Survei Tanah; Evaluasi Dan Perencanaan Pengunaan Lahan Edisi 2*. Graha Ilmu, 2015.

[11] A. E. Dembe, J. B. Erickson, R. G. Delbos, And S. M. Banks, "The Impact Of Overtime And Long Work Hours On Occupational Injuries And Illnesses: New Evidence From The United States," *Occupational And Environmental Medicine*, Vol. 62, No. 9, Pp. 588–597, 2005, Doi: 10.1136/Oem.2004.016667.

[12] A. Kjellberg, "Fatigue After Work In Noise - An Epidemiological Survey Study And Three Quasi-Experimental Field Studies," *Noise And Health Journal*, Vol. 1 (1), Pp. 45–55, 1998.

[13] C. O'neill And K. Panuwatwanich, "The Impact Of Fatigue On Labour Productivity: Case Study Of Dam Construction Project In Queensland," No. October 2013, Pp. 993–1005, 2013, Doi: 10.32738/Ceppm.201310.0095.

[14] T. S. Abdelhamid And J. G. Everett, "Physiological Demands During Construction Work," *Journal Of Construction Engineering And Management*, Vol. 128, No. 5, Pp. 427–437, 2002, Doi: 10.1061/(Asce)0733-9364(2002)128:5(427).

[15] Work Safe Victoria, "Fatigue Prevention In The Workplace."

[16] M. Irwan. 2007. Ramdan, "Dampak Giliran Kerja, Suhu Dan Kebisingan Terhadap Perasaan Kelelahan Kerja Di Pt Ljp Provinsi Kalimantan Timur. The Indonesian Journal Of Public Health,Volume 4 Nomor 1, Juli 2007," Vol. 4, No. 1, Pp. 8–13, 2007.

[17] W. Yi And A. P. C. Chan, "Optimal Work Pattern For Construction Workers In Hot Weather: A Case Study In Hong Kong," *Journal Of Computing In Civil Engineering*, Vol. 29, No. 5, Pp. 1–11, 2015, Doi: 10.1061/(Asce)Cp.1943-5487.0000419.

[18] I. Morioka, N. Miyai, And K. Miyashita, "Hot Environment And Health Problems Of Outdoor Workers At A Construction Site," *Industrial Health*, Vol. 44, No. 3, Pp. 474–480, 2006, Doi: 10.2486/Indhealth.44.474.

[19] N. S. Seixas *Et Al.*, "10-Year Prospective Study Of Noise Exposure And Hearing Damage Among Construction Workers," *Occupational And Environmental Medicine*, Vol. 69, No. 9, Pp. 643–650, 2012, Doi: 10.1136/Oemed-2011-100578.

[20] Ruliati, "Hubungan Stres Kerja, Suhu Di Ruang Kerja, Dan Kadar Hb Terhadap Kelelahan Kerja Pegawai Di Instalasi Binatu Rs Dr. Sardjito Yogyakarta," *Tesis Universitas Gdjah Mada*, 2006.

[21] J. T. Spector *Et Al.*, "Associations Between Heat Exposure, Vigilance, And Balance Performance In Summer Tree Fruit Harvesters," *Applied Ergonomics*, Vol. 67, Pp. 1–8, 2018, Doi: 10.1016/J.Apergo.2017.09.002.

[22] J. Oh, F. Chung, C. Koo, D. Castro-Lacouture, And B. Ashuri, "Empirical Adaption Of Work/Rest Schedules To Physiological Variability In Heat Response," *Safety Science*, Vol. 177, No. November 2023, P. 106574, 2024, Doi: 10.1016/J.Ssci.2024.106574.

[23] J. Yang, G. Ye, Z. Zhang, X. Liu, And Y. Liu, "Linking Construction Noise To Worker Safety Behavior: The Role Of Negative Emotion And Regulatory Focus," *Safety Science*, Vol. 162, No. 174, P. 106093, 2023, Doi: 10.1016/J.Ssci.2023.106093.

[24] A. Shkembi, L. M. Smith, A. B. Le, And R. L. Neitzel, "Noise Exposure And Mental Workload: Evaluating The Role Of Multiple Noise Exposure Metrics Among Surface Miners In The Us Midwest," *Applied Ergonomics*, Vol. 103, No. March, P. 103772, 2022, Doi: 10.1016/J.Apergo.2022.103772.