

INFORMASI ARTIKEL

Received: January, 23, 2025

Revised: February, 24, 2025

Available online: February, 26, 2025

at : <https://e-jurnal.ipphorr.com/index.php/hjk>

Deteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang: *Mixed method study*

Sudiono*, Henny Lilyanti

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Horizon Indonesia

Korespondensi penulis: Sudiono. *Email: sudiono.horizon.krw@horizon.ac.id

Abstract

Background: Physical fatigue is one of the most significant and common occupational hazards across various industries. Numerous detection tools, both subjective and objective, have been developed to measure work-related fatigue. Smartwatches are one such tool that can objectively detect physical fatigue by assessing hemodynamic indicators.

Purpose: To detect the level of worker fatigue based on smartwatches with a machine learning approach in manufacturing companies in Karawang Regency.

Method: Mixed explanatory sequential method with fatigue measurement using smartwatch machine learning and Fatigue Severity Scale (FSS).

Results: A total of 42 participants (63%) experienced high levels of fatigue with fatigue scores >42 and an average HR value above 100 times per minute. The Pearson Correlations test produced a correlation coefficient value of 0.039, indicating a strong relationship between HR values and worker fatigue scores. From the results of interviews on worker fatigue levels, 9 themes of worker fatigue experiences were obtained.

Conclusion: Fatigue detection with machine learning that combines HR values and fatigue scores is very effective in preventing work-related fatigue.

Suggestion: Further research is expected to explore the data more deeply. The use of mixed methods can be maintained because it produces varied data, but the addition of the number of participants and research locations needs to be reconsidered. This is to avoid bias levels and produce algorithms from large amounts of data.

Keywords: Detection; Fatigue; Machine Learning Approached; Smartwatch; Workers.

Pendahuluan: Kelelahan fisik adalah salah satu bahaya kerja yang paling penting dan umum terjadi di berbagai industri. Berbagai macam alat telah digunakan untuk mendeteksi/mengukur kelelahan akibat kerja, baik deteksi/pengukuran secara subjektif maupun objektif. *Smartwatch* adalah salah satu alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat kelelahan fisik secara objektif dengan melihat dari hemodinamik.

Tujuan: Untuk mendeteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang.

Metode: *Mixed method explanatory sequential* dengan pengukuran kelelahan menggunakan *machine learning smartwatch* dan *Fatigue Severity Scale* (FSS).

Hasil: Sebanyak 42 partisipan (63%) mengalami kelelahan tingkat tinggi dengan hasil skor kelelahan >42 dan rata-rata nilai HR diatas 100 kali per menit. Uji *Pearson Correlations* menghasilkan nilai *correlation coefficient* sebesar 0.039, menunjukkan ada hubungan kuat antara Nilai HR dengan skor kelelahan pekerja. Dari hasil wawancara tingkat kelelahan pekerja menghasilkan 9 tema pengalaman kelelahan pekerja.

Simpulan: Deteksi kelelahan dengan *machine learning* yang mengkombinasikan nilai HR dan skor kelelahan

Deteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang: *Mixed method study*

sangat efektif dilakukan untuk mencegah terjadinya kelelahan akibat kerja.

Saran: Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan eksplorasi data. Penggunaan *mixed method* dapat dipertahankan karena menghasilkan data yang bervariasi, namun penambahan jumlah partisipan dan lokasi penelitian harus dipertimbangkan ulang. Hal ini untuk menghindari tingkat bias dan menghasilkan algoritma dari jumlah data yang besar.

Kata Kunci: Deteksi; Kelelahan; Pekerja; Pendekatan *Machine Learning*; *Smartwatch*.

PENDAHULUAN

Kelelahan akibat kerja merupakan masalah utama di tempat kerja yang dapat memengaruhi kesehatan dan kesejahteraan pekerja (Xing, Zhong, Luo, Rose, Li, & Antwi-Afari, 2020). Kelelahan kerja dapat disebabkan oleh faktor fisiologis seperti kerja yang melebihi batas waktu, shift dan beban kerja yang berat atau aspek psikologis, seperti stres (Kołodziej, Tarnowski, Sawicki, Majkowski, Rak, Bala, & Pluta, 2020).

Setiap hari rata-rata 6000 orang meninggal akibat kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja dengan total lebih dari 2.2 juta kematian akibat pekerjaan setiap tahunnya (kurniawati, 2019). Studi yang dilakukan oleh banyak negara dan Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan karena penyakit akibat kerja dan cedera akibat kerja akan setara dengan kisaran 1.8–6% (Rugulies, Sørensen, Di Tecco, Bonafede, Rondinone, Ahn, & Pega, 2021).

Kelelahan fisik adalah ketidakmampuan otot untuk mempertahankan kinerja fisik ideal, dan diakibatkan oleh aktivitas yang berkepanjangan (Saganowski, Perz, Polak, & Kazienko, 2022). Kelelahan dapat terjadi akibat beban kerja fisik yang berlebihan dan mengakibatkan penurunan sementara kemampuan aktivitas fisik (Seresht & Fayek, 2020). Menurut World Health Organization, dalam beberapa tahun terakhir, dampak kelelahan fisik terhadap kesehatan manusia semakin meningkat. Meskipun “kelelahan” telah dilaporkan sebagai risiko kecelakaan akibat kerja oleh beberapa penelitian, namun perhatian terhadap risiko ini masih kurang (AlNoaimi & Mazzuchi, 2021).

Kabupaten Karawang merupakan kota industri dengan jumlah pekerja yang lebih banyak dibandingkan kota lain. Kelelahan dapat memengaruhi kesehatan, keselamatan pekerja, dan perlu diukur serta dikendalikan untuk mencegah terjadinya penyakit akibat kerja. Dalam

beberapa tahun terakhir, beberapa penelitian telah dilakukan untuk menilai beban kerja fisik dan kelelahan pada proyek konstruksi dengan menggunakan berbagai metode subjektif dan objektif. Pada sebagian besar penelitian sebelumnya, metode subjektif termasuk wawancara dan kuesioner (Seong, Park, Ahn, & Kim, 2022).

Metode subjektif yang digunakan dalam penelitian sebelumnya tidak memberikan wawasan luas mengenai dampak buruk kelelahan fisik dan memiliki beberapa kelemahan, contohnya mereka mungkin mengalami bias subjektif, dan beberapa orang mungkin menjawab sedemikian rupa untuk mendukung hipotesis penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, diperlukan perubahan signifikan dalam metode dan alat yang diadopsi dalam penelitian sebelumnya. Pengukuran respons fisiologis yang tidak terlalu rentan terhadap bias partisipan merupakan metode alternatif dan obyektif yang layak untuk mengukur dampak kelelahan fisik (Mir, Nasirzadeh, Bereznicki, Enticott, Lee, & Mills, 2023).

Penggunaan pengukuran fisiologis, selain kuesioner merupakan langkah perubahan mendasar yang diperlukan dalam penelitian ini untuk menghasilkan data yang dapat digunakan untuk membuat sebuah model deteksi kelelahan fisik secara komprehensif. Penelitian ini menjadi suatu penelitian yang urgensi agar dapat melakukan deteksi dini terkait kelelahan kerja. Hal ini sebagai upaya pemberdayaan masyarakat pekerja secara mandiri dalam mengurangi angka kecelakaan kerja dan menurunkan penyakit akibat kerja (Baggiano, Italiano, Guglielmo, Fusini, Guaricci, Maragna, & Pontone, 2022).

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah *machine learning*. Di masa era digital dan transformasi teknologi, individu sudah dituntut untuk dapat terbiasa menggunakan alat berbasis

Sudiono*, Henny Lilyanti

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Horizon Indonesia

Korespondensi penulis: Sudiono. *Email: sudiono.horizon.krw@horizon.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v18i12.678>

Deteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang: *Mixed method study*

digital, jam pintar atau *smartwatch* yang sudah banyak digunakan oleh masyarakat sebagai alat yang dapat mendeteksi detak jantung, aktivitas, dan kesehatan lainnya. Fungsi *smartwatch* pada penelitian ini adalah sebagai alat pengumpulan data pada *heart rate* (denyut jantung) dengan mengkaji tingkat kelelahan pekerja dengan menggunakan skala *Fatigue Severity Scale* (FSS). *Machine learning* merupakan suatu metode ketika algoritma digunakan untuk mengembangkan sistem atau model yang membuat prediksi atau keputusan berdasarkan informasi yang telah dipelajari dari data pengalaman dalam implementasinya, *machine learning* sebagai strategi pemecahan masalah yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi objek atau benda pada citra dengan memanfaatkan algoritma deteksi objek. Hal tersebut dapat memberikan kemudahan dan kemandirian bagi pengguna, sehingga dapat melakukan deteksi dini (Muttaqin, Nawawi, & Pamungkas, 2024).

Sebelumnya peneliti sudah melakukan penelitian kelelahan kerja dengan menganalisis tingkat kelelahan pada pekerja guru sekolah dasar di Kabupaten Karawang menggunakan pendekatan sederhana (Sudiono, Mulyono, & Permatasari, 2023). Penelitian sebelumnya memanfaatkan sinyal fisiologis untuk memperkirakan tingkat kelelahan karena hal ini disebabkan oleh aktivitas fisik yang berlebihan dan dikaitkan dengan gejala fisiologi (Mir et al., 2023). Hingga saat ini, hanya sedikit penelitian yang mengamati cara obyektif dalam mengumpulkan data *real-time* dari pekerja saat sedang bekerja. Kemajuan teknologi dan munculnya perangkat yang dapat dikenakan yang mampu mengumpulkan data dan biosensor secara *real-time* tanpa memengaruhi alur kerja. Dari kajian terdahulu diantara gejala fisiologis sebelumnya, detak jantung adalah metode yang paling banyak digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan hal ini dapat digunakan sebagai cara yang efektif untuk mengukur secara fisiologis (Zhang, Diraneyya, Ryu, Haas, & Abdel-Rahman, 2019).

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah *machine learning*. Dimasa era digital dan transformasi teknologi, individu sudah dituntut untuk dapat terbiasa menggunakan alat berbasis digital, jam pintar atau *smartwatch* yang sudah banyak digunakan oleh masyarakat sebagai alat yang dapat mendeteksi detak jantung, aktivitas dan

kesehatan lainnya. Fungsi *smartwatch* pada penelitian ini adalah sebagai alat pengumpulan data pada *heart rate* (denyut jantung) dengan mengkaji tingkat kelelahan pekerja dengan menggunakan skala *Fatigue Severity Scale* (FSS). *Machine learning* merupakan suatu metode dengan algoritma digunakan untuk mengembangkan sistem atau model, kemudian model tersebut dapat membuat prediksi atau keputusan berdasarkan informasi yang telah dipelajari dari data pengalaman. Dalam implementasinya, *machine learning* sebagai strategi pemecahan masalah yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi objek atau benda pada citra dengan memanfaatkan algoritma deteksi objek (Belza, Miyawaki, Liu, Aree-Ue, Fessel, Minott, & Zhang, 2018; Hwang & Lee, 2017; Wong, Chung, Chan, Wong, & Yi 2014; Portugal, Alencar, & Cowan, 2018). Hal tersebut dapat memberikan kemudahan dan kemandirian bagi pengguna, sehingga dapat melakukan deteksi dini.

METODE

Penelitian ini menggunakan *mixed method explanatory sequential design* dengan mengkombinasikan data kuantitatif dan data kualitatif. Tahap pertama penelitian kuantitatif mengukur tingkat kelelahan fisik pada pekerja dengan melihat nilai *heart rate* (denyut jantung) pada *smartwatch* dan menggunakan skala pengukuran kelelahan *fatigue severity scale* (FSS). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli-Desember 2024 di PT. Sunchirin Industries Indonesia, Karawang, Jawa Barat.

Cara pengukuran sampel menggunakan *purposive random sampling* dari perusahaan *manufacturing* dengan kriteria inklusi pekerja yang bekerja 8 jam/hari. Kategori jenis pekerjaan ringan, sedang, dan berat sesuai dengan kategori yang diasumsikan oleh partisipan seperti bagian pengelasan dikategorikan sebagai pekerjaan berat, bagian *packing* dikategorikan sebagai pekerjaan sedang, bagian *quality control* dikategorikan sebagai pekerjaan ringan.

Tingkat kelelahan diukur sebelum mulai bekerja dan saat berakhir masa kerja/masa *shift* kerjanya. Variabel yang akan diukur adalah tingkat kelelahan menggunakan instrumen FSS dan nilai *heart rate* atau nilai denyut jantung pada *smartwatch* yang

Sudiono*, Henny Lilyanti

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Horizon Indonesia

Korespondensi penulis: Sudiono. *Email: sudiono.horizon.krw@horizon.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v18i12.678>

Deteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang: *Mixed method study*

akan digunakan pada partisipan selama bekerja. Indikator nilai kelelahan rendah apabila skornya <42 dan kelelahan tinggi bila skornya >42. Uji normalitas menggunakan metode Lilliefors, hasil perhitungan p-value pada uji normalitas menggunakan *software* SPSS 26.

Tahap kedua penelitian kualitatif, Peneliti melakukan *in-depth interview* dengan mengeksplor pengalaman kelelahan partisipan melalui teknik *Focus Group Discussion* (FGD) dilakukan dalam beberapa sesi sampai dengan menghasilkan keakuratan data. Wawancara berlangsung selama rata-rata 20–30 menit, wawancara yang ditranskrip secara verbatim diperiksa ulang pada rekaman guna memverifikasi keakuratan. Teks tersebut dibaca berulang kali untuk menghasilkan gambaran keseluruhan tentang pengalaman kelelahan kerja. Metode NVivo digunakan untuk membantu pengaturan pengumpulan data dan membuat memo serta anotasi. Dalam analisis konten ini, unit-unit analisisnya adalah kata-kata, kalimat, dan bagian.

Analisa kualitatif dari kuesioner PSS yang dieksplorasi ke dalam 9 pertanyaan dan dibentuk menjadi panduan wawancara *in depth interview*, partisipan yang dilakukan wawancara adalah partisipan dengan tingkat kelelahan tinggi dengan skor >42, pemilihan partisipan secara *random sampling* dengan mempertimbangkan kesetaraan

yang dapat mewakili jenis kelamin laki-laki dan perempuan dari beberapa divisi yang dianggap pekerjaannya lebih berat dan dapat potensial lebih lelah.

Selama siklus pertama proses pengkodean induktif, unit analitik dikodekan dan diorganisasikan ke dalam kategori deskriptif. Pada analisis siklus kedua, kategori deskriptif digunakan untuk mengidentifikasi pola. Organisasi dan reorganisasi kode dan subkategorisasi dilakukan beberapa kali untuk mengidentifikasi dimensi, karakteristik dan nuansa fenomena. Makna yang berkaitan dengan tingkat kelelahan dikategorikan menjadi tinggi dan rendah. Peneliti dan anggota peneliti berulang kali membaca melalui kalimat dan bagian yang terisolasi untuk memastikan konsistensi pengkodean. Kriteria inklusi dalam pengambilan data kualitatif adalah pekerja yang mengalami kelelahan dalam tingkat ringan sedang dan berat, pekerja yang bersedia dilakukan pengambilan data secara sukarela. Hasil data kualitatif akan dibuat tema-tema untuk melihat indikator tingkat kelelahan yang dibandingkan dengan hasil penelitian tahap 1 kuantitatif.

Penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etika Penelitian Kesehatan, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bani Saleh dengan nomor: EC. 142/KEPK/STKBS/VII/2024.

Sudiono*, Henny Lilyanti

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Horizon Indonesia
Korespondensi penulis: Sudiono. *Email: sudiono.horizon.krw@horizon.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v18i12.678>

Deteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang: *Mixed method study*

HASIL

Tabel 1. Distribusi Demografi Karakteristik Partisipan (N=150)

Variabel	Hasil
Umur (n/%) (Mean$\pm$SD)(Rentang)(Tahun)	(29.5 $\pm$ 5.2774) (15-44)
15-24	109/72.7
25-34	36/24.0
35-44	5/3.3
Jenis Kelamin (n/%)	
Laki-laki	54/36.0
Perempuan	96/64.0
Masa Kerja (n/%) (Tahun)	
<1	46/30.6
1-5	63/42.0
>5	41/27.4
Jam Kerja (n/%) (Minggu)	
$\leq$ 42 Jam	93/62.0
>42 jam	57/38.0
Jenis Pekerjaan (n/%)	
Ringan	13/8.6
Sedang	126/84
Berat	11/7.4
Pendapatan (n/%) (Juta)	
<2.6	4/2.6
2.6-6	95/63.4
>6	51/34.0
Tingkat Kelelahan (n/%)	
Rendah	
Tinggi	
Skor Kelelahan (n/%)	
Tinggi	42/28
Rendah	108/72

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan mayoritas partisipan berusia antara 15 -24 tahun sebanyak 109 (72.7%), partisipan mayoritas berjenis kelamin perempuan sebanyak 96 (64%). Masa kerja partisipan mayoritas antara 1-5 tahun sebanyak 63 (42%) dan jam kerja paling banyak menunjukan <42 jam berjumlah 93 (62%). Pada jenis pekerjaan menunjukan mayoritas memiliki jenis pekerjaan sedang sebanyak 126 (84 %). Sedangkan pendapatan partisipan berkisar antara 2.6 – 6 juta rupiah perbulan sebanyak 95 (63.4 %). Skor kelelahan mayoritas menunjukan 108 (72%) partisipan mengalami kelelahan tingkat rendah.

Pengujian statistik selanjutnya, menguji perbandingan nilai *heart-rate* (HR) sebelum dan sesudah bekerja

Sudiono*, Henny Lilyanti

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Horizon Indonesia

Korespondensi penulis: Sudiono. *Email: sudiono.horizon.krw@horizon.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v18i12.678>

Deteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang: *Mixed method study*

menggunakan uji *paired sample test*, pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan nilai HR sebagai data objektif pada tingkat kelelahan.

Tabel 2. Nilai Heart Rate (HR) sebelum dan sesudah bekerja (N=150)

Karakteristik	Mean	St. Deviation	95% Confidence Interval	t	p-value
HR Sebelum	-	15.331	(-12.120)-(-7.173)	-7.706	0.000
HR Sesudah	9.647				

Berdasarkan tabel diatas adanya perbedaan yang signifikan dengan nilai *p value* 0,000. Uji normalitas data dilakukan untuk mengetahui data pada HR sebelum dan HR sesudah, total skor kelelahan telah berdistribusi normal dan sebagai syarat uji korelasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variabel HR sebelum bekerja dan HR setelah bekerja berdistribusi normal dengan *p-value* adalah 0.000 <0.05. Sedangkan variabel tingkat kelelahan juga berdistribusi normal dengan *p-value* adalah 0.000 <0.05.

Tabel 5. Pengalaman Kelelahan Kerja

Topik	Tema	Sub-tema
Motivasi apa yang dapat mengembalikan partisipasi dari kelelahan (memengaruhi kerja)	- Bentuk tanggung jawab pada anak, istri dan keluarga (orangtua) - Mempersiapkan masa depan lebih baik - Membantu suami - Mencari pengalaman - Membantu orang tua - Biaya melanjutkan kuliah - Membahagiakan orang tua - Mencapai keinginan-keinginan yang disukai (<i>reward for self</i>)	
Bagian tugas yang paling menyebabkan kelelahan,	Kelelahan psikologis	- Jika banyak komplain dari customer (Lelah psikologis) - Jika <i>teamwork</i> tidak berjalan (Lelah psikologis) - Jika mesin sering bermasalah (Lelah fisik dan psikologis)
Kemungkinan menyebabkan kelelahan selain	Kelelahan fisik	- Jika barang tidak sesuai target (Lelah fisik) - Jika harus overtime (Lelah fisik) - Jika mesin sering bermasalah (Lelah fisik dan psikologis)
	- Karena pikiran - Karena kurang tidur - Karena ada masalah di rumah	

Sudiono*, Henny Lilyanti

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Horizon Indonesia

Korespondensi penulis: Sudiono. *Email: sudiono.horizon.krw@horizon.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v18i12.678>

Deteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang: *Mixed method study*

karena pekerjaan			
Mengganggu fisik	- Kurang bergairah	-	
dengan keluhan yang muncul	- Pegal pegal		
	- Demam		
	- Lemah		
	- Nyeri kepala		
	- Diare		
Masalah karena	- Malas bicara	-	
kelelahan berupa	- Malas bergerak		
dampak yang	- Vertigo		
dirasakan saat	- Diare		
kelelahan	- Lebih sensitif		
	- Kurang konsentrasi		
Upaya yang dilakukan untuk mempertahankan kondisi tetap stabil walaupun kelelahan adalah	- Me time dengan menyendiri, ibadah	-	
	- Minum susu murni		
	- Berolahraga		
	- Istirahat cukup		
	- Komunikasi dengan orang yang berarti (teman, keluarga, pacar)		
	- Makan yang manis		
	- Minum vitamin		
	- Duduk rileks		
	- Bertemu dengan orang yang berarti		
Mengganggu tugas dan tanggung jawab	- Target meleset	-	
	- Kualitas barang menjadi menurun		
Gejala paling melumpuhkan	- Mengidap penyakit	-	
	- Kelelahan		
Mengganggu pekerjaan, keluarga dan kehidupan sosial	- Pekerjaan :	-	Waktu kerja lebih lama
		-	Barang yang dihasilkan kurang sempurna,
		-	Lebih pendiam,
	- Keluarga :	-	Mengurangi interaksi,
		-	Cepat emosi Kurang konsentrasi
	- Sosial :	-	Lebih sensitif
		-	Mengurangi interaksi

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, sebanyak 42 partisipan (28%) mengalami kelelahan tingkat tinggi dengan hasil skor kelelahan >42 dan rata-rata nilai HR diatas 100 x/menit hal tersebut disebabkan karena beberapa faktor antara lain, waktu kerja yang memanjang, masalah pribadi yang terkadang tidak

dapat diselesaikan dalam waktu singkat dan beberapa faktor lainnya yang disampaikan oleh partisipan pada saat wawancara.

Studi ini menemukan bahwa deteksi kelelahan dengan *machine learning* yang mengkombinasikan nilai HR dan *score* kelelahan sangat efektif dilakukan

Sudiono*, Henny Lilyanti

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Horizon Indonesia

Korespondensi penulis: Sudiono. *Email: sudiono.horizon.krw@horizon.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v18i12.678>

Deteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang: *Mixed method study*

untuk mencegah terjadinya kelelahan akibat kerja. Deteksi kelelahan menjadi sangat penting dalam industri perangkat lunak. Beberapa metode dibahas di sini untuk ekstraksi fitur yang dapat digunakan untuk deteksi kelelahan seperti mata, hidung, mulut, kedua pipi, dan lain-lain (Seong et al., 2022).

Penelitian lain yang melakukan deteksi kelelahan melalui *smartwatch* dengan 110 partisipan yang dilakukan secara acak terhadap tenaga kesehatan di Ruang Unit Gawat Darurat Rumah Sakit Universitas Nasional Taiwan menjelaskan bahwa keakuratan dalam beberapa fitur melalui *machine learning* sangat efektif untuk mendeteksi kelelahan secara dini dengan nilai Penelitian kami mencapai hasil AUC yang baik untuk semua populasi (D'Souza, 2016). Kondisi kerja sangat memengaruhi kelelahan terkait pekerjaan, hal ini juga dapat mengakibatkan sindrom kelelahan akut sangat terkait dengan waktu dan mungkin menjadi lebih terjal seiring berjalannya waktu (Muttaqin et al., 2024). Pekerjaan yang panjang dan berulang dapat menyebabkan kelelahan seperti pekerja buruh penuh waktu yang dilakukan pada penelitian ini (Hwang & Lee, 2017).

Studi lain menyatakan bahwa semakin banyak hari orang bekerja semakin lelah yang mereka rasakan diakhir periode kerja karena terakumulasi. Sebuah penelitian di Lebanon menemukan bahwa kelelahan berhubungan dengan tahun bekerja dengan $p = 0.002$. Dalam analisis yang disesuaikan, pekerja dengan 5-10 tahun bekerja memiliki lebih banyak kelelahan dibandingkan dengan mereka yang memiliki <5 tahun pengalaman kerja. Studi lain menemukan bahwa bekerja lembur lebih dari 10 jam berhubungan dengan kelelahan kerja (akut dan kronis) $p = 0.001$, dan studi kualitatif lain mengungkapkan bahwa periode kerja yang lama memengaruhi kelelahan. Studi lain menemukan bahwa kelelahan, jam kerja yang lebih lama di tempat kerja yang sama, dan bekerja sebagai teknisi keperawatan dikaitkan dengan penurunan kemampuan kerja, yang menekankan perlunya investasi dalam kesehatan dan kualitas kehidupan kerja (Zhang et al., 2019; Xing et al., 2020; Wang & Liu, 2016; Uli & Modjo, 2018).

Sindrom kelelahan sebagai kondisi yang menyebar luas meskipun peserta mengalami beberapa hari yang baik tanpa kelelahan, namun ketika lelah mereka menganggap tetap dalam kondisi sehat dikarenakan motivasi bekerja yang

lebih tinggi dibandingkan mengalami kehilangan pekerjaan (Stormorken, Jason, & Kirkevold, 2015).

Kelelahan kerja merupakan melemahnya tenaga untuk melakukan suatu kegiatan atau penurunan daya kerja dan berkurangnya ketahanan tubuh untuk bekerja. Hasil studi kualitatif pada penelitian ini menghasilkan beberapa tema yang muncul dari pengalaman kelelahan yang dijelaskan pada tabel 5. dari tema tema yang didapat dapat dikelompokkan menjadi sub tema (Sudiono, et al 2023).

Bagian tugas yang menyebabkan kelelahan para pekerja adalah ketika mendapatkan *return* barang, sehingga harus melakukan *overtime*. Intensitas gejala kelelahan bervariasi dari waktu ke waktu antar peserta, seperti yang dikatakan partisipan: “R-6 : *“Saat saya merasa capek banget, ingat lagi cita-cita untuk mengumpulkan biaya kuliah. Oh iya mau ada yang saya kejar, saya jadi semangat lagi, bu”* “R-2 : *“Saat dapat komplain dari customer bu, jadinya kan harus dicek ulang apa yang tidak sesuai. Mereka minta semua barang di cek ulang satu satu..itu kan menjadi lama..apalagi kalau customer tidak mau menerima masukan..jadinya capek lebih ke pikiran aja bu, ke psikologis gitu”*

Penyebab kelelahan yang terjadi pada pekerja bervariasi antara satu sama lain, pikiran yang tidak stabil kurang tidur dan beberapa masalah di rumah menjadi salah satu penyebab terjadinya kelelahan. Gejala yang ditimbulkan akibat dari kelelahan bervariasi dari waktu ke waktu di antara partisipan. Partisipan menganggap kesulitan kognitif lebih melelahkan daripada ketidakmampuan fisik. Demikian pula, gejala fisik dianggap lebih mudah ditoleransi daripada gejala kognitif. Dimensi yang muncul dari analisis data dijelaskan bahwa tidur beberapa partisipan mengalami kesulitan saat bangun tidur, tetapi ini dapat bervariasi dari hari ke hari. Kelelahan saat bangun tidur ditandai dengan kurang tidur, proses bangun tidur yang lama, dan merasa mengantuk serta tidak segar. Bangun tidur sepenuhnya dapat memakan waktu beberapa jam. Menyelesaikan aktivitas pagi rutin membutuhkan banyak energi dan terkadang memerlukan istirahat. Partisipan menggambarkan kelelahan saat bangun tidur sebagai “hibernasi” dan “kelelahan paling parah di pagi hari”, seperti yang dikatakan partisipan “R-5: *“Yang paling terasa itu ya pegal-pegal badan terutama di kaki..di telapak kaki dan itu lho di betis, kita kan kebanyakan berdiri ya..pegal pinggangnya”*

Sudiono*, Henny Lilyanti

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Horizon Indonesia

Korespondensi penulis: Sudiono. *Email: sudiono.horizon.krw@horizon.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v18i12.678>

Deteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang: *Mixed method study*

"Kalo saya jadi diare bu, gak lama sih paling sehabisan aja tapi ya jadinya bolak balik gitu ke kamar mandi selama kerja (tertawa)..itu lho pas dari shift dua ke shift satu...itu kan deketan ya...nah itu saya diare itu" Kelelahan fisik terwujud dalam bentuk "tubuh kosong" dan "tidak berfungsi" karena kelemahan otot, kekurangan energi dan kesulitan meningkatkan kadar energi. Hal ini digambarkan sebagai "kegagalan energi" dan "menjadi sangat tua"

Peningkatan keparahan pada satu dimensi kelelahan dapat menyebabkan peningkatan keparahan dimensi lainnya, yang menunjukkan adanya hubungan interaktif. Oleh karena itu, peningkatan kelelahan dapat mengganggu pekerjaan, keluarga dan kehidupan sosial, seperti yang dikatakan partisipan "R-1 : "Ya kalau lagi capek kerja ya jadi sering emosi aja kalau ditanya sama istri gitu...padahal ya Cuma pertanyaan biasa. Saya juga sedang belajar manage emosi ini agar bisa lebih tenang dan terkontrol lagi lah..walaupun tidak sampai marah-marah ya..hanya agak emosi aja gitu bu".

SIMPULAN

Deteksi kelelahan dengan *machine learning* yang mengkombinasikan nilai HR dan skor kelelahan sangat efektif dilakukan untuk mencegah terjadinya kelelahan akibat kerja.

SARAN

Penelitian selanjutnya diharapkan lebih melakukan eksplorasi data, penggunaan *Mixed Method* dapat dipertahankan karena menghasilkan data yang bervariasi, namun penambahan jumlah partisipan dan lokasi penelitian harus dipertimbangkan ulang, untuk menghindari tingkat bias dan menghasilkan algoritma dari jumlah data yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- AlNoaimi, F. A., & Mazzuchi, T. A. (2021). Risk management application in an oil and gas company for projects. *International Journal of Business Ethics and Governance*, 1-30.
- Baggiano, A., Italiano, G., Guglielmo, M., Fusini, L., Guaricci, A. I., Maragna, R., & Pontone, G. (2022). Changing paradigms in the diagnosis of ischemic heart disease by multimodality imaging. *Journal of Clinical Medicine*, 11(3), 477.

Belza, B., Miyawaki, C. E., Liu, M., Aree-Ue, S., Fessel, M., Minott, K. R., & Zhang, X. (2018). A systematic review of studies using the multidimensional assessment of fatigue scale. *Journal of Nursing Measurement*, 26(1), 36-74.

D'Souza, E. (2016). Modified fatigue impact scale-5-item version (MFIS-5). *Occupational Medicine*, 66(3), 256-257.

Hwang, S., & Lee, S. (2017). Wristband-type wearable health devices to measure construction workers' physical demands. *Automation in Construction*, 83, 330-340.

Kołodziej, M., Tarnowski, P., Sawicki, D. J., Majkowski, A., Rak, R. J., Bala, A., & Pluta, A. (2020). Fatigue detection caused by office work with the use of EOG signal. *IEEE Sensors Journal*, 20(24), 15213-15223.

Kurniawati, A. T. (2019). Analisis Faktor yang Mengakibatkan Stres Kerja dan Dampaknya pada Kelelahan Kerja pada Pekerja Divisi Pemeliharaan dan Perbaikan PT. PAL Indonesia (PERSERO) (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).

Mir, M., Nasirzadeh, F., Bereznicki, H., Enticott, P., Lee, S., & Mills, A. (2023). Construction noise effects on human health: Evidence from physiological measures. *Sustainable Cities and Society*, 91, 104470.

Muttaqin, A. Z., Nawawi, I., & Pamungkas, J. (2024). Implementasi Machine Learning pada Deteksi Kecacatan Printed Circuit Board. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 12(1), 44-51.

Rugulies, R., Sørensen, K., Di Tecco, C., Bonafede, M., Rondinone, B. M., Ahn, S., & Pega, F. (2021). The effect of exposure to long working hours on depression: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environment international*, 155, 106629.

Sudiono*, Henny Lilyanti

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Horizon Indonesia

Korespondensi penulis: Sudiono. *Email: sudiono.horizon.krw@horizon.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v18i12.678>

Deteksi tingkat kelelahan pekerja berbasis *smartwatch* dengan pendekatan *machine learning* pada perusahaan manufaktur di Kabupaten Karawang: *Mixed method study*

- Saganowski, S., Perz, B., Polak, A. G., & Kazienko, P. (2022). Emotion recognition for everyday life using physiological signals from wearables: A systematic literature review. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 14(3), 1876-1897.
- Seong, S., Park, S., Ahn, Y. H., & Kim, H. (2022). Development of an integrated fatigue measurement system for construction workers: a feasibility study. *BMC public health*, 22(1), 1593.
- Stormorken, E., Jason, L. A., & Kirkevold, M. (2015). Fatigue in adults with post-infectious fatigue syndrome: a qualitative content analysis. *BMC nursing*, 14, 1-12.
- Sudiono, S., Mulyono, S., & Permatasari, H. (2023). Analysis Of Workload And Work-Result Levels On Work Fatigue In Elementary School Teachers In West Karawang District. *Jurnal Ners*, 7(1), 556-563
- Uli, R., & Modjo, R. (2018). Factors Related to Fatigue among Nurses in Jambi Mental Hospital: A 2017 Study. *KnE Life Sciences*, 190-199.
- Portugal, I., Alencar, P., & Cowan, D. (2018). The use of machine learning algorithms in recommender systems: A systematic review. *Expert Systems with Applications*, 97, 205-227.
- Wang, D., & Liu, Q. (2016). Learning to draw samples: With application to amortized mle for generative adversarial learning. *arXiv preprint arXiv:1611.01722*.
- Wong, D. P. L., Chung, J. W. Y., Chan, A. P. C., Wong, F. K. W., & Yi, W. (2014). Comparing the physiological and perceptual responses of construction workers (bar benders and bar fixers) in a hot environment. *Applied ergonomics*, 45(6), 1705-1711.
- Xing, X., Zhong, B., Luo, H., Rose, T., Li, J., & Antwi-Afari, M. F. (2020). Effects of physical fatigue on the induction of mental fatigue of construction workers: A pilot study based on a neurophysiological approach. *Automation in Construction*, 120, 103381.
- Zhang, L., Diraneyya, M. M., Ryu, J., Haas, C. T., & Abdel-Rahman, E. M. (2019). Jerk as an indicator of physical exertion and fatigue. *Automation in Construction*, 104, 120-128.

Sudiono*, Henny Lilyanti

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Horizon Indonesia

Korespondensi penulis: Sudiono. *Email: sudiono.horizon.krw@horizon.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v18i12.678>