

Integrasi Pengukuran Lingkungan Kerja dan Parameter Fisiologis Berbasis Smartwatch untuk Mengidentifikasi Stres Kerja pada Pekerja Industri

Rifdah Kamilia^{1*}, Arie Anggara², Samat NR³, Imron⁴

^{1,2,3}Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas Indo Global Mandiri

Corresponding: Rifdahkamilia2004@gmail.com

Abstract. Occupational stress is an occupational health concern associated with physical working conditions and workers' physiological factors. The use of smartwatches enables real-time monitoring of workers' physiological and activity indicators, thereby supporting efforts to prevent occupational stress in industrial settings. This study aimed to analyze the associations between physical work environment conditions, smartwatch-based indicators, and occupational stress levels among workers in the petrochemical industry. An observational analytical study with a cross-sectional design was conducted involving 107 respondents. Physical work environment variables included temperature, humidity, and noise. The indicators measured using smartwatches included heart rate, oxygen saturation (SpO₂), calories burned, and step count. Occupational stress levels were assessed using a questionnaire based on Minister of Manpower Regulation No. 5 of 2018. Data were analyzed using the chi-square test. The results showed that most respondents experienced mild occupational stress (48.6%). Significant associations were found between occupational stress levels and humidity ($p = 0.029$), noise ($p = 0.001$), length of employment ($p = 0.022$), and medication use ($p = 0.016$). In contrast, temperature ($p = 0.167$), heart rate ($p = 0.807$), oxygen saturation ($p = 0.080$), calories burned ($p = 0.956$), and step count ($p = 0.864$) were not significantly associated with occupational stress levels. Based on these findings, companies should strengthen workplace humidity and noise control measures and conduct regular health monitoring, particularly among workers with longer employment durations and those taking medication, as part of occupational stress prevention efforts.

Keywords: Occupational stress, physical work environment, physiological factors, smartwatch.

Abstrak: Stres kerja merupakan salah satu masalah kesehatan kerja yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja fisik dan faktor fisiologis pekerja. Pemanfaatan smartwatch memungkinkan pemantauan kondisi fisiologis secara real-time sebagai bagian dari upaya pencegahan stres kerja di lingkungan industri. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan lingkungan kerja fisik dan faktor fisiologis berbasis smartwatch dengan tingkat stres kerja pada pekerja di industri petrokimia. Penelitian menggunakan desain analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional* dengan 107 responden. Variabel lingkungan kerja fisik meliputi suhu, kelembapan, dan kebisingan, sedangkan faktor fisiologis meliputi detak jantung, saturasi oksigen (SpO₂), kalori terbakar, dan langkah kaki yang diukur menggunakan smartwatch. Tingkat stres kerja diukur menggunakan kuesioner berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 5 Tahun 2018. Analisis data dilakukan menggunakan uji *Chi-Square*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden mengalami stres kerja ringan (48,6%). Terdapat hubungan yang antara kelembapan (P value $0,029 < 0,05$), kebisingan (p -value $0,001 < 0,05$), masa kerja (p -value $0,022 < 0,05$), dan konsumsi obat (p -value $0,016 < 0,05$) dengan tingkat stres kerja. Sebaliknya, suhu (p -value $0,167 > 0,05$), detak jantung (p -value $0,807 > 0,05$), saturasi oksigen (p -value $0,080 > 0,05$), kalori terbakar (p -value $0,956 > 0,05$), dan langkah kaki (p -value $0,864 > 0,05$) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat stres kerja. Berdasarkan hasil penelitian, perusahaan disarankan meningkatkan pengendalian kelembapan dan kebisingan di lingkungan kerja serta melakukan pemantauan kesehatan pekerja secara berkala, terutama pada pekerja dengan masa kerja lebih lama dan yang mengonsumsi obat, sebagai upaya pencegahan stres kerja.

Kata Kunci: Faktor Fisiologis, Lingkungan Kerja Fisik, smartwatch, stres kerja

1. PENDAHULUAN

Stres kerja merupakan salah satu permasalahan kesehatan kerja yang dapat memengaruhi kesehatan, keselamatan, dan produktivitas pekerja. Kondisi ini muncul ketika tuntutan pekerjaan tidak sebanding dengan kemampuan atau sumber daya yang dimiliki pekerja dalam menghadapinya. Di lingkungan industri, terutama industri PT X, berbagai faktor lingkungan kerja fisik seperti suhu, kelembapan, dan kebisingan berpotensi meningkatkan beban fisiologis

maupun psikologis pekerja sehingga memicu terjadinya stres kerja (Choi & Kim, 2021). Paparan lingkungan kerja yang tidak memenuhi standar juga dapat meningkatkan risiko kelelahan, menurunkan konsentrasi, dan berdampak terhadap keselamatan kerja (Bacha, 2018) (Murdina Asih et al., 2026).

Perkembangan teknologi *wearable* memberikan peluang baru dalam pemantauan kesehatan pekerja secara objektif. Salah satu perangkat yang banyak digunakan adalah *smartwatch*, yang mampu merekam berbagai parameter fisiologis, seperti detak jantung, saturasi oksigen (SpO₂), aktivitas fisik, dan estimasi pengeluaran energi secara *real-time*. Informasi tersebut dapat digunakan untuk menggambarkan respons fisiologis pekerja terhadap kondisi lingkungan kerja sehingga berpotensi mendukung implementasi program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan perangkat *wearable* mampu menyediakan data fisiologis yang akurat dan berkelanjutan untuk pemantauan kesehatan pekerja di sektor industri (Moon & Ju, 2024). Selain itu, biomarker fisiologis yang diperoleh dari perangkat *wearable* telah dilaporkan memiliki potensi dalam mendeteksi respons tubuh terhadap stres kerja (Morales et al., 2022).

Di Indonesia, penilaian stres kerja umumnya dilakukan menggunakan instrumen yang mengacu pada Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Instrumen tersebut telah digunakan dalam berbagai penelitian karena memiliki indikator yang sesuai dengan karakteristik lingkungan kerja nasional serta mampu menggambarkan tingkat stres kerja secara sistematis (Pusma et al., 2024) (Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan et al., 2024).

Berdasarkan telaah penelitian terdahulu, masih terbatas penelitian yang mengintegrasikan pengukuran lingkungan kerja fisik, data fisiologis berbasis *smartwatch*, dan penilaian stres kerja menggunakan instrumen Permenaker RI Nomor 5 Tahun 2018 pada pekerja industri petrokimia. Padahal, integrasi ketiga pendekatan tersebut berpotensi memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi stres kerja pekerja dibandingkan penggunaan satu metode pengukuran saja (Naranjo et al., 2025). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan lingkungan kerja fisik (suhu, kelembapan, dan kebisingan) serta faktor fisiologis berbasis *smartwatch* dengan tingkat stres kerja pada pekerja di industri petrokimia. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan strategi pengendalian lingkungan kerja dan sistem pemantauan kesehatan pekerja yang lebih objektif untuk mendukung implementasi K3.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain analitik observasional menggunakan pendekatan cross-sectional. Penelitian bertujuan menganalisis hubungan lingkungan kerja fisik dan faktor fisiologis berbasis *smartwatch* dengan tingkat stres kerja pada pekerja di industri PT X. Objek penelitian adalah pekerja di Pabrik IB dan Pabrik IIB yang bekerja pada unit amoniak dan unit urea di sebuah pabrik industri petrokimia. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari–Mei 2026 dengan jumlah sampel sebanyak 107 pekerja yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan.

Bahan dan alat utama yang digunakan meliputi smartwatch Xiaomi Redmi Watch 5 Active untuk mengukur parameter fisiologis berupa detak jantung (*heart rate*), saturasi oksigen (SpO_2), jumlah langkah kaki (*step count*), dan kalori terbakar. Pengukuran lingkungan kerja fisik dilakukan menggunakan Sound Level Meter untuk mengukur kebisingan, Thermo-Hygrometer untuk mengukur suhu dan kelembapan, sedangkan tingkat stres kerja diukur menggunakan kuesioner berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018.

Variabel independen dalam penelitian ini meliputi karakteristik responden (umur, jenis kelamin, masa kerja, status pernikahan, riwayat penyakit, konsumsi obat, kebiasaan merokok, dan kualitas tidur), lingkungan kerja fisik (suhu, kelembapan, dan kebisingan), serta faktor fisiologis (detak jantung, saturasi oksigen, jumlah langkah kaki, dan kalori terbakar). Variabel dependen adalah tingkat stres kerja yang dikategorikan menjadi stres ringan, sedang, dan berat berdasarkan skor kuesioner Permenaker RI Nomor 5 Tahun 2018.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan pengukuran langsung di lingkungan kerja, pengukuran parameter fisiologis menggunakan *smartwatch* selama aktivitas kerja, serta pengisian kuesioner karakteristik responden dan stres kerja. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS. Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan distribusi karakteristik responden dan variabel penelitian, sedangkan analisis bivariat menggunakan uji Chi-Square dengan tingkat signifikansi 95% ($\alpha = 0,05$) untuk mengetahui hubungan antara variabel independen dan tingkat stres kerja.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakteristik Responden

Tabel 1. Karakteristik Responden Penelitian (N = 107)

Karakteristik	Kategori	Jumlah (n)	Persentase (%)
Shift Kerja	Malam	22	20,6
	Sore	41	38,3
	Pagi	44	41,1
	Total	107	100,0
Jenis Kelamin	Laki-laki	107	100,0
	Total	107	100,0
Status Pernikahan	Menikah	96	89,7
	Belum Menikah	11	10,3
	Total	107	100,0
Bagian Kerja	Lapangan	51	47,7
	Panel	56	52,3
	Total	107	100,0
Riwayat Penyakit	Tidak	101	94,4
	Ada	6	5,6
	Total	107	100,0
Konsumsi Obat	Ada	3	2,8
	Tidak	104	97,2
	Total	107	100,0
Kebiasaan Merokok	Ya	6	5,6
	Tidak	101	94,4
	Total	107	100,0
Kualitas Tidur	Kurang	24	22,6
	Cukup	69	64,5
	Baik	14	13,2
	Total	107	100,0
Usia	<30	21	19,63
	30-40	81	75,70
	>40	5	4,67
	Total	107	100
Masa Kerja	>5 Tahun	97	90,65
	<5 Tahun	9	8,41
	Total	107	100

Berdasarkan Tabel 1, penelitian ini melibatkan 107 pekerja sebagai responden. Mayoritas responden bekerja pada shift pagi (41,1%), seluruh responden berjenis kelamin laki-laki (100,0%), dan sebagian besar telah menikah (89,7%). Berdasarkan bagian kerja, sebagian

besar responden bekerja pada bagian panel (52,3%).

Dilihat dari kondisi kesehatan, mayoritas responden tidak memiliki riwayat penyakit (94,4%), tidak mengonsumsi obat (97,2%), serta tidak memiliki kebiasaan merokok (94,4%). Sebagian besar responden memiliki kualitas tidur cukup (64,5%), berada pada kelompok usia 30–40 tahun (75,7%), dan memiliki masa kerja lebih dari lima tahun (90,7%).

Sebagian besar responden berada pada usia produktif (30–40 tahun). Menurut (Tarwaka, 2011), usia produktif merupakan periode ketika pekerja memiliki kemampuan kerja yang optimal, tetapi paparan faktor risiko kerja yang berlangsung terus-menerus tetap dapat memengaruhi kondisi fisik maupun psikologis pekerja. Mayoritas responden juga memiliki masa kerja lebih dari lima tahun. Masa kerja yang panjang dapat meningkatkan pengalaman dan kemampuan adaptasi terhadap pekerjaan, namun di sisi lain juga dapat menyebabkan akumulasi paparan faktor risiko di lingkungan kerja (Antul et al., 2025). Oleh karena itu, masa kerja sering dikaitkan dengan kondisi kesehatan maupun stres kerja pada pekerja industri (Auliawati, 2025).

b. Lingkungan Kerja Fisik

Tabel 2. Distribusi Lingkungan Kerja Fisik (N = 107)

Variabel	Max	Min	Mean	Standar Deviasi
Kelembapan (%)	63,25	50,70	59,18	2,17
Suhu (°C)	33,60	24,50	28,73	3,44
Kebisingan (dB)	104,90	74,35	86,95	10,62

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengukuran lingkungan kerja fisik menunjukkan bahwa rata-rata kelembapan di area kerja sebesar $59,18 \pm 2,17\%$, dengan rentang 50,70–63,25%. Rata-rata suhu lingkungan kerja sebesar $28,73 \pm 3,44^{\circ}\text{C}$, sedangkan rata-rata kebisingan mencapai $86,95 \pm 10,62$ dB. Rata-rata kebisingan yang diperoleh menunjukkan bahwa pada beberapa area kerja tingkat kebisingan dapat mencapai nilai yang tinggi. Menurut (PERMENAKER NO.05, 2018), paparan kebisingan yang melebihi nilai ambang batas dalam waktu yang lama dapat menimbulkan berbagai dampak kesehatan, seperti gangguan pendengaran, penurunan konsentrasi, kelelahan, hingga peningkatan stres kerja.

Temuan ini didukung oleh penelitian (Murdina Asih et al., 2026) yang menyatakan bahwa paparan kebisingan yang tinggi berkaitan dengan meningkatnya risiko stres kerja pada pekerja industri. Selain itu, (Choi & Kim, 2021) menjelaskan bahwa lingkungan kerja fisik yang kurang nyaman, termasuk kebisingan dan suhu yang tidak sesuai, dapat meningkatkan beban psikologis pekerja sehingga berdampak pada penurunan produktivitas dan meningkatnya risiko kecelakaan kerja.

Selain kebisingan, suhu dan kelembapan juga perlu diperhatikan karena keduanya

berpengaruh terhadap kenyamanan termal pekerja (Wardana & I, 2020). (Bacha, 2018) menjelaskan bahwa paparan suhu tinggi dapat meningkatkan beban fisiologis tubuh melalui peningkatan denyut jantung dan respons kardiovaskular, yang apabila berlangsung terus-menerus berpotensi memicu kelelahan dan stres kerja.

c. Faktor Fisiologis Berbasis *Smartwatch*

Tabel 3. Distribusi Faktor Fisiologis Berbasis *Smartwatch* (N = 107)

Variabel	Min	Max	Mean $\pm$ SD
Detak Jantung (bpm)	59	90	76,26 $\pm$ 6,57
Saturasi Oksigen (SpO ₂) (%)	96	98	97,91 $\pm$ 0,32
Kalori Terbakar (kkal)	19	804	223,58 $\pm$ 169,52
Langkah Kaki	3	39	14,49 $\pm$ 7,72

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengukuran menggunakan *smartwatch* menunjukkan bahwa rata-rata detak jantung pekerja adalah 76,26 $\pm$ 6,57 bpm, dengan rentang 59–90 bpm. Rata-rata saturasi oksigen (SpO₂) sebesar 97,91 $\pm$ 0,32%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki kadar oksigen dalam darah pada kisaran normal. Selain itu, rata-rata kalori terbakar sebesar 223,58 $\pm$ 169,52 kkal, sedangkan rata-rata jumlah langkah kaki adalah 14,49 $\pm$ 7,72.

Hasil tersebut menggambarkan bahwa secara umum kondisi fisiologis responden masih berada dalam batas normal selama pengukuran berlangsung. Rata-rata detak jantung dan nilai SpO₂ menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja tidak mengalami gangguan fisiologis yang nyata pada saat pengambilan data. Variasi yang cukup besar pada kebutuhan kalori dan jumlah langkah kaki diduga dipengaruhi oleh perbedaan aktivitas kerja, intensitas pekerjaan, serta mobilitas pekerja pada masing-masing bagian kerja.

Penggunaan *smartwatch* dalam penelitian ini memberikan keuntungan karena mampu merekam parameter fisiologis secara objektif dan cepat. Menurut (Moon & Ju, 2024), teknologi *wearable* dapat dimanfaatkan sebagai alat pemantauan kondisi fisiologis pekerja secara *real-time* sehingga mendukung pelaksanaan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Namun, data fisiologis yang diperoleh tetap perlu diinterpretasikan bersama faktor lingkungan kerja dan kondisi psikologis pekerja agar memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kesehatan kerja.

d. Tingkat Stres Kerja

Tabel 4. Distribusi Tingkat Stres Kerja Responden (N = 107)

Tingkat Stres Kerja	Jumlah (n)	Persentase (%)
Berat	14	13,1
Sedang	41	38,3
Ringan	52	48,6
Total	107	100,0

Berdasarkan Tabel 4, mayoritas responden mengalami stres kerja ringan, yaitu sebanyak 52 orang (48,6%). Sebanyak 41 responden (38,3%) mengalami stres kerja sedang, sedangkan 14 responden (13,1%) mengalami stres kerja berat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir setengah dari responden berada pada kategori stres kerja ringan. Meskipun demikian, masih terdapat 13,1% pekerja yang mengalami stres kerja berat, sehingga kondisi ini tetap memerlukan perhatian dari perusahaan sebagai bagian dari upaya perlindungan kesehatan pekerja.

Menurut (Choi & Kim, 2021)(Pramesti et al., 2025), stres kerja yang berlangsung secara berkepanjangan dapat menurunkan konsentrasi, meningkatkan kelelahan mental, mengurangi produktivitas, serta meningkatkan risiko kesalahan kerja dan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, identifikasi tingkat stres kerja merupakan langkah penting dalam mendukung penerapan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Temuan penelitian ini juga sejalan dengan (Pusma et al., 2024) yang melaporkan bahwa pekerja dengan tingkat stres kerja sedang hingga berat cenderung mengalami penurunan performa kerja serta lebih rentan mengalami gangguan kesehatan.

e. Hubungan Karakteristik Responden dengan Tingkat Stres Kerja

Tabel 5. Hubungan Karakteristik Responden dengan Tingkat Stres Kerja

Variabel	Kategori	Berat n (%)	Sedang n (%)	Ringan n (%)	Total	p-value
Shift kerja	Pagi	8 (18,2)	18 (40,9)	18 (40,9)	44	0,409
	Sore	5 (12,2)	13 (31,7)	23 (56,1)	41	
	Malam	1 (4,5)	10 (45,5)	11 (50,0)	22	
Status pernikahan	Belum menikah	0 (0,0)	4 (36,4)	7 (63,6)	11	0,335
	Menikah	14 (14,6)	37 (38,5)	45 (46,9)	96	
Bagian kerja	Lapangan	10 (19,6)	17 (33,3)	24 (47,1)	51	0,146
	Panel	4 (7,1)	24 (42,9)	28 (50,0)	56	
Riwayat penyakit	Ada	2 (33,3)	3 (50,0)	1 (16,7)	6	0,169
	Tidak ada	12 (11,9)	38 (37,6)	51 (50,5)	101	
Konsumsi obat	Ya	2 (66,7)	1 (33,3)	0 (0,0)	3	0,016
	Tidak	12 (11,5)	40 (38,5)	52 (50,0)	104	
Kebiasaan merokok	Ya	1 (16,7)	2 (33,3)	3 (50,0)	6	0,948
	Tidak	13 (12,9)	39 (38,6)	49 (48,5)	101	
Kualitas tidur	Kurang	4 (28,6)	2 (14,3)	8 (57,1)	14	0,206
	Cukup	7 (10,1)	30 (43,5)	32 (46,4)	69	
	Baik	3 (12,5)	9 (37,5)	12 (50,0)	24	
Usia	≥30 tahun	13 (15,1)	36 (41,9)	37 (43,0)	86	0,060
	<30 tahun	1 (4,8)	5 (23,8)	15 (71,4)	21	
Masa kerja	>5 tahun	14 (14,4)	40 (41,2)	43 (44,3)	97	0,022
	<5 tahun	0 (0,0)	1 (10,0)	9 (90,0)	10	

Hasil uji Chi-Square menunjukkan bahwa masa kerja ($p=0,022$) dan konsumsi obat ($p=0,016$) memiliki hubungan yang signifikan dengan tingkat stres kerja pada pekerja di

industri petrokimia. Sementara itu, shift kerja, status pernikahan, bagian kerja, riwayat penyakit, kebiasaan merokok, kualitas tidur, dan usia tidak menunjukkan hubungan yang signifikan ($p>0,05$).

Hubungan antara masa kerja dengan tingkat stres kerja menunjukkan bahwa lama bekerja dapat memengaruhi kemampuan pekerja dalam menghadapi tuntutan pekerjaan. Pekerja dengan masa kerja yang lebih lama umumnya memiliki pengalaman dan kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap lingkungan kerja. Namun, paparan pekerjaan yang berlangsung dalam jangka waktu lama juga dapat menyebabkan akumulasi kelelahan fisik maupun psikologis sehingga berpotensi meningkatkan stres kerja. Hasil penelitian ini sejalan dengan Pusma et al. (2024) yang melaporkan bahwa masa kerja merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan tingkat stres kerja pada pekerja industri. Semakin lama pekerja terpapar kondisi kerja tertentu, semakin besar kemungkinan munculnya dampak terhadap kesehatan psikologis apabila tidak disertai upaya pengendalian yang memadai.

Selain masa kerja, konsumsi obat juga menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat stres kerja. Temuan ini mengindikasikan bahwa pekerja yang memiliki kondisi kesehatan tertentu hingga memerlukan konsumsi obat kemungkinan memiliki beban fisik maupun psikologis yang lebih tinggi dibandingkan pekerja yang tidak mengonsumsi obat. Kondisi kesehatan dapat memengaruhi kemampuan pekerja dalam menghadapi tuntutan pekerjaan sehingga berkontribusi terhadap munculnya stres kerja. Namun demikian, hasil ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati mengingat jumlah responden yang mengonsumsi obat relatif sedikit dibandingkan responden yang tidak mengonsumsi obat.

Variabel lain seperti shift kerja, usia, status pernikahan, bagian kerja, riwayat penyakit, kebiasaan merokok, dan kualitas tidur tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat stres kerja. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik individu tersebut belum menjadi faktor utama yang memengaruhi tingkat stres kerja pada responden penelitian. Perbedaan hasil dengan penelitian lain dapat dipengaruhi oleh karakteristik responden, sistem kerja, budaya organisasi, serta kondisi lingkungan kerja pada masing-masing industri.

f. Hubungan Lingkungan Kerja Fisik dengan Tingkat Stres Kerja

Tabel 6. Hubungan Lingkungan Kerja Fisik dengan Tingkat Stres Kerja

Variabel	Kategori	Berat n (%)	Sedang n (%)	Ringan n (%)	Total	p-value
----------	----------	-------------	--------------	--------------	-------	---------

Kelembapan	<40% RH atau >60% RH	7 (29,2)	8 (33,3)	9 (37,5)	24	0,029
	40–60% RH	7 (8,4)	33 (39,8)	43 (51,8)	83	
Suhu	>27°C	10 (21,3)	14 (29,8)	23 (48,9)	47	0,053
	≤27°C	4 (6,7)	27 (45,0)	29 (48,3)	60	
Kebisingan	>85 dBA	7 (41,2)	5 (29,4)	5 (29,4)	17	0,001
	≤85 dBA	7 (7,8)	36 (40,0)	47 (52,2)	90	

Hasil analisis menunjukkan bahwa kelembapan ($p=0,029$) dan kebisingan ($p=0,001$) memiliki hubungan yang signifikan dengan tingkat stres kerja, sedangkan suhu ($p=0,167$) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan.

Kelembapan merupakan salah satu komponen lingkungan kerja yang memengaruhi kenyamanan termal pekerja. Tingkat kelembapan yang tinggi dapat menghambat proses penguapan keringat sehingga tubuh lebih sulit melepaskan panas. Kondisi tersebut dapat meningkatkan rasa tidak nyaman, mempercepat kelelahan, dan pada akhirnya memengaruhi kondisi psikologis pekerja. Hasil penelitian ini mendukung teori yang menyatakan bahwa lingkungan kerja fisik berperan dalam memengaruhi kesehatan dan kenyamanan pekerja. (Bacha, 2018) menjelaskan bahwa kondisi iklim kerja yang tidak sesuai dapat meningkatkan beban fisiologis tubuh dan berpotensi memicu stres kerja apabila berlangsung secara terus-menerus.

Variabel kebisingan juga menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat stres kerja. Kebisingan merupakan salah satu stresor fisik di lingkungan kerja yang dapat mengganggu komunikasi, menurunkan konsentrasi, serta meningkatkan beban mental pekerja. Paparan kebisingan dalam jangka panjang dapat memicu aktivasi sistem saraf simpatis dan meningkatkan respons stres. Hasil penelitian ini sejalan dengan (Murdina Asih et al., 2026) yang menyatakan bahwa paparan kebisingan yang tinggi berhubungan dengan meningkatnya risiko stres kerja pada pekerja industri. Selain itu, (Choi & Kim, 2021) menjelaskan bahwa lingkungan kerja fisik yang kurang nyaman dapat meningkatkan tekanan psikologis sehingga berdampak pada produktivitas dan keselamatan kerja.

Sebaliknya, suhu tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat stres kerja. Meskipun suhu merupakan faktor penting dalam lingkungan kerja, pengaruhnya terhadap stres kerja kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lain, seperti kemampuan adaptasi pekerja, penggunaan alat pelindung diri, sistem ventilasi, serta pengendalian lingkungan yang telah diterapkan di tempat kerja. Oleh karena itu, meskipun secara statistik tidak berhubungan, pengendalian suhu tetap diperlukan untuk menjaga kenyamanan dan kesehatan pekerja sesuai ketentuan (PERMENAKER NO.05, 2018).

g. Hubungan Faktor Fisiologis Berbasis Smartwatch dengan Tingkat Stres Kerja

Tabel 7. Hubungan Faktor Fisiologis Berbasis *Smartwatch* dengan Tingkat Stres Kerja

Variabel	Kategori	Stres Berat n (%)	Stres Sedang n (%)	Stres Ringan n (%)	Total	p- value	Keterangan
Detak jantung	<60 atau >100 bpm	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (100,0)	1	0,586	Tidak berhubungan
	60–100 bpm	14 (13,2)	41 (38,7)	51 (48,1)	106		
Kebutuhan kalori	>300 kkal/jam	5 (17,2)	7 (24,1)	17 (58,6)	29	0,179	Tidak berhubungan
	≤300 kkal/jam	9 (11,5)	34 (43,6)	35 (44,9)	78		
Jumlah langkah kaki	>3.045 langkah	9 (16,7)	15 (27,8)	30 (55,6)	54	0,070	Tidak berhubungan
	≤3.045 langkah	5 (9,4)	26 (49,1)	22 (41,5)	53		

Variabel SpO_2 tidak dianalisis menggunakan uji *Chi-Square* karena seluruh responden berada pada kategori yang sama (*constant variable*).

Hasil uji *Chi-Square* menunjukkan bahwa detak jantung ($p=0,586$), kebutuhan kalori ($p=0,179$), dan jumlah langkah kaki ($p=0,070$) tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan tingkat stres kerja pada pekerja di industri petrokimia. Selain itu, variabel saturasi oksigen (SpO_2) tidak dapat dianalisis secara bivariat karena seluruh responden memiliki kategori yang sama sehingga tidak memenuhi syarat untuk dilakukan uji *Chi-Square*. Secara teoritis, stres kerja dapat memengaruhi respons fisiologis tubuh melalui aktivasi sistem saraf simpatis yang menyebabkan perubahan denyut jantung, metabolisme energi, dan aktivitas fisik. Namun, pada penelitian ini parameter fisiologis yang diukur menggunakan *smartwatch* belum menunjukkan hubungan yang bermakna dengan tingkat stres kerja. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh respons fisiologis yang dipengaruhi oleh banyak faktor selain stres, seperti aktivitas fisik, usia, kondisi kesehatan, tingkat kebugaran, serta karakteristik pekerjaan responden.

Mayoritas responden memiliki detak jantung dalam rentang normal, sedangkan nilai saturasi oksigen juga berada pada kisaran normal dengan variasi yang sangat kecil. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan kedua parameter tersebut dalam membedakan tingkat stres kerja menjadi terbatas. Demikian pula, kebutuhan kalori dan jumlah langkah kaki lebih mencerminkan aktivitas fisik pekerja daripada kondisi psikologis yang dialami selama bekerja. Keseragaman aktivitas operasional di lingkungan kerja diduga turut menyebabkan variasi data menjadi kecil sehingga hubungan dengan tingkat stres kerja tidak terlihat secara statistik.

Meskipun seluruh parameter fisiologis tidak menunjukkan hubungan yang signifikan, penggunaan *smartwatch* tetap memberikan nilai tambah dalam penelitian ini karena mampu menyediakan data fisiologis secara objektif dan *real-time*. Sesuai dengan yang dijelaskan (Moon

& Ju, 2024), teknologi *wearable* memiliki potensi besar dalam mendukung pemantauan kesehatan pekerja secara berkelanjutan. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemantauan fisiologis saja belum cukup untuk menggambarkan tingkat stres kerja. Oleh karena itu, pengukuran stres kerja sebaiknya dilakukan melalui pendekatan yang lebih komprehensif dengan mengombinasikan data fisiologis, kondisi lingkungan kerja, serta penilaian psikologis menggunakan instrumen yang tervalidasi seperti kuesioner berdasarkan (PERMENAKER NO.05, 2018)

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja mengalami stres kerja ringan sebesar 48,6%, diikuti stres kerja sedang sebesar 38,3% dan stres kerja berat sebesar 13,1%. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor yang berhubungan secara signifikan dengan tingkat stres kerja adalah masa kerja ($p=0,022$), konsumsi obat ($p=0,016$), kelembapan ($p=0,029$), dan kebisingan ($p=0,001$). Sementara itu, shift kerja, status pernikahan, bagian kerja, riwayat penyakit, kebiasaan merokok, kualitas tidur, usia, dan suhu tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat stres kerja.

Faktor fisiologis berbasis *smartwatch*, yaitu detak jantung ($p=0,586$), kebutuhan kalori ($p=0,179$), dan jumlah langkah kaki ($p=0,070$), tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat stres kerja. Variabel SpO₂ tidak dapat dianalisis secara bivariat karena seluruh responden memiliki kategori yang sama. Hasil tersebut menunjukkan bahwa parameter fisiologis yang digunakan dalam penelitian ini belum dapat menjadi indikator tunggal untuk menggambarkan tingkat stres kerja.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan kerja fisik, khususnya kelembapan dan kebisingan, serta beberapa karakteristik pekerja memiliki keterkaitan dengan tingkat stres kerja, sedangkan parameter fisiologis berbasis *smartwatch* yang digunakan belum menunjukkan hubungan yang signifikan. Oleh karena itu, pengendalian kondisi lingkungan kerja dan pemantauan kesehatan pekerja secara berkala perlu diperkuat sebagai bagian dari upaya pencegahan stres kerja. Penggunaan *smartwatch* dapat dipertimbangkan sebagai alat pemantauan fisiologis pendukung dan sebaiknya dikombinasikan dengan penilaian psikologis serta faktor lingkungan kerja untuk memperoleh gambaran kondisi stres pekerja yang lebih komprehensif. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan parameter fisiologis yang lebih sensitif terhadap respons stres, seperti *Heart Rate Variability* (HRV), tekanan darah, atau kadar kortisol.

DAFTAR PUSTAKA

Antul, R. N., Zainal, I., & Mappangi, A. S. (2025). Hubungan Antara Usia Pekerja Dan Masa Kerja Dengan Stres Kerja Pada Karyawan Pt. Singlurus Pratama Site Argosari. *Identifikasi*,

- 11(4), 958–965. <https://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id/index.php/identifikasi958>
- Auliawati, N. (2025). Pengaruh Umur, Masa Kerja Dan Lama Kerja Terhadap Stress Kerja Pada Karyawan Di Pt Starpia Tahun 2025. *Jurnal Sosial Teknologi*, 5(9), 3452–3459. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.V5i9.32401>
- Bacha, E. A. (2018). Intraoperative Balloon Dilation In Tetralogy Of Fallot: Is There A “Secret Sauce”? In *Journal Of Thoracic And Cardiovascular Surgery* (Vol. 156, Number 2, P. 782). Mosby Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.02.073>
- Choi, J., & Kim, K. (2021). The Relationship Between Impulsiveness, Self-Esteem, Irrational Gambling Belief And Problem Gambling Moderating Effects Of Gender. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph18105180>
- Keselamatan Kesehatan Kerja Dan Lingkungan, J., Lintang N S, E. P., N, I. A., & Rachmawati, S. (2024). Keterkaitan Intensitas Kebisingan Lingkungan Terhadap Tingkat Stres Pekerja (Studi Kasus Di Industri Kimia Sukoharjo) (Vol. 05, Number 1). <http://jk31.fkm.unand.ac.id/index.php/jk31/index>
- Moon, J., & Ju, B. K. (2024). Wearable Sensors For Healthcare Of Industrial Workers: A Scoping Review. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 13, Number 19). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (Mdpi). <https://doi.org/10.3390/electronics13193849>
- Morales, A., Barbosa, M., Morás, L., Cazella, S. C., Sgobbi, L. F., Sene, I., & Marques, G. (2022). Occupational Stress Monitoring Using Biomarkers And Smartwatches: A Systematic Review. In *Sensors* (Vol. 22, Number 17). Mdpi. <https://doi.org/10.3390/s22176633>
- Murdina Asih, W., Herlina, Y., Studi Hiperkes Dan Keselamatan Kerja, P., & Tinggi Ilmu Kesehatan, S. (2026). Pengaruh Intensitas Kebisingan Terhadap Stres Kerja Pekerja Di Area Produksi Pt. Xyz. File:///C:/Users/Advan/Appdata/Local/Mendeley Ltd./Mendeley Desktop/Downloaded/Murdina Asih Et Al. - 2026 - Pengaruh Intensitas Kebisingan Terhadap Stres Kerja Pekerja Di Area Produksi Pt. Xyz.Pdf
- Naranjo, J. E., Mora, C. A., Bustamante Villagómez, D. F., Mancheno Falconi, M. G., & Garcia, M. V. (2025). Wearable Sensors In Industrial Ergonomics: Enhancing Safety And Productivity In Industry 4.0. In *Sensors* (Vol. 25, Number 5). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (Mdpi). <https://doi.org/10.3390/s25051526>
- Permenaker No.05 (2018). File:///C:/Users/Advan/Appdata/Local/Mendeley Ltd./Mendeley Desktop/Downloaded/Pemerintah Indonesia - 2018 - Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja.Pdf
- Pramesti, D. G., Wibowo, P. A., & Arifin, Z. (2025). Faktor Yang Berhubungan Dengan Stres Kerja Pada Pekerja. 19(10), 3202–3208.
- Pusma, A., Puji, A., Afifah, A., & Oktavina, D. (2024). Analisis Penyebab Stres Kerja Pada Petugas Cleaning Service Menggunakan Kuesioner Permenaker No. 5 Tahun 2018. File:///C:/Users/Advan/Appdata/Local/Mendeley Ltd./Mendeley Desktop/Downloaded/Unknown - Unknown - 2.Pdf
- Tarwaka. (2011). *Ergonomi Industri*.
- Wardana, M. W., & I, E. R. (2020). Analisis Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Pekerja. *Jurnal Rekayasa Industri (Jri)*, 2(1), 15–22. <https://doi.org/10.37631/jri.V2i1.127>