

Analisis Kesiapan Kerja Dan Kelelahan Kerja Dengan Instrumen Work Ability Index (Wai) Dan Galvanic Skin Response (Gsr) Di Pt Xyz Untuk Mengurangi Risiko Kecelakaan Kerja

1st Jauza Alif Mumtaza

Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

jauzalif@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Yusuf Nugroho Doyo Yekti

Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

doyoyekti@telkomuniversity.ac.id

3rd Ilma Mufidah

Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ilmamufidah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak – Kesiapan kerja merupakan faktor penting dalam pencegahan kecelakaan kerja di lingkungan industri manufaktur berisiko tinggi. Namun, evaluasi kesiapan kerja masih didominasi oleh pendekatan subjektif yang belum sepenuhnya mampu menangkap perubahan kondisi tubuh yang bersifat dinamis. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesiapan kerja pekerja di PT XYZ melalui pendekatan pendamping dengan mengombinasikan Work Ability Index (WAI) dan Galvanic Skin Response (GSR). Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional yang melibatkan enam responden dari unit produksi, warehouse, dan assembly. Pengukuran WAI dilakukan pada awal jam kerja, sedangkan pengukuran GSR dilakukan pada kondisi baseline dan post-work. Hubungan antara skor WAI dan nilai GSR pada kondisi baseline dianalisis menggunakan uji korelasi Spearman's rho. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa skor WAI berada pada kategori *Moderate* hingga *Excellent*, sementara nilai GSR menunjukkan variasi antar individu serta peningkatan pada kondisi *post-work* yang mencerminkan akumulasi beban kerja. Hasil uji korelasi memperlihatkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara WAI dan GSR pada kondisi *baseline* ($p = 0,086$; $p > 0,05$). Dengan demikian, kesiapan kerja tidak dapat direpresentasikan oleh satu indikator tunggal, melainkan memerlukan pendekatan pendamping yang mengombinasikan pengukuran subjektif dan objektif untuk mendukung upaya pencegahan risiko kecelakaan kerja. Hasil penelitian ini tidak bertujuan untuk menetapkan hubungan sebab-akibat, antara kesiapan kerja dan kecelakaan kerja, melainkan mengevaluasi keterkaitan antara indikator subjektif dan respons fisiologis pekerja dalam satu periode kerja.

Kata kunci— Kesiapan kerja, Work Ability Index, Galvanic Skin Response, kelelahan kerja, industri manufaktur

I. PENDAHULUAN

Kecelakaan kerja masih menjadi permasalahan serius dalam dunia industri, baik di tingkat global hingga nasional. *International Labour Organization* (ILO) melaporkan bahwa, setiap tahunnya terdapat lebih dari 2,9 juta kematian terkait pekerjaan terjadi secara global, penyebab kematian tersebut adalah penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja. Sektor manufaktur termasuk ke dalam kelompok industri dengan tingkat risiko kecelakaan yang tinggi karena karakteristik pekerjaannya yang melibatkan aktivitas fisik intensif, penggunaan mesin, serta paparan lingkungan kerja yang kompleks dan berbahaya. (International Labour Organization, 2023) menyatakan

bahwa lemahnya penerapan nilai-nilai keselamatan dan kesehatan kerja (K3), serta perhatian yang minim terhadap kondisi pekerja dapat memicu konsekuensi sosial dan ekonomi yang signifikan bagi perusahaan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kecelakaan kerja tidak hanya disebabkan oleh faktor teknis, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi individu pekerja. Menurut (Ayu Desmayanny et al., 2020), faktor personal seperti tingkat kesadaran, pengalaman kerja, beban fisik, usia, serta kondisi kelelahan kerja (fatigue) memiliki kontribusi signifikan terhadap terjadinya tindakan tidak aman (*unsafe action*). Kelelahan kerja dapat menurunkan kewaspadaan, memperlambat waktu reaksi, serta meningkatkan kemungkinan kesalahan operasional yang berujung pada kecelakaan kerja.

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi baja, dengan proses produksi yang kompleks serta penggunaan material dan peralatan yang memiliki potensi risiko tinggi. Kondisi tersebut menuntut penerapan sistem K3 yang efektif dan konsisten, termasuk perhatian terhadap kesiapan kerja tenaga kerja sebelum dan selama proses produksi berlangsung. Kesiapan kerja menjadi aspek penting karena pekerja yang bekerja dalam kondisi tidak siap berpotensi mengalami penurunan kinerja, meningkatnya kesalahan kerja, serta risiko kecelakaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada evaluasi kesiapan kerja pekerja di PT XYZ melalui pendekatan pengukuran subjektif dan objektif. Instrumen *Work Ability Index* (WAI) digunakan untuk menggambarkan kesiapan kerja berdasarkan persepsi pekerja, sedangkan *Galvanic Skin Response* (GSR) digunakan untuk merekam respons tubuh yang mencerminkan kondisi kesiapan tubuh secara real-time. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan pendekatan pengukuran kesiapan kerja yang lebih komprehensif, sebagai bagian dari upaya peningkatan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada lingkungan industri.

II. KAJIAN TEORI

Kesiapan kerja (*fit for work*) menggambarkan kondisi seorang pekerja dalam melaksanakan tugas secara aman dan efektif sesuai dengan tuntutan pekerjaan yang dihadapi.

Konsep ini tidak hanya berkaitan dengan kemampuan teknis, tetapi juga mencakup kondisi fisik, kesehatan, serta kesiapan mental pada saat bekerja. Dalam konteks keselamatan dan kesehatan kerja, kesiapan kerja menjadi aspek penting karena pekerja yang berada dalam kondisi tidak siap kerja lebih rentan mengalami kesalahan kerja yang dapat berujung pada kecelakaan. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kesiapan kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, mulai dari karakteristik individu seperti usia dan kondisi kesehatan, hingga faktor organisasi dan lingkungan kerja seperti beban kerja, sistem kerja shift, serta kondisi lingkungan fisik tempat kerja (González-Domínguez et al., 2024; Auliani et al., 2024).

Salah satu faktor utama yang berkaitan erat dengan kesiapan kerja adalah kelelahan kerja (*fatigue*). Kelelahan merupakan kondisi multidimensional yang dapat mencakup kelelahan fisik, mental, maupun emosional. Kondisi ini dapat muncul akibat tuntutan pekerjaan seperti jam kerja panjang, kerja shift, paparan lingkungan kerja yang berat, serta kurangnya waktu istirahat. Di sisi lain, faktor di luar pekerjaan seperti kualitas tidur dan kebiasaan hidup juga berperan dalam memperberat kelelahan yang dialami pekerja. Berbagai studi menunjukkan bahwa kelelahan kerja berhubungan dengan penurunan kewaspadaan, gangguan konsentrasi, serta penurunan kinerja, yang pada akhirnya meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kerja. Karena sifatnya yang dinamis dan dipengaruhi banyak faktor, kelelahan kerja tidak selalu dapat ditangkap secara utuh melalui satu jenis pengukuran saja (Sinagabariang & Kurniawidjaja, 2024; Ramdhani & Soraya, 2024).

Dalam praktik penelitian dan industri, kesiapan kerja sering dievaluasi menggunakan pendekatan subjektif, salah satunya melalui *Work Ability Index* (WAI). WAI merupakan instrumen berbasis kuesioner yang menilai kemampuan kerja pekerja dengan mempertimbangkan tuntutan pekerjaan, kondisi kesehatan, serta sumber daya mental. Instrumen ini banyak digunakan karena mampu memberikan gambaran kemampuan kerja secara menyeluruh dalam konteks jangka menengah dan relatif mudah diterapkan di lingkungan kerja. Meskipun demikian, karena bersifat subjektif, WAI sangat bergantung pada persepsi responden dan kurang mampu menangkap perubahan kondisi fisiologis pekerja yang terjadi secara cepat selama aktivitas kerja berlangsung (Tambunan, 2023; Auliani et al., 2024).

Untuk melengkapi keterbatasan pengukuran subjektif, pendekatan objektif dapat digunakan, salah satunya melalui pengukuran *Galvanic Skin Response* (GSR). GSR merekam perubahan konduktansi kulit yang dipengaruhi oleh aktivitas sistem saraf otonom, khususnya respon simpatis yang berkaitan dengan kondisi stres dan beban kerja. Perubahan konduktansi kulit dicatat sebagai sinyal deret waktu yang menunjukkan fluktuasi respons fisiologis tubuh selama periode pengamatan. Data GSR digunakan untuk melihat perubahan kondisi tubuh secara relatif, bukan untuk menentukan nilai absolut suatu kondisi tertentu. Meskipun sensitif terhadap perubahan respons tubuh, sinyal GSR dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan aktivitas fisik, serta tidak dapat secara spesifik membedakan sumber aktivasi fisiologis, sehingga

penggunaannya perlu dikombinasikan dengan metode lain (Yang et al., 2021; Rachmat & Say, 2023).

Pendekatan ergonomi memandang kesiapan kerja dan kelelahan sebagai bagian dari interaksi antara manusia, sistem kerja, dan lingkungan kerja. Oleh karena itu, evaluasi kondisi kerja yang komprehensif perlu mempertimbangkan baik aspek subjektif maupun objektif. Integrasi antara pengukuran kesiapan kerja menggunakan WAI dan respons fisiologis menggunakan GSR sejalan dengan prinsip ergonomi modern, karena memungkinkan pemahaman yang lebih realistis terhadap kondisi pekerja saat menjalankan tugasnya. Dengan mengombinasikan kedua pendekatan tersebut, penilaian kesiapan kerja tidak hanya bergantung pada persepsi pekerja, tetapi juga didukung oleh data fisiologis yang merefleksikan respons tubuh terhadap beban kerja (Dul et al., 2012; Mosier & Niu, 2021).

Analisis yang digunakan bersifat korelasional untuk melihat keterkaitan antara indikator subjektif dan indikator fisiologis. Hasil analisis korelasi diinterpretasikan sebagai kekuatan hubungan antar variabel, tanpa menarik kesimpulan sebab-akibat, dengan tetap mempertimbangkan konteks pengukuran dan karakteristik masing-masing instrumen (Wang & Cheng, 2020; Zheng et al., 2023).

III. METODE

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif dengan desain *cross-sectional* untuk menggambarkan kesiapan kerja dan kelelahan kerja pekerja pada satu periode pengukuran. Seluruh variabel diukur secara bersamaan tanpa pengamatan lanjutan sehingga penelitian ini merepresentasikan kondisi aktual pekerja selama aktivitas kerja berlangsung. Penelitian dilaksanakan di PT XYZ, sebuah perusahaan manufaktur baja dengan karakteristik lingkungan kerja berisiko tinggi, terutama terkait keselamatan kerja. Subjek penelitian terdiri dari enam pekerja aktif yang berasal dari tiga unit kerja, yaitu produksi, warehouse, dan guide shop, dengan rentang masa kerja antara 1 hingga 17 tahun. Responden yang sama digunakan untuk pengukuran subjektif dan objektif agar data yang diperoleh dapat dibandingkan secara langsung, sementara identitas responden disamarkan dan digunakan hanya untuk kepentingan penelitian.

Pengukuran kesiapan kerja secara subjektif dilakukan menggunakan instrumen *Work Ability Index* (WAI). WAI digunakan untuk menilai kemampuan kerja pekerja berdasarkan persepsi terhadap tuntutan pekerjaan, kondisi kesehatan, dan sumber daya mental. Instrumen ini terdiri atas tujuh komponen yang menghasilkan skor total dengan rentang nilai 7–49. Skor WAI dihitung sesuai dengan pedoman penilaian instrumen dan selanjutnya diklasifikasikan ke dalam kategori kemampuan kerja untuk menggambarkan tingkat kesiapan kerja masing-masing responden.

Pengukuran objektif dilakukan menggunakan metode *Galvanic Skin Response* (GSR) untuk merekam perubahan konduktansi kulit sebagai respons sistem saraf otonom terhadap aktivitas kerja. Sensor GSR dipasang pada jari telunjuk dan jari tengah responden dalam kondisi jari bersih dan kering. Pengukuran dilakukan menggunakan sistem akuisisi data berbasis Arduino untuk merekam nilai konduktansi kulit dalam satuan mikroSiemens (μS) secara

real-time. Pengambilan data GSR dilakukan dalam dua periode, yaitu sebelum memulai aktivitas kerja (*baseline*) sebagai kondisi awal pekerja dan setelah menyelesaikan aktivitas kerja (*post-work*) untuk merepresentasikan akumulasi beban kerja selama satu shift. Selain itu, setelah pengukuran *baseline* diberikan tugas kognitif ringan berupa pengisian kuesioner kondisi lingkungan kerja sebagai secondary task untuk memberikan stimulus terkontrol.

TABEL 1
Levelling Hasil GSR

Score Range				
<10	10-20	20-35	36-50	>50
Sangat Rendah	Rendah	Normal	Tinggi	Sangat Tinggi
<i>Underarousal</i>	<i>Low Arousal</i>	<i>Fit</i>	<i>High Arousal</i>	<i>Overarousal</i>

Data GSR yang diperoleh diklasifikasikan ke dalam lima tingkat konduktansi, mulai dari sangat rendah hingga sangat tinggi, yang merepresentasikan tingkat aktivasi respons tubuh dari kondisi *underarousal* hingga *overarousal*. Klasifikasi ini digunakan sebagai alat bantu interpretasi perubahan respons fisiologis secara relatif dan tidak dimaksudkan sebagai alat diagnosis medis atau psikologis. Penggunaan klasifikasi bertahap dipilih untuk menggambarkan perubahan respons tubuh yang tidak bersifat biner dan mengikuti pola aktivasi fisiologis yang bertahap.

Seluruh data yang terkumpul selanjutnya diolah melalui tahapan pengelompokan data berdasarkan responden dan periode pengukuran, pembersihan data GSR untuk menghilangkan *noise* ekstrem, serta perhitungan nilai rata-rata konduktansi kulit pada setiap periode pengukuran. Data WAI dan GSR dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan tingkat kesiapan kerja dan perubahan respons fisiologis pekerja, serta dianalisis secara korelasional untuk melihat hubungan antara hasil pengukuran subjektif dan objektif. Analisis korelasi dilakukan tanpa menarik kesimpulan sebab-akibat dan digunakan untuk mengidentifikasi keterkaitan antar indikator dalam satu periode pengukuran. Hasil analisis digunakan sebagai dasar interpretasi kondisi kesiapan dan kelelahan kerja pekerja serta penyusunan rekomendasi perbaikan yang relevan dengan kondisi kerja di PT XYZ..

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Work Ability Index (WAI)

Penilaian kesiapan kerja secara subjektif dilakukan menggunakan *Work Ability Index* (WAI) terhadap enam pekerja dari tiga unit kerja. Skor WAI diperoleh berdasarkan tujuh komponen penilaian dengan rentang nilai 7–49.

Hasil analisis menunjukkan bahwa skor WAI responden berada pada rentang 32–48. Rekapitulasi skor dan kategori WAI disajikan pada Tabel 4.1. Berdasarkan klasifikasi skor, satu responden berada pada kategori moderate, satu responden pada kategori *good*, dan empat responden pada kategori *excellent*, yang menunjukkan bahwa mayoritas pekerja menilai dirinya berada pada kondisi kesiapan kerja yang baik hingga sangat baik. Rekapitulasi skor total WAI dan kategori kemampuan kerja disajikan pada Tabel 4.1.

TABEL 2
Skor Hasil WAI

No.	Responden	Skor	Keterangan
1.	R1	41	<i>Good</i>
2.	R2	32	<i>Moderate</i>
3.	R3	46	<i>Excellent</i>
4.	R4	45	<i>Excellent</i>
5.	R5	47	<i>Excellent</i>
6.	R6	48	<i>Excellent</i>
Total		259	

Responden dengan kategori moderate memiliki skor yang lebih rendah terutama pada komponen kesehatan, seperti jumlah penyakit yang didiagnosis dan riwayat cuti sakit, sementara komponen kemampuan kerja dan sumber daya mental tetap menunjukkan nilai yang relatif tinggi. Pada responden dengan kategori *good* dan *excellent*, skor WAI cenderung konsisten pada sebagian besar komponen, dengan variasi utama tetap muncul pada aspek kesehatan.

Secara umum, hasil WAI menunjukkan bahwa kesiapan kerja berdasarkan persepsi subjektif pekerja berada pada tingkat yang baik. Namun, variasi pada komponen kesehatan mengindikasikan adanya perbedaan kondisi individu yang berpotensi memengaruhi kesiapan kerja dalam jangka menengah. Hasil ini selanjutnya dibandingkan dengan pengukuran objektif menggunakan *Galvanic Skin Response* (GSR).

4.2 Hasil Galvanic Skin Response (GSR)

Pengukuran *Galvanic Skin Response* (GSR) dilakukan untuk memperoleh gambaran objektif mengenai respons fisiologis pekerja selama satu siklus kerja. Data GSR direkam dalam bentuk nilai konduktansi kulit (μS) pada dua kondisi pengukuran, yaitu *baseline* (sebelum bekerja) dan *post-work* (setelah menyelesaikan aktivitas kerja pada hari yang sama). Pengukuran dilakukan pada responden yang sama dengan pengisian kuesioner WAI untuk memastikan keterbandingan antara data subjektif dan objektif.

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa nilai konduktansi kulit pada seluruh responden mengalami peningkatan dari kondisi *baseline* ke *post-work*, rekapitulasi nilai rata-rata konduktansi kulit pada kedua kondisi pengukuran disajikan dalam satuan microSiemens pada tabel berikut.

TABEL 3
Hasil Pengukuran GSR

Responden	Unit Kerja	Baseline	Post-work	Kenaikan
R1	Produksi	48.04	100.99	52.95
R2	Produksi	20.90	72.47	51.57
R3	Warehouse	8.26	36.32	28.06
R4	Warehouse	11.76	23.73	11.97
R5	Assembly	38.31	88.29	49.98
R6	Assembly	44.05	112.85	68.80

Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa responden dari unit produksi dan assembly cenderung mengalami peningkatan nilai GSR yang lebih besar dibandingkan responden dari unit warehouse. Peningkatan ini menunjukkan adanya perubahan respons sistem saraf otonom selama aktivitas kerja, yang mencerminkan akumulasi beban kerja fisik dan kognitif sepanjang satu shift.

Untuk memperjelas interpretasi data GSR, nilai konduktansi kulit selanjutnya dikelompokkan ke dalam tingkat aktivasi (*levelling*) berdasarkan klasifikasi yang telah ditetapkan pada Bab III, yaitu *underarousal*, *low arousal*, *fit*, *high arousal*, dan *overarousal*. Hasil pengelompokan tingkat aktivasi pada kondisi *baseline* dan *post-work* terdapat pada Tabel 4.3.

TABEL 4

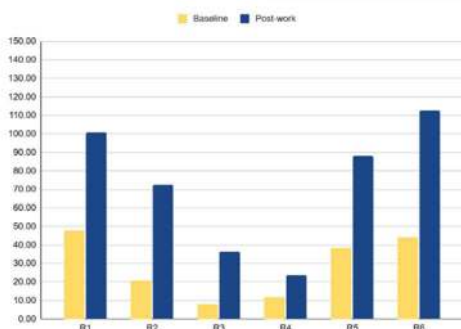
Interpretasi Data GSR

Responden	Baseline	Levelling	Post-work	Levelling
R1	48.04	High Arousal	100.99	Overarousal
R2	20.90	Fit	72.47	Overarousal
R3	8.26	Underarousal	36.32	High Arousal
R4	11.76	Low Arousal	23.73	Fit
R5	38.31	High Arousal	88.29	Overarousal
R6	44.05	High Arousal	112.85	Overarousal

Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa kondisi *baseline* responden berada pada tingkat aktivasi yang bervariasi, mulai dari *underarousal* hingga *high arousal*. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi awal pekerja sebelum memulai aktivitas kerja tidak selalu berada pada tingkat aktivasi yang rendah. Kondisi *baseline* pada penelitian ini merepresentasikan kesiapan awal pekerja pada hari kerja, yang dapat dipengaruhi oleh aktivitas sebelum pengukuran serta karakteristik pekerjaan yang menuntut kewaspadaan sejak awal.

Pada kondisi *post-work*, sebagian besar responden berpindah ke tingkat aktivasi *high arousal* hingga *overarousal*. Peningkatan tingkat aktivasi paling besar terlihat pada responden dari unit assembly dan produksi, yang memiliki karakteristik pekerjaan dengan tuntutan fisik, repetisi, dan kebutuhan konsentrasi yang tinggi. Sebaliknya, responden dari unit warehouse menunjukkan peningkatan yang relatif lebih moderat, yang mengindikasikan bahwa pola kerja dan intensitas aktivitas berperan dalam membentuk respons fisiologis pekerja.

Untuk membantu visualisasi perbedaan respons GSR antar kondisi pengukuran, perbandingan nilai *baseline* dan *post-work* dapat ditampilkan dengan bentuk grafik pada Gambar 4.1.



GAMBAR 1

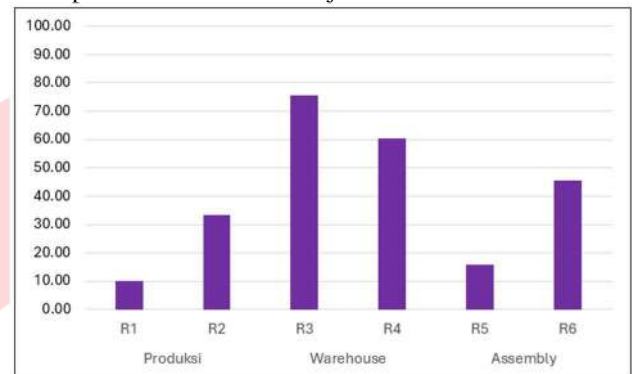
Grafik Visualisasi Data GSR

Secara keseluruhan, hasil pengukuran GSR menunjukkan bahwa aktivitas kerja selama satu siklus kerja memicu peningkatan respons fisiologis pada seluruh responden, dengan pola dan besaran perubahan yang berbeda antar individu dan unit kerja. Temuan ini mengindikasikan bahwa GSR mampu menangkap dinamika respons tubuh pekerja secara objektif selama aktivitas kerja berlangsung. Hasil ini menjadi dasar untuk pembahasan lebih lanjut mengenai fenomena *secondary*

task serta hubungan antara hasil pengukuran subjektif dan objektif pada subbab berikutnya.

4.3 Fenomena Pada *Secondary Task*

Selain pengukuran pada kondisi *baseline* dan *post-work*, penelitian ini juga mengamati respons fisiologis pekerja pada kondisi *secondary task*. *Secondary task* diberikan setelah pengukuran *baseline* berupa tugas kognitif ringan, yaitu pengisian kuesioner kondisi lingkungan kerja. Pemberian *secondary task* bertujuan untuk mengamati perubahan respons tubuh terhadap stimulus kognitif yang bersifat terkontrol dan tidak merepresentasikan beban kerja utama.



GAMBAR 2

Grafik Perbandingan *Secondary Task*

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai konduktansi kulit pada kondisi *secondary task* bervariasi antar responden, baik dari sisi besaran nilai maupun tingkat aktivasi. Rekapitulasi nilai GSR pada kondisi *secondary task* disajikan pada Tabel 4.4.

TABEL 5

Rekapitulasi GSR *Secondary Task*

Responden	Secondary Task	Levelling
R1	10.03	Low Arousal
R2	33.25	Fit
R3	75.57	Overarousal
R4	60.30	Overarousal
R5	15.77	Low Arousal
R6	45.42	High Arousal

Berdasarkan hasil tersebut, responden dari unit produksi menunjukkan respons yang relatif rendah hingga normal pada kondisi *secondary task*. Hal ini mengindikasikan bahwa stimulus kognitif ringan yang diberikan tidak memicu perubahan respons fisiologis yang signifikan. Kondisi ini dapat dikaitkan dengan karakteristik pekerjaan produksi yang menuntut kewaspadaan dan keterlibatan fisik sejak awal, sehingga tingkat aktivasi tubuh pekerja telah berada pada level tertentu sebelum *secondary task* diberikan.

Pada unit warehouse, respons yang ditunjukkan justru berada pada tingkat aktivasi yang lebih tinggi hingga mencapai kategori *overarousal*. Pola ini menunjukkan bahwa stimulus kognitif ringan memberikan perubahan respons fisiologis yang lebih jelas pada responden warehouse. Salah satu faktor yang berpotensi memengaruhi kondisi ini adalah karakteristik lingkungan kerja yang

relatif lebih stabil, sehingga perubahan kondisi tubuh akibat stimulus tambahan menjadi lebih mudah terdeteksi.

Sementara itu, responden dari unit assembly menunjukkan pola respons yang bervariasi, mulai dari *low arousal* hingga *high arousal*. Variasi ini mengindikasikan adanya perbedaan kondisi awal dan adaptasi individu terhadap tuntutan pekerjaan yang bersifat repetitif dan membutuhkan ketelitian tinggi. Dengan demikian, stimulus kognitif ringan tidak selalu menghasilkan respons yang seragam pada kelompok ini.

Secara keseluruhan, fenomena *secondary task* menunjukkan bahwa stimulus kognitif yang sama dapat menghasilkan respons fisiologis yang berbeda, tergantung pada kondisi awal pekerja, karakteristik pekerjaan, dan lingkungan kerja. *Secondary task* dalam penelitian ini lebih mencerminkan sensitivitas individu terhadap rangsangan kognitif ringan, bukan sebagai indikator akumulasi beban kerja selama satu siklus kerja. Oleh karena itu, hasil *secondary task* diposisikan sebagai temuan pendukung yang memberikan konteks tambahan terhadap dinamika respons tubuh pekerja, sementara analisis utama tetap difokuskan pada perbandingan kondisi *baseline* dan *post-work*.

4.4 Uji Korelasi

Untuk mengetahui keterkaitan antara kesiapan kerja yang diukur secara subjektif menggunakan *Work Ability Index* (WAI) dan kondisi tubuh pekerja yang diukur secara objektif menggunakan *Galvanic Skin Response* (GSR) pada kondisi *baseline*, dilakukan uji korelasi. Penggunaan nilai *baseline* dipilih karena pengisian kuesioner WAI dilakukan pada awal jam kerja dan waktunya berdekatan dengan pengukuran GSR *baseline*, sehingga kedua variabel merepresentasikan kondisi awal responden sebelum terpapar aktivitas kerja.

Karena data WAI bersifat ordinal dan jumlah sampel relatif kecil ($N = 6$), analisis hubungan dilakukan menggunakan uji korelasi Spearman (Spearman's rho) dengan pengujian dua arah (*two-tailed*). Analisis ini digunakan untuk melihat kecenderungan hubungan antar variabel tanpa mengasumsikan distribusi normal data dan tanpa menarik kesimpulan sebab-akibat. Disajikan pada tabel berikut.

TABEL 6
Hasil Uji Korelasi

Variabel Penelitian		GSR Baseline	WAI
GSR Baseline	Correlation Coefficient	1	0,086
	Sig. (2-tailed)	-	0,872
	N	6	6
WAI	Correlation Coefficient	0,086	1
	Sig. (2-tailed)	0,872	-
	N	6	6

Hasil uji korelasi Spearman memperlihatkan nilai koefisien korelasi sebesar $\rho = 0,086$ dan nilai signifikansi $p = 0,872$ ($p > 0,05$). Hasil ini menyatakan bahwa hubungan antara skor WAI dan nilai GSR pada kondisi *baseline* tergolong sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik.

Rendahnya nilai korelasi menunjukkan bahwa kesiapan kerja yang diukur menggunakan WAI tidak memiliki keterkaitan langsung dengan kondisi tubuh

yang direkam melalui GSR pada kondisi *baseline*. Hal ini dapat dijelaskan oleh perbedaan karakteristik kedua instrumen. *Work Ability Index* dirancang untuk menggambarkan kemampuan kerja secara umum yang mencakup aspek kesehatan, kapasitas fisik dan mental, serta persepsi pekerja terhadap kemampuannya dalam memenuhi tuntutan pekerjaan, sehingga merepresentasikan kesiapan kerja dalam konteks jangka menengah.

Sebaliknya, nilai GSR *baseline* merepresentasikan kondisi tubuh pada saat pengukuran dilakukan dan masih dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti aktivitas sebelum pengukuran dan tuntutan pekerjaan yang menuntut kewaspadaan sejak awal. Oleh karena itu, ketidaksignifikan hubungan antara WAI dan GSR *baseline* tidak menunjukkan kelemahan metode penelitian, melainkan mengindikasikan bahwa kedua instrumen mengukur dimensi kesiapan kerja yang berbeda. Temuan ini menegaskan bahwa evaluasi kesiapan kerja memerlukan pendekatan pendamping yang mengombinasikan pengukuran subjektif dan objektif untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh.

V. VERIFIKASI DAN VALIDASI

Tahap verifikasi hasil dilakukan untuk memastikan bahwa hasil pengukuran dan analisis yang diperoleh telah konsisten serta selaras dengan tujuan dan rancangan penelitian. Proses verifikasi pada penelitian ini tidak ditujukan untuk menguji validitas instrument secara statistik, melainkan untuk meninjau konsistensi pola data dan kesesuaian hasil dengan konteks pengukuran.

Verifikasi konsistensi dilakukan dengan membandingkan nilai GSR pada kondisi *baseline* dan *post-work*. Kondisi *baseline* merepresentasikan kondisi awal responden sebelum bekerja, sedangkan kondisi *post-work* menggambarkan respons fisiologis setelah menjalani satu siklus kerja. Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan nilai GSR pada seluruh responden pada kondisi *post-work* dibandingkan pada kondisi *baseline*. Hal tersebut menunjukkan pola perubahan yang logis dan konsisten terhadap aktivitas kerja. Tidak ditemukannya pola perubahan yang bertolak belakang secara ekstrem antar responden menunjukkan bahwa proses pengukuran dilakukan secara stabil dan hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar analisis kesiapan kerja.

TABEL 7
Perubahan Pada Tiap Responden

Responden	Unit Kerja	Baseline	Post-work	Perubahan
R1	Produksi	48.04 μ S	100.99 μ S	Meningkat
R2		20.90 μ S	72.47 μ S	Meningkat
R3	Warehouse	8.26 μ S	36.32 μ S	Meningkat
R4		11.76 μ S	23.73 μ S	Meningkat
R5	Assembly	38.31 μ S	88.29 μ S	Meningkat
R6		44.05 μ S	112.85 μ S	Meningkat

Tahap selanjutnya yaitu dilakukan uji korelasi untuk meninjau keterkaitan antara pengukuran kesiapan kerja secara subjektif menggunakan WAI dan pengukuran objektif menggunakan nilai GSR kondisi *baseline*. Dengan

mempertimbangkan sifat data WAI yang ordinal serta jumlah sampel yang terbatas ($N = 6$), uji korelasi nonparametrik Spearman's rho dengan pengujian dua arah (two-tailed) digunakan dalam menganalisis hubungan. Hasil uji korelasi menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar $\rho = 0,086$ dengan nilai signifikansi $p = 0,872$ ($p > 0,05$). Hasil analisis tersebut menunjukkan korelasi yang lemah dan tidak signifikan secara statistik, serta mengindikasikan bahwa WAI dan GSR mengukur aspek kesiapan kerja yang berbeda.

TABEL 8
Hasil Uji Korelasi

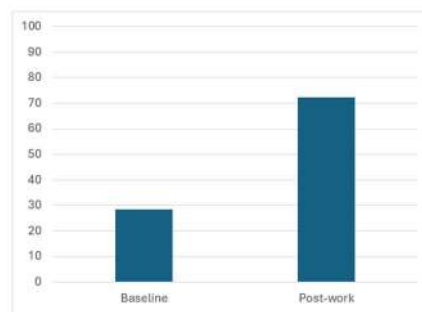
Variabel Penelitian		GSR Baseline	WAI
GSR Baseline	Correlation Coefficient	1	0,086
	Sig. (2-tailed)	-	0,872
	N	6	6
WAI	Correlation Coefficient	0,086	1
	Sig. (2-tailed)	0,872	-
	N	6	6

Secara keseluruhan, hasil verifikasi menunjukkan bahwa data yang diperoleh memiliki pola yang konsisten, tidak bersifat acak, serta layak digunakan sebagai dasar analisis dan pembahasan lebih lanjut.

Validasi dalam penelitian ini dilakukan untuk memastikan bahwa metode dan instrumen yang digunakan sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu menggambarkan kesiapan kerja pekerja melalui pendekatan subjektif dan objektif. Validasi tidak dilakukan dalam bentuk pengujian ulang validitas statistik instrumen, karena *Work Ability Index* (WAI) dan *Galvanic Skin Response* (GSR) merupakan instrumen yang telah banyak digunakan pada penelitian sebelumnya, melainkan difokuskan pada kesesuaian penggunaan instrumen dengan konteks dan kondisi penelitian.

Work Ability Index (WAI) digunakan untuk menggambarkan kesiapan kerja berdasarkan persepsi responden terhadap kemampuan kerja, kondisi kesehatan, serta kemampuan memenuhi tuntutan pekerjaan secara umum. Instrumen ini tidak dirancang untuk menangkap perubahan kondisi tubuh secara langsung atau sesaat, tetapi untuk merepresentasikan kesiapan kerja dalam konteks yang relatif stabil. Oleh karena itu, penggunaan WAI dalam penelitian ini dinilai sesuai untuk menggambarkan kesiapan kerja pekerja dari sudut pandang subjektif.

objektif dilakukan menggunakan *Galvanic Skin Response* (GSR) untuk merekam perubahan kondisi tubuh yang terjadi pada saat pengukuran. GSR digunakan untuk menangkap respons tubuh yang bersifat dinamis dan dapat berubah seiring aktivitas kerja berlangsung. Dalam penelitian ini, GSR tidak dimaksudkan sebagai alat ukur tunggal kesiapan kerja, melainkan sebagai pengukuran pendamping yang memberikan gambaran tambahan mengenai kondisi tubuh pekerja pada periode tertentu.



GAMBAR 3
Grafik Rata-rata GSR

Perbedaan hasil antara pengukuran WAI dan GSR merupakan kondisi yang wajar dan tidak menunjukkan kelemahan metode penelitian. Hal ini disebabkan karena kedua instrumen mengukur aspek yang berbeda. WAI menggambarkan kesiapan kerja berdasarkan persepsi dan kondisi umum pekerja, sedangkan GSR merekam kondisi tubuh yang dipengaruhi oleh aktivitas, lingkungan, dan situasi pada saat pengukuran dilakukan. Hasil yang didapat bernilai 28.55 untuk Baseline dan 72.44 untuk post-work, sehingga hubungan yang lemah atau tidak signifikan antara hasil WAI dan GSR tidak diartikan sebagai ketidaksesuaian hasil, tetapi sebagai perbedaan sudut pandang pengukuran.

Selain itu, validasi juga mempertimbangkan konteks pekerjaan dan lingkungan kerja responden. Pekerjaan di lingkungan manufaktur memiliki tuntutan fisik dan konsentrasi yang relatif tinggi, sehingga kondisi tubuh pekerja dapat berada pada tingkat kesiapan tertentu sejak awal jam kerja. Kondisi ini berpotensi memengaruhi hasil pengukuran GSR, khususnya pada kondisi baseline, sehingga interpretasi hasil dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik pekerjaan yang dijalani responden.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, penggunaan WAI dan GSR dalam penelitian ini dinilai valid untuk menggambarkan kesiapan kerja pekerja. Kedua instrumen digunakan secara saling melengkapi, di mana WAI memberikan gambaran kesiapan kerja berdasarkan persepsi pekerja, sedangkan GSR memberikan gambaran perubahan kondisi tubuh selama periode pengukuran.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran, pengolahan, dan analisis data yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Instrumen *Work Ability Index* (WAI) mampu menggambarkan kesiapan kerja pekerja secara subjektif dalam konteks jangka menengah. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada kategori *Good* hingga *Excellent*, yang mengindikasikan bahwa pekerja menilai dirinya memiliki kemampuan kerja yang memadai. Variasi skor WAI terutama dipengaruhi oleh kondisi kesehatan individu dan riwayat cuti sakit, namun tidak menunjukkan penurunan kesiapan kerja secara keseluruhan.
2. Pengukuran *Galvanic Skin Response* (GSR) berhasil merekam perubahan kondisi tubuh pekerja selama satu siklus kerja. Nilai konduktansi kulit menunjukkan perbedaan antara kondisi baseline dan post-work serta variasi respons antar responden. Peningkatan nilai GSR

pada kondisi *post-work* mencerminkan akumulasi beban kerja selama satu shift dan menunjukkan sensitivitas GSR terhadap perubahan kondisi kerja.

3. Hasil uji korelasi non-parametrik Spearman menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara skor WAI dan nilai GSR pada kondisi *baseline* ($\rho = 0,086$; $p > 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa kesiapan kerja yang diukur secara subjektif menggunakan WAI tidak memiliki keterkaitan langsung dengan kondisi tubuh yang direkam melalui GSR pada awal jam kerja, karena kedua instrumen mengukur dimensi kesiapan kerja yang berbeda.
4. Berdasarkan observasi tambahan, aktivitas pre-conditioning berupa stretching dan pengaturan pernapasan ringan sebelum bekerja menunjukkan adanya perubahan nilai konduktansi kulit pada salah satu responden sebelum pengambilan data baseline. Meskipun tidak digunakan sebagai dasar kesimpulan kuantitatif, temuan ini mengindikasikan bahwa aktivitas ringan sebelum bekerja berpotensi memengaruhi kondisi awal pekerja dan dapat dipertimbangkan sebagai usulan preventif untuk mendukung kesiapan kerja.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa kesiapan kerja tidak dapat dipahami hanya dari satu sudut pandang pengukuran. Oleh karena itu, evaluasi kesiapan kerja pada lingkungan kerja berisiko tinggi seperti PT XYZ memerlukan pendekatan pendamping yang menggabungkan pengukuran subjektif dan pengukuran kondisi tubuh secara langsung.

REFERENSI

- [1] Ayu Desmayanny, D., Wahyuni, I., Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, M., & Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, F. (2020). FAKTOR TERJADINYA UNSAFE ACTION PADA PEKERJA SEKTOR MANUFAKTUR. 8(6). <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- [2] González-Domínguez, M. E., Fernández-García, E., Paloma-Castro, O., González-López, R. M., Rivas Pérez, M. P., López-Molina, L., García-Jiménez, J., & Romero-Sánchez, J. M. (2024). Work Ability Index: Psychometric Testing in Aeronautical Industry Workers. *Safety and Health at Work*, 15(1), 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.12.001>
- [3] Auliani, S., Az-Zahra, H. F., Nursagita, C., Soetisna, H., Iridiastadi, H., & Budiawan, W. (2024). A qualitative study investigating fatigue among Indonesian freight-train drivers. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101286>
- [4] Sinagabariang, P., & Meily Kurniawidjaja, L. (2024). FATIGUE RISK FACTORS OF OFFSHORE OIL AND GAS WORKERS A Systematic Review. <http://devotion.greenvest.co.id>
- [5] Dwitha Ramdhani, J., & Soraya, T. M. (2024). Kelelahan Kerja Pekerja Tambang: Apa saja Faktor-faktornya?, dan Bagaimana pengukurannya? (Systematic Literature Review pada Data Publikasi 2019-2024). *Journal of Applied Community Engagement*, 4(1), 28–37. <https://doi.org/10.52158/jace.v4i1.841>
- [6] Tambunan, R. A. (2023). ANALISIS KEMAMPUAN KERJA KARYAWAN DI PT. NUSANTARA DOOR INDUSTRY DENGAN METODE WORK ABILITY INDEX (WAI).
- [7] Navea, R. F., Buenvenida, P. J., & Cruz, C. D. (2019). Stress Detection using Galvanic Skin Response: An Android Application. *Journal of Physics: Conference Series*, 1372(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1372/1/012001>
- [8] Sanchez-Comas, A., Synnes, K., Molina-Estren, D., Troncoso-Palacio, A., & Comas-González, Z. (2021). Correlation analysis of different measurement places of galvanic skin response in test groups facing pleasant and unpleasant stimuli. *Sensors*, 21(12). <https://doi.org/10.3390/s21124210>
- [9] Yang, X., McCoy, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Brand, C., Carrasco-Turigas, G., Dons, E., Gerike, R., Goetschi, T., Nieuwenhuijsen, M., Pablo Orjuela, J., Int Panis, L., Standaert, A., & de Nazelle, A. (2021). The effects of traveling in different transport modes on galvanic skin response (GSR) as a measure of stress: An observational study. *Environment International*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106764>
- [10] Rachmat, H. H., & Say, M. M. L. (2023). EVALUASI RESISTANSI SENSITIVITAS MODUL GALVANIC SKIN RESPONSE BERBASIS ARDUINO NANO. *Jurnal Media Elektro*, 57–65. <https://doi.org/10.35508/jme.v12i2.11809>
- [11] Ishaque, S., Khan, N., & Krishnan, S. (2023). Physiological Signal Analysis and Stress Classification from VR Simulations Using Decision Tree Methods. *Bioengineering*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/bioengineering10070766>
- [12] Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W. S., Wilson, J. R., & van der Doelen, B. (2012). A strategy for human factors/ergonomics: Developing the discipline and profession. *Ergonomics*, 55(4), 377–395. <https://doi.org/10.1080/00140139.2012.661087>
- [13] L. Mosier, K., & Niu, S. (2021). Principles and Guidelines for Human Factors/Ergonomics (HF/E) Design and Management of Work Systems.
- [14] Dahlan, A., & Widanarko, B. (2022). Impact of Occupational Fatigue on Human Performance among Oil and Gas Workers in Indonesia. *Kesmas*, 17(1), 54–59. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v17i1.5390>
- [15] Ibrahim, A., Nnaji, C., Namian, M., Koh, A., & Techera, U. (2023). Investigating the impact of physical fatigue on construction workers' situational awareness. *Safety Science*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106103>
- [16] International Labour Organization. (2023). Safety and health at work. <https://www.ilo.org/topics-and-sectors/safety-and-health-work#stat>
- [17] Wang, X., & Cheng, Z. (2020). Wang - Cross sectional studies. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.03.012>
- [18] Zheng, B., Chen, F., Wang, J., Deng, H., Li, J., Zhou, C., & Ye, M. (2023). The Prevalence and Correlated Factors of Occupational Stress, Cumulative Fatigue, and Musculoskeletal Disorders among Information Technology Workers: A Cross-Sectional Study in Chongqing, China.

Healthcare (Switzerland),
<https://doi.org/10.3390/healthcare11162322>

11(16).

