

# ANALISIS PENGUKURAN TINGKAT *FATIGUE* PADA PEKERJA *TOWER CRANE* (STUDI KASUS : PROYEK BDX DATA CENTER CGK3A)

Kristin Febriyanti Zebua<sup>1</sup>, Kartika Hapsari Sutantiningrum<sup>2\*</sup>, Jonathan Saputra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta,

Jl. Prof. DR. G.A Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, 16425  
e-mail: kristin.febriyanti.zebua.ts21@mhs.widyatama.ac.id@mhs.widyatama.ac.id<sup>1</sup>,  
ra.kartikahapsarisutantiningrum@sipil.pnj.ac.id<sup>2\*</sup>, jonathan.saputra@sipil.pnj.ac.id<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Kelelahan atau *fatigue* merupakan salah satu faktor utama yang dapat menurunkan kinerja dan dapat menyebabkan terjadinya risiko kecelakaan kerja, terutama pada operator *tower crane*. Dalam pengukuran tingkat *fatigue* operator *tower crane* hanya menggunakan tes *fatigue* manual, yaitu tes *fatigue* berdasarkan pengisian form waktu tidur. Penggunaan pengukuran *fatigue* manual dapat saja terjadinya kesalahan dalam pengolahan data yang diakibatkan oleh *human error*. Tentu saja hal tersebut sangat berbahaya dan dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Perkembangan zaman yang semakin maju, penggunaan aplikasi *mobile* dapat mengukur tingkat *fatigue* karena memiliki kemampuan untuk menganalisis dan mengolah data dalam jumlah besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan efektivitas pengukuran *fatigue* menggunakan aplikasi *mobile* dan berbasis manual. Serta untuk mengetahui apakah fitur yang telah disediakan pada aplikasi *mobile* sudah memenuhi kebutuhan pekerja atau belum. Metode yang digunakan meliputi observasi lapangan, penyebaran kuesioner, wawancara, serta pengujian efektivitas melalui studi lapangan pada operator *tower crane* di proyek konstruksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi *mobile* lebih efektif dalam melakukan pengukuran *fatigue* dan efisiensi dalam pemantauan kelelahan dibandingkan pengukuran *fatigue* manual. Saran pada penelitian ini ialah pengukuran *fatigue* menggunakan SHE *Mobile* dapat segera diaplikasikan oleh seluruh pekerja. Penelitian ini terkendala dalam jumlah sample, karena pengukuran *fatigue* menggunakan SHE *Mobile* memerlukan NRP pekerja untuk akses ke SHE *Mobile*. Sehingga untuk kedepannya dapat diberikan sampling lebih banyak, agar hasil yang didapat lebih maksimal.

## Kata Kunci:

Kelelahan kerja, pengukuran *fatigue*, keselamatan kerja, aplikasi *mobile*, operator *tower crane*

## ABSTRACT

*Fatigue is a major factor that can reduce performance and lead to the risk of workplace accidents, especially among tower crane operators. In measuring the fatigue level of tower crane operators, only manual fatigue tests are used, namely fatigue tests based on filling out sleep time forms. Using manual fatigue measurements can lead to errors in data processing caused by human error. This is certainly very dangerous and can lead to workplace accidents. With increasingly advanced technology, the use of mobile applications can measure fatigue levels because they have the ability to analyze and process large amounts of data. This study aims to compare the effectiveness of fatigue measurements using mobile applications and manual-based ones. It also aims to determine whether the features provided in the mobile application meet worker needs. The methods used include field observations, questionnaires, interviews, and effectiveness testing through field studies of tower crane operators in construction projects. The results showed that the use of mobile applications is more effective in measuring fatigue and more efficient in monitoring fatigue than manual fatigue measurements. The recommendation in this study is that fatigue measurements using SHE Mobile can be immediately implemented by all workers. This study was constrained by the sample size, because fatigue measurements using SHE Mobile require workers' NRPs to access SHE Mobile. So that in the future more sampling can be given, so that the results obtained are more optimal.*

*Keywords:*

*Occupational fatigue, fatigue measurement, workplace safety, mobile application, tower crane operator*

## I. PENDAHULUAN

Data *International Labour Organization* (ILO) tahun 2021 menyatakan bahwa sebanyak dua juta pekerja meninggal dunia akibat oleh kecelakaan kerja yang disebabkan oleh kelelahan kerja. Kemnakertrans Indonesia tahun 2021 juga menyatakan bahwa 27,8% faktor kecelakaan kerja disebabkan oleh kelelahan kerja (Fitriawan Imbara et al., 2023). Kelelahan kerja merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja, dikarenakan kondisi fisik dan mental yang dialami oleh para pekerja memiliki beban kerja yang berat. Seperti durasi kerja yang panjang, dan kondisi kerja yang tidak ergonomis (Sulistini et al., 2023).

Berdasarkan hasil diskusi dengan divisi SHE proyek pembangunan gedung data center resiko yang paling tinggi mengalami tingkat *fatigue* adalah operator *tower crane* karena operator tersebut harus berada di atas ketinggian selama 12 Jam untuk mengoperasikan alat berat *tower crane*. Namun pada proyek pembangunan gedung data center, dalam pengukuran tingkat *fatigue* operator *tower crane* hanya menggunakan tes *fatigue* manual, yaitu tes *fatigue* berdasarkan pengisian form waktu tidur. Penggunaan pengukuran *fatigue* manual dapat saja terjadinya kesalahan dalam pengolahan data yang diakibatkan oleh *human error*. Tentu saja hal tersebut sangat berbahaya dan dapat menyebabkan kecelakaan kerja (Sinura, 2022).

Perkembangan zaman yang semakin maju, penggunaan aplikasi *mobile* dapat mengukur tingkat *fatigue* karena memiliki kemampuan untuk menganalisis dan mengolah data dalam jumlah besar serta mengenali pola yang mungkin tidak terlihat oleh manusia (Nastiti et al., 2023).

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan melakukan penelitian mengenai pengukuran tingkat kelelahan objektif pekerja, akan dilakukan dengan menggunakan aplikasi *mobile*. Aplikasi *mobile* ini nanti akan menganalisis data biometrik yang dapat dikumpulkan dari aplikasi *mobile*, seperti kualitas tidur untuk menilai tingkat kelelahan secara real-time. Aplikasi *mobile* ini akan berisi sistem pengingat untuk memantau perilaku pengguna dan memberikan pengingat untuk istirahat berdasarkan tingkat *fatigue* yang terdeteksi, serta berisi survei dan kuisioner tentang jam tidur dan kemudian menggunakan aplikasi *mobile* untuk menganalisis hasilnya. Tetapi dalam melakukan pengukuran *fatigue* agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal, pengukuran tidak hanya dapat

dilakukan berdasarkan faktor jam tidur, tetapi bisa dari beberapa faktor.

Jika mengacu pada penelitian (Nastiti et al., 2023), pengukuran *fatigue* menggunakan sebuah *safety vest*. Pada penelitian kali ini terdapat keterbaruan pengukuran *fatigue* yaitu menggunakan sebuah aplikasi bernama SHE Mobile, dikarenakan lebih mudah akses dan lebih cepat mengeluarkan hasil pengukuran.

Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengidentifikasi faktor-faktor *fatigue* apa saja yang dapat digunakan untuk mengembangkan pengukuran *fatigue* dalam penggunaan aplikasi *mobile* serta untuk menganalisis apakah pengukuran *fatigue* berbasis aplikasi *mobile* sudah memenuhi kebutuhan pekerja atau belum.

Tingkat *fatigue* atau kelelahan adalah merujuk pada kondisi mental dan fisik yang dialami oleh pekerja akibat dari aktivitas yang dilakukan secara berulang. Jika seseorang mengalami tingkat *fatigue* maka akan mempengaruhi kinerja, produktivitas, dan keselamatan seseorang. Kelelahan dapat diakibatkan karena aktivitas fisik yang banyak, pekerjaan yang berulang, jam kerja berlebih, dan keadaan sehat yang menurun (Syaputra et al., 2019).

Kelelahan juga dapat dipengaruhi oleh lamanya seseorang bekerja, lama kerja merupakan lamanya seseorang melakukan aktivitas dari mulai bangun tidur hingga tidur kembali. Berdasarkan UU Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan, pasal 77 ayat 2. Waktu kerja yang efektif itu ialah (UU REPUBLIK INDONESIA NOMOR 13 TAHUN 2003, n.d.):

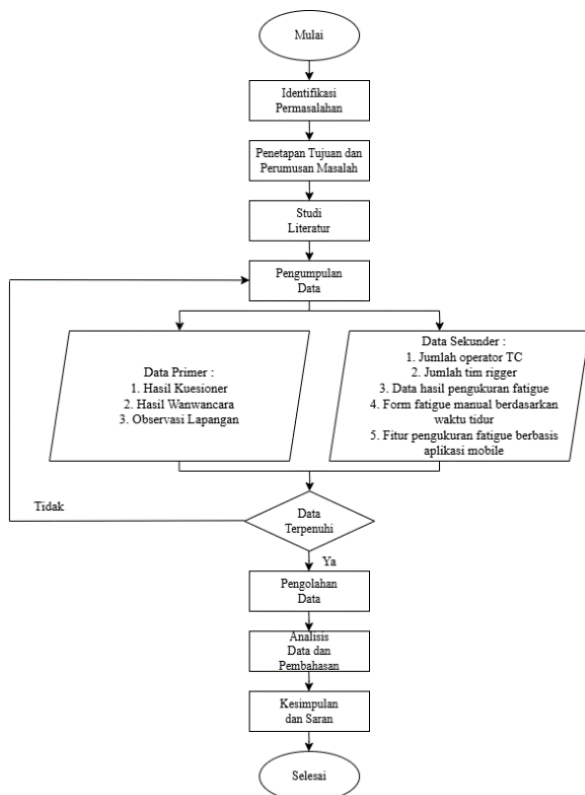
- Tujuh (7) jam satu (1) hari dan empat puluh (40) jam satu (1) minggu untuk enam (6) hari kerja dalam satu (1) minggu.
- Delapan (8) jam satu (1) hari dan empat puluh (40) jam satu (1) minggu untuk lima (5) hari kerja dalam satu (1) minggu.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kelelahan pekerja ialah (Teguh Eko F. Soekiswara, 2024), (Nastiti et al., 2023; Sujana et al., 2022), (Sulistini et al., 2023):

- Faktor kondisi perjalanan, dimana faktor ini mempengaruhi tingkat *fatigue* pekerja dikarenakan jika pekerja mengalami kemacetan menuju kantor. Maka saat pekerja sampai kantor, tubuh akan terasa lelah.
- Faktor kondisi lingkungan, dimana faktor ini sangat berpengaruh karena jika waktu kerja melebihi waktu kerja efektif maka tubuh akan mengalami kelalahan.
- Faktor kondisi fisik, mengacu pada keadaan fisik operator *tower crane* karena operator bertanggung jawab atas pengoperasian alat berat *tower crane*.

- d. Faktor pelemahan kegiatan, berkaitan dengan kelalaian individu yang tidak dapat bekerja sesuai dengan rencana.
- e. Faktor kecerobohan, manusia mencerminkan sikap yang menganggap remeh potensi risiko kecelakaan kerja.

**II. METODE PENELITIAN**



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

Proses dimulai dari identifikasi permasalahan kemudian dilanjutkan dengan penetapan tujuan dan rumusan masalah, kemudian mencari studi literatur untuk mencari penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dan membahas penggunaan aplikasi *mobile* dalam mengukur tingkat *fatigue*, selanjutnya adalah pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui penyebaran kuesioner, wawancara dan observasi lapangan. Penyebaran kuesioner dan wawancara akan dilakukan kepada tim SHE, tim rigger, operator *tower crane*, dan *supervisor*. Selain itu, data sekunder juga dikumpulkan dari berbagai data proyek. Kemudian dilakukan pengolahan data, observasi lapangan dan wawancara dilakukan secara deskriptif kemudian untuk kuesioner dilakukan dengan menggunakan excel dan SPSS selanjutnya akan dilakukan analisis data dan pembahasan untuk menjawab tujuan penelitian (Sulung & Muspawi, 2024).

Penelitian ini berlokasi di Jl T.B. Simatupang Kav. 10, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan dan peneliti ini menggunakan metode penelitian berupa observasi lapangan untuk mengetahui bagaimana penggunaan tes *fatigue* manual berdasarkan waktu tidur dan tes *fatigue* berbasis aplikasi *mobile*, wawancara digunakan untuk menjawab tujuan penelitian serta mendukung hasil kuesioner, dan kuesioner digunakan untuk menjawab perumusan masalah terkait faktor-faktor *fatigue* apa saja yang dapat terjadi pada operator *tower crane*, mengetahui apakah pengukuran tingkat *fatigue* berbasis aplikasi *mobile* sudah memenuhi kebutuhan pekerja, dan perbandingan efektivitas pengukuran tingkat *fatigue* manual berdasarkan waktu tidur dan pengukuran tingkat *fatigue* berbasis aplikasi *mobile*.

Karakteristik responden yang dibutuhkan untuk mengisi kuesioner dan wawancara ialah : bekerja dalam proyek pembangunan gedung data center CGK3A, pakar tim SHE, operator *tower crane*, tim rigger, *supervisor*, pengalaman kerja minimal 2 tahun, dan tingkat pendidikan minimal SMA/SMK.

Penyebaran kuesioner akan diisi oleh 31 responden yang terdiri dari tim SHE, tim rigger, operator *tower crane*, dan *supervisor* sedangkan wawancara akan dilakukan kepada 1 orang SHE, 1 orang Rigger, 1 orang operator *tower crane*, dan 1 orang *supervisor*. Sedangkan wawancara akan dilakukan kepada 4 orang SHE, 1 orang rigger, 1 orang *supervisor*, dan 1 operator *tower crane*. Berikut adalah lembar observasi yang akan dilakukan untuk mendukung hasil penelitian.

Proses pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan kuesioner yang memiliki beberapa pertanyaan yang telah disusun dengan menggunakan skala likert. Skala likert merupakan skala penelitian yang dipakai untuk mengukur sikap dan pendapat. Skala ini digunakan untuk melengkapi kuesioner yang akan diisi responden untuk menunjukkan tingkat persetujuan terhadap serangkaian pertanyaan. Tingkat persetujuan yang dimaksud adalah skala likert 1-5 pilihan, dengan gradasi dari Sangat Tidak Setuju (STS) hingga Sangat Setuju (SS) (Pranatawijaya et al., 2019).

**Tabel 1. Lembar Observasi**

No	Pengukuran Fatigue	Keterangan
1	Pengukuran Manual	Jl. ABC
2	Pengukuran SHE Mobile	Jl. PQR

Penyebaran kuesioner terdiri dari 3 jenis kuesioner, kuesioner pertama tentang perbandingan efektivitas pengukuran tingkat *fatigue* menggunakan SHE Mobile dan pengukuran *fatigue*

manual yang terdiri dari 14 pertanyaan. Kemudian, kuesioner kedua tentang kesesuaian fitur pengukuran tingkat *fatigue* berbasis SHE mobile yang terdiri dari 6 pertanyaan dan kuesioner ketiga tentang penambahan faktor pengukuran tingkat *fatigue* berbasis SHE Mobile yang terdiri dari 19 pertanyaan.

Kuesioner dan wawancara juga sudah divalidasi oleh tiga pakar, yang terdiri dari SHE Manager, SHESSR System & Compliance, dan tenaga pendidik.

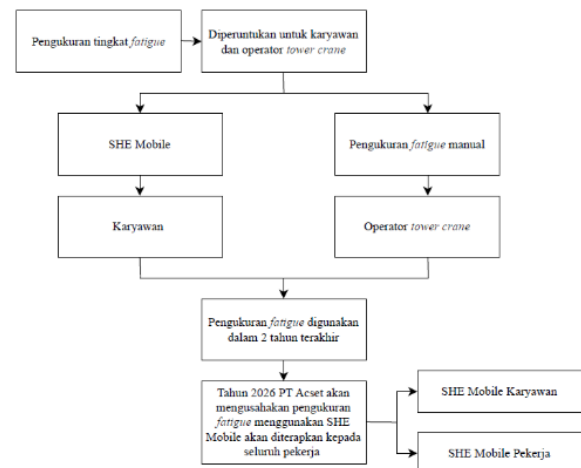
Setelah melakukan penyebaran kuesioner, maka selanjutnya ialah melakukan pengolahan data dengan uji statistik. Uji statistik yang digunakan pada penelitian ini ialah :

- Uji validitas untuk mengetahui apakah seluruh pertanyaan wawancara sudah valid atau belum. Apabila  $r\text{-hitung} > r\text{-tabel}$ , maka pertanyaan yang berkorelasi signifikan terhadap skor total dinyatakan valid. Tetapi, jika  $r\text{-hitung} < r\text{-tabel}$ , maka pertanyaan yang berkorelasi signifikan terhadap skor total dinyatakan tidak valid (Miftahul Janna & Pembimbing, 2021).
- Uji reliabilitas untuk mengukur tingkat reliabilitas dari masing-masing variable pertanyaan, uji normalitas untuk menilai distribusi dari kelompok data/variable.
- Uji normalitas, untuk menilai distribusi dari kelompok data/variable terdistribusi normal atau tidak. Menurut hasil uji Saaphiro-wilk, jika nilai signifikansi  $> (0,05)$  maka penelitian terdistribusi normal. Tetapi jika nilai signifikasin  $< (0,05)$  maka penelitian tidak terdistribusi normal (Almumtazah et al., 2021).
- Uji homogenitas varians, untuk mengetahui suatu keberagaman data dari dua atau lebih kelompok bersifat homogen atau heterogen. Jika nilai signifikansi  $> (0,05)$  maka kelompok populasi adalah homogen. Tetapi jika nilai signifikansi  $< (0,05)$  maka kelompok populasi adalah heterogeny.
- Uji hipotesis T-Sample Independent, untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan rata-rata dua kelompok yang tidak berhubungan, alias saling bebas. Jika nilai signifikansi  $> (0,05)$  maka tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap penelitian. Tetapi jika nilai signifikansi  $< (0,05)$  maka terdapat perbedaan yang signifikan terhadap penelitian.
- Uji statistik deskriptif, untuk menganalisis data dengan cara menggambarkan atau mendeskripsikan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Prawiyogi et al., 2021).

### III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

#### Histori Penggunaan Pengukuran *Fatigue* pada PT Acset

Pengukuran *fatigue* pada proyek pembangunan gedung data center terdapat dua jenis pengukuran, untuk karyawan menggunakan aplikasi *mobile* yaitu SHE Mobile sedangkan untuk operator *tower crane* untuk saat ini masih menggunakan pengukuran *fatigue* manual. Penggunaan SHE Mobile saat ini memang masih diperuntukan untuk karyawan dikarenakan terkendala dalam pengoperasian biaya. Pengukuran *fatigue* juga memang baru diterapkan oleh PT Acset dalam 2 tahun terakhir dikarenakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja yang disebabkan oleh kelelahan kerja. Pada tahun 2026 PT Acset mengusahakan agar seluruh pekerja dapat menggunakan SHE Mobile untuk mengukur tingkat *fatigue*, agar data yang dikeluarkan lebih akurat.



Gambar 2. Diagram Alir Histori

#### Data Hasil Pengukuran *Fatigue* SHE Mobile

Hasil pengukuran ini akan memberitahu kepada pekerja yang mengisi form *fatigue*, apakah pekerja mengalami *fatigue* atau tidak dan jika mengalami *fatigue* maka akan diberitahu pada pukul berapa mereka dapat selesai melakukan pekerjaan.



Gambar 3. Contoh Tampilan Aplikasi Pengukuran *Fatigue* SHE Mobile

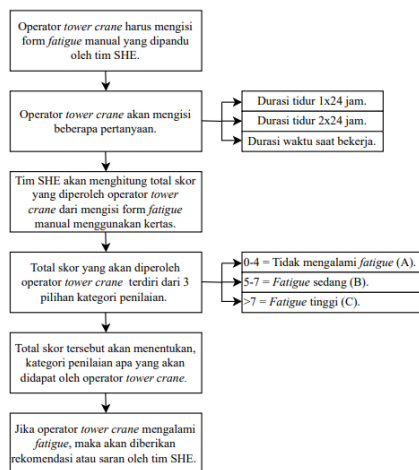
Data Hasil Pengukuran *Fatigue* Manual

Hasil pengukuran ini akan memberitahu kepada pekerja yang mengisi form *fatigue*, apakah pekerja mengalami *fatigue* atau tidak.

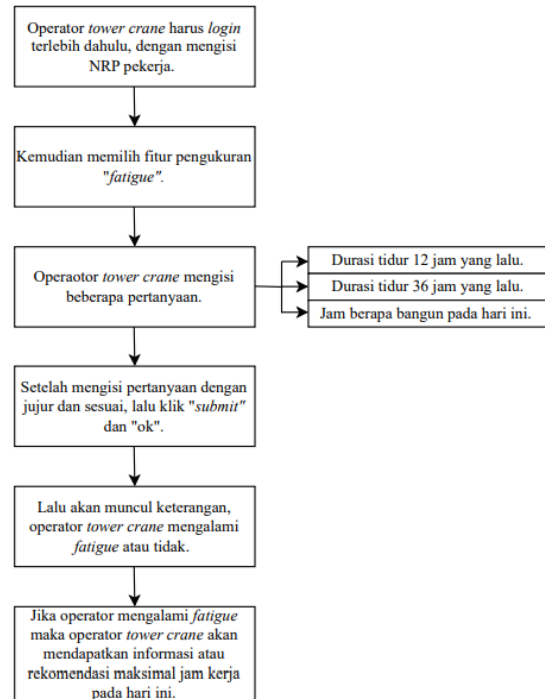
Gambar 4. Hasil Pengukuran *Fatigue* Manual

Cara Pengukuran *Fatigue*

Pada proyek pembangunan Gedung BDX data center CGK3A terdapat dua jenis pengukuran *fatigue*, yaitu pengukuran *fatigue* manual dan pengukuran menggunakan aplikasi *mobile* yang bernama SHE Mobile. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara yang sudah dilakukan maka didapatkan cara kerja pengukuran *fatigue* manual dan pengukuran *fatigue* menggunakan aplikasi SHE Mobile sebagai berikut :



Gambar 5. Diagram Cara Kerja Pengukuran *Fatigue* Manual



Gambar 6. Diagram Cara Kerja Pengukuran *Fatigue* SHE Mobile

Perbandingan Kekurangan dan Kelebihan Pengukuran *Fatigue*

Terdapat dua jenis pengukuran *fatigue* pada proyek BDX Data Center, pengukuran *fatigue* manual untuk operator *tower crane* sedangkan pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile saat ini diperuntukan untuk pekerja yang berasal dari PT Acset karena masih dalam tahap pengembangan. Tetapi pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile akan diberlakukan untuk seluruh pekerja pada proyek PT Acset. Seluruh pekerja dari PT Acset dan operator *tower crane* wajib melakukan tes *fatigue* setiap hari sebelum melakukan pekerjaan, untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja. Kedua pengukuran tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, sebagai berikut :

Tabel 2 Kekurangan dan Kelebihan Pengukuran *Fatigue* Manual

No	Kelebihan	Kekurangan
1	Dapat dipanatau langsung oleh tim SHE.	Data masih diolah secara manual oleh tim SHE, sehingga dapat terjadi kesalahan dalam pengolahan data akibat <i>human error</i> .
2	Harga lebih terjangkau dalam melakukan pengukuran <i>fatigue</i> .	Hanya dapat melakukan pengukuran <i>fatigue</i> ketika telah sampai proyek.
3	Pengukuran dapat mengukur pekerja yang lenbur, karena	Memakan waktu yang lama ketika melakukan

	pada pemeriksaan <i>fatigue</i> manual, total skoring waktu tidur yang dihitung sebelum bekerja 1 x 24 jam	pengukuran <i>fatigue</i> .
4		Pekerja tidak dapat mengetahui, sampai pukul berapa dapat melakukan pekerjaan di hari itu.

**Tabel 3 Kekurangan dan Kelebihan Pengukuran *Fatigue* SHE Mobile**

No	Kelebihan	Kekurangan
1	Dapat mengefisiensi waktu ketika melakukan pengukuran.	Biaya yang dikeluarkan lebih mahal.
2	Dapat melakukan pengukuran <i>fatigue</i> dimana saja.	Pada saat ini hanya orang yang bekerja di PT Acset, yang dapat mengakses aplikasi tersebut.
3	Tidak terjadi kesalahan dalam pengolahan data akibat <i>human error</i> .	Pengukuran tidak dapat digunakan pada pekerja yang lembur, karena pada pemeriksaan <i>fatigue</i> menggunakan SHE Mobile, total skoring waktu tidur yang dihitung sebelum bekerja 1 x 12 jam.
4	Pekerja yang mengalami <i>fatigue</i> , dapat mengetahui maksimal jam kerja pada hari ini.	

**Tabel 4 Pengujian Hipotesis**

Sig. (2-tailed)	Keterangan
0,315	Tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan pengolahan data dan pembahasan data yang telah dilakukan, hasil yang didapatkan adalah, tidak ada perbedaan yang signifikan diantara kedua pengukuran *fatigue* tersebut yang artinya kedua pengukuran *fatigue* sama-sama efektif untuk digunakan, hal ini dapat dilihat pada tabel 4 hasil pengujian hipotesis. Tetapi jika melihat dari tabel 2 dan tabel 3 pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile lebih efektif dibandingkan pengukuran *fatigue* manual. Hal ini juga didukung oleh penelitian (Hastuti, n.d.) bahwa pengukuran *fatigue* menggunakan *website* lebih efektif dalam memberikan hasil yang akurat dan *real-time*

dibandingkan dengan alat ukur manual. Hasil pengukuran *fatigue* menggunakan *website* memberikan hasil yang lebih mudah diakses dan dikelola, oleh karena itu metode digital dapat menjadi solusi yang lebih baik dalam pemantauan tingkat *fatigue* pekerja, guna meningkatkan keselamatan kerja dan mengurangi risiko kecelakaan kerja.

Berdasarkan wawancara yang sudah dilakukan, operator *tower crane* juga membutuhkan pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile agar dapat lebih mengefisiensi waktu dan operator *tower crane* juga dapat mengetahui maksimal jam kerja pada hari ini. Tetapi perlu ada penambahan fitur terhadap pengukuran *fatigue* pada SHE Mobile dan setelah melakukan pengukuran *fatigue* tetap perlu dilakukan cek kesehatan setiap saat diperlukan bila pekerja mengalami keluhan atau risiko *fatigue*. Pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile untuk saat ini masih proses pengembangan karena terkendala dalam pembiayaan untuk mengelola dan mengupdate fitur pengukuran *fatigue* menggunakan aplikasi *mobile* berupa SHE Mobile.

#### Penyebab *Fatigue* pada Operator *Tower Crane*

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan kepada 4 narasumber, penyebab *fatigue* pada operator *tower crane* dapat berasal dari beberapa faktor sebagai berikut:

1. Faktor kondisi perjalanan, faktor ini menjadi penyebab utama kelelahan kerja dikarenakan jarak tempuh yang jauh dan kemacetan membuat pekerja datang ke proyek dalam keadaan sudah lelah duluan.
2. Faktor kondisi lingkungan, faktor ini juga menjadi penyebab terjadinya kelelahan dikarenakan durasi kerja yang panjang dan tanpa istirahat cukup dapat memperbesar risiko terjadinya kelelahan kerja yang berujung pada kecelakaan kerja.
3. Faktor pelemahan kegiatan.
4. Faktor kecerobohan, perilaku ceroboh akibat kelelahan juga dapat menghambat pekerjaan dan menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja.
5. Faktor kondisi fisik.

**Tabel 5 Pengujian Statistik Deskriptif**

Pernyataan	N	Mean	Keterangan
P01	31	3,2903	Sesuai
P02	31	3,6129	Sesuai
P03	31	3,2258	Sesuai
P04	31	3,4194	Sesuai
P05	31	3,4194	Sesuai
P06	31	3,3226	Sesuai
P07	31	3,4516	Sesuai
P08	31	3,4516	Sesuai
P09	31	3,3871	Sesuai
P10	31	3,4194	Sesuai
P11	31	3,3226	Sesuai
P12	31	3,5161	Sesuai

P13	31	3,4194	Sesuai
P14	31	3,3871	Sesuai
P15	31	3,4839	Sesuai
P16	31	3,4516	Sesuai
P17	31	3,3548	Sesuai
P18	31	3,3871	Sesuai
P19	31	3,5484	Sesuai

Dari olahan data wawancara juga didapatkan bahwa seluruh narasumber setuju bahwa faktor-faktor tersebut dapat dijadikan fitur tambahan dalam pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile, hal ini dapat dilihat pada tabel 5 pengujian statistik deskriptif. Indikator tersebut seperti, faktor kondisi perjalanan, faktor lingkungan kerja, faktor kondisi fisik, faktor pelemahan kegiatan, dan faktor kecerobohan dianggap relevan dan penyebab utama *fatigue* yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja akibat kelelahan kerja. Seluruh narasumber juga mendukung agar faktor-faktor tersebut dapat dijadikan fitur tambahan dalam aplikasi SHE Mobile, untuk membantu dalam pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile secara mandiri dan sistematis.

Selain itu, narasumber juga menyarankan agar fitur dalam aplikasi mencakup faktor lain seperti pola hidup, shift kerja, dan komunikasi sosial. Namun, jika fitur tersebut dianggap terlalu banyak untuk ditambahkan, maka saran tersebut tidak perlu ditambahkan. Karena 5 faktor yang sudah disebutkan dalam wawancara sudah lebih dari cukup untuk ditambahkan

**Kesesuaian Pengukuran *Fatigue* Berbasis *Mobile* bagi Operator *Tower Crane***

**Tabel 6 Pengujian Statistik Deskriptif**

Pernyataan	N	Mean	Keterangan
P01	31	4,2258	Sesuai
P02	31	3,6452	Sesuai
P03	31	3,3226	Sesuai
P04	31	3,6774	Sesuai
P05	31	3,8710	Sesuai
P06	31	3,6774	Sesuai

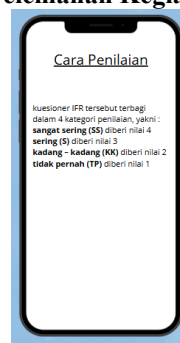
Berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil bahwa fitur pada SHE Mobile sudah sesuai dengan kebutuhan pekerja, hal ini dapat dilihat pada tabel 6 pengujian statistik deskriptif, tetapi perlu ada beberapa penambahan fitur pengukuran karena penyebab *fatigue* bukan hanya berdasarkan jam tidur, tetapi bisa dari beberapa faktor seperti kondisi perjalanan, faktor kondisi lingkungan kerja, faktor pelemahan kegiatan, faktor kecerobohan, dan faktor kondisi fisik.

Pada faktor kondisi perjalanan, menurut (Sujana et al., 2022) ketika melakukan tes *fatigue* perlu diberikan beberapa pertanyaan seperti durasi waktu menuju kantor, durasi waktu menuju tempat tinggal, dan kualitas perjalanan nyaman atau tidak.

Untuk faktor kondisi lingkungan kerja, menurut (Sulistini et al., 2023) ketika melakukan tes *fatigue* perlu diberikan pertanyaan durasi waktu kerja pada hari itu. Untuk faktor pelemahan kegiatan, pekerja harus menjawab beberapa pertanyaan, seperti berdiri tidak stabil, pikiran kacau, tidak seimbang dalam berdiri, mengantuk, dan lelah diseluruh tubuh. Untuk faktor kecerobohan, pekerja juga harus menjawab beberapa pertanyaan, seperti susah berfikir, tidak berkonsentrasi, mudah lupa, merasa cemas, dan lelah untuk bicara. Untuk faktor kondisi fisik, pekerja harus menjawab beberapa pertanyaan, seperti sakit dikepala, nyeri di punggung, panas di kelopak mata, merasa kurang sehat, dan kaku dibahu. Setelah mendapatkan hasil pengukuran *fatigue*, pekerja atau operator *tower crane* yang mengalami *fatigue* dapat melakukan tes kesehatan. Menurut (Mentri Ketenagakerjaan, 2018) pada pekerja yang mengalami keluhan atau resiko *fatigue* dianjurkan melakukan tes kesehatan agar mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja.

Gambaran dari inovasi penambahan fitur pengukuran *fatigue* yang dapat diaplikasikan pada SHE Mobile :

**a. Faktor Pelemahan Kegiatan**



**Gambar 7. Skor Penilaian**

Jika pekerja memilih SS (Sangat Sering) maka akan diberi skor 4, memilih S (Sering) maka akan diberi skor 3, memilih KK (Kadang-kadang) maka akan dibersi skor 2, dan memilih TP (Tidak Pernah) maka akan diberi skor 1.



**Gambar 8. Pertanyaan Faktor Pelemahan Kegiatan**

Pada faktor ini terdapat 5 pertanyaan, yang harus dijawab oleh pekerja. Masing-masing jawaban

yang dipilih memiliki skor penilaian, yang akan menentukan apakah pekerja mengalami *fatigue* atau tidak.

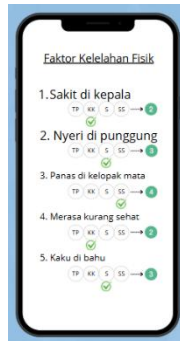
**b. Faktor Pelemahan Motivasi**



**Gambar 9. Pertanyaan Faktor Pelemahan Motivasi**

Pada faktor ini terdapat 5 pertanyaan, yang harus dijawab oleh pekerja. Masing-masing jawaban yang dipilih memiliki skor penilaian yang sama seperti faktor pelemahan kegiatan, yang akan menentukan apakah pekerja mengalami *fatigue* atau tidak.

**c. Faktor Gambaran Kelelahan Fisik**



**Gambar 10. Pertanyaan Faktor Gambaran Kelelahan Fisik**

Pada faktor ini terdapat 5 pertanyaan, yang harus dijawab oleh pekerja. Masing-masing jawaban yang dipilih memiliki skor penilaian yang sama seperti faktor pelemahan kegiatan, yang akan menentukan apakah pekerja mengalami *fatigue* atau tidak.

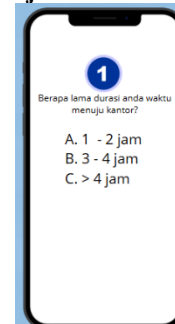
**d. Kesimpulan Penilaian dari 3 Indikator Faktor Pelemahan Kegiatan, Pelemahan Motivasi, dan Kelelahan Fisik**



**Gambar 11. Total Skor Penilaian**

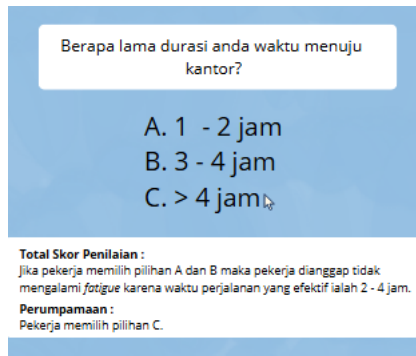
Setelah pekerja menjawab pertanyaan, yang terdiri dari 3 indikator faktor di atas. Selanjutnya seluruh skor dijumlah dan akan mendapatkan hasil, untuk mengetahui apakah pekerja mengalami *fatigue* ringan, *fatigue* sedang, atau *fatigue* tinggi.

**e. Faktor Perjalanan**



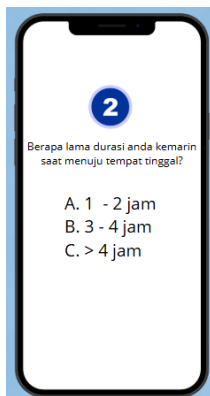
**Gambar 12. Faktor Perjalanan Pertanyaan Pertama**

Pada faktor perjalanan, terdapat tiga pertanyaan yaitu berapa lama durasi anda waktu menuju kantor, berapa lama durasi anda kemarin saat menuju tempat tinggal dan bagaimana kualitas perjalanan anda. Kemudian pekerja harus memilih jawaban yang telah disediakan, dari jawaban tersebut akan dianalisis menggunakan analisis deskriptif yang akan menunjukkan apakah pekerja mengalami *fatigue* atau tidak.



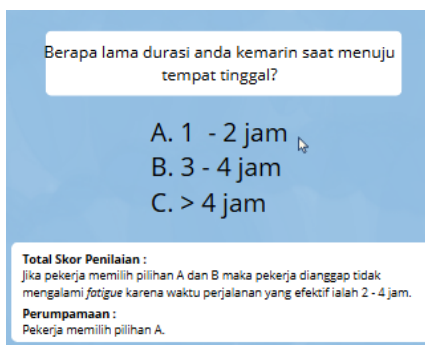
**Gambar 13. Pemaparan Jawaban Pertanyaan Pertama**

Setelah pekerja memilih jawaban di atas, maka gambar di atas merupakan perumpamaan dari jawaban pekerja.



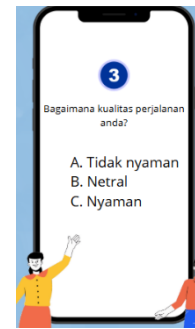
**Gambar 14. Faktor Perjalanan Pertanyaan Kedua**

Pada faktor perjalanan, pekerja harus memilih dari 3 pilihan jawaban di atas.



**Gambar 15. Pemaparan Jawaban Pertanyaan Kedua**

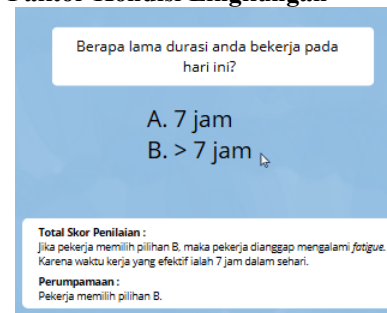
Gambar di atas merupakan, perumpamaan dari jawaban pekerja.



**Gambar 16. Faktor Perjalanan Pertanyaan Ketiga**

Pada faktor perjalanan, pekerja harus memilih dari 3 pilihan jawaban di atas.

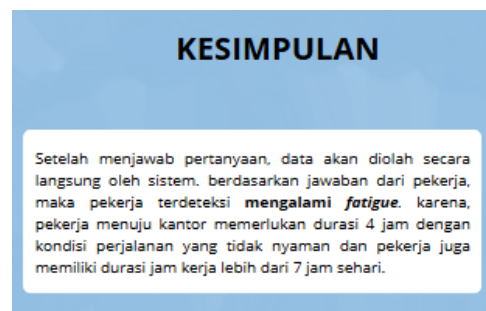
#### f. Faktor Kondisi Lingkungan



**Gambar 17. Faktor Kondisi Lingkungan**

Pada faktor ini pekerja hanya perlu memilih 2 jawaban dari gambar di atas, kemudian jawaban tersebut akan menentukan apakah pekerja mengalami *fatigue* atau tidak.

#### g. Kesimpulan dari Faktor Perjalanan dan Faktor Kondisi Lingkungan



**Gambar 18. Kesimpulan Jawaban dari Faktor Perjalanan dan Faktor Kondisi Lingkungan**

Setelah melakukan pengukuran tes *fatigue* yang kedua, pekerja dinyatakan mengalami *fatigue*.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, fitur pada SHE Mobile sudah sesuai dengan kebutuhan pekerja. Tetapi fitur pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile perlu ditambah. Jangan hanya berdasarkan waktu tidur saja, karena faktor pekerja mengalami *fatigue* tidak hanya berdasarkan waktu tidur. Tetapi, dapat berdasarkan dari beberapa faktor yaitu faktor kondisi perjalanan, faktor kondisi lingkungan kerja, faktor pelemahan kegiatan, faktor kecorobohan, dan faktor kondisi fisik. Tetapi jika ingin mendapatkan hasil yang lebih akurat, maka pekerja yang mengalami keluhan atau resiko *fatigue* dianjurkan melakukan tes kesehatan agar mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja. Penggunaan pengukuran *fatigue* manual dan SHE Mobile tidak terdapat perbedaan yang signifikan dikarenakan saat pengujian hipotesis nilai signifikansi  $< 0,05$ . Tetapi jika dilihat pada tabel 2 dan tabel 3 pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile lebih efektif dan operator *tower crane* juga membutuhkan pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile agar dapat meminimalisir terjadinya kesalahan dalam penginputan data. Faktor-faktor kondisi perjalanan, kondisi lingkungan, pelemahan kegiatan, kecerobohan, dan kondisi fisik juga dapat digunakan untuk inovasi penambahan pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile.

Penelitian ini terkendala dalam jumlah sample, karena pengukuran *fatigue* menggunakan SHE Mobile memerlukan NRP pekerja untuk akses ke SHE Mobile. Sehingga untuk kedepannya dapat diberikan sampling lebih banyak, agar hasil yang didapat lebih maksimal.

#### REFERENSI

- Almumtazah, N., Azizah, N., Putri, Y. L., & Novitasari, D. C. R. (2021). Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru Menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana. *JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN*, 18(1), 31–40.  
<https://doi.org/10.22487/2540766x.2021.v18.i1.15465>
- Fitriawan Imbara, S., Laelatul Badriah, D., Nastiti Iswarawanti, D., & Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Kuningan, M. (2023). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Operator Dump Truck Mining Dept Saat Shift Malam Di PT. X Cirebon 2023. *Journal of Health Research Science*, 3(2), 154–166.  
<https://doi.org/10.34305/jhrs.v3i0>
- Hastuti, H. (n.d.). Pengembangan Inovatif Sistem Pengukuran Kelelahan Berbasis Website untuk Pekerja Industri Konstruksi. In *Jurnal Sololipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat* (Vol. 24, Issue 2).
- Mentri Ketenagakerjaan. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tentang*.
- Miftahul Janna, N., & Pembimbing, D. (2021). *Konsep Uji Validitas Dan Reliabilitas Dengan Menggunakan Spss*.  
<https://doi.org/10.31219/osf.io/v9j52>
- Nastiti, V., Cahyadi, N. H., Jasmine, M. A., Santiasih, I., Keselamatan, T., Kerja, K., Perkapalan, P., Surabaya, N., Otomasi, T., & Resiko, D. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelelahan Dan Tracking Pekerja Kontruksi Melalui Safety Vest Berbasis Iot. *NJCA (Nusantara Journal of Computers and Its Applications)*, 8(39).  
<https://doi.org/10.26564/njca.v8i2.321>
- Pranatawijaya, V. H., Widiatry, W., Priskila, R., & Putra, P. B. A. A. (2019). Penerapan Skala Likert dan Skala Dikotomi Pada Kuesioner Online. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 5(2), 128–137.  
<https://doi.org/10.34128/jsi.v5i2.185>
- Prawiyogi, A. G., Sadiyah, T. L., Purwanugraha, A., & Elisa, P. N. (2021). Penggunaan Media Big Book untuk Menumbuhkan Minat Membaca di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 446–452.  
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.787>
- Sinura, T. A. R. (2022). Efisiensi Tata Letak Dan Penggunaan Alat Berat Tower Crane Pada Proyek Gedung Bertingkat. *POLIMEDIA*, 25(3), 15–33.
- Sujana, D., Juhara, S., Rahayu, M., & Fany Kurnia Pratama, M. (2022). Deep Learning Untuk Mendeteksi Kelelahan Pekerja. *Seminar Nasional Rekayasa*, 2(1), 11–17.
- Sulistini, R., Mediarti, D., Erman, I., & Handayani, R. S. (2023). Fatigue Detection (DTIK) : Monitoring a Fatigue. *Jurnal Keperawatan Silampari*, 6(2), 1107–1113.  
<https://doi.org/10.31539/jks.v6i2.4564>
- Sulung, U. +, & Muspawi, M. (2024). Memahami Sumber Data Penelitian Primer, Sekunder, Dan Tersier. *Edu Research Indonesia Institute For Corporate and Studies*, 5(3), 110–116.
- Syaputra, B., Winda Lestari, P., Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, P., & Binawan Korespondensi, U. (2019). Pengaruh Waktu Kerja Terhadap Kelelahan Pada Pekerja Konstruksi Proyek X Di Jakarta Timur Influence Of Working Time To Fatigue On Construction Workers At Project X East Jakarta. *Keselamatan Dan Kesehatan Kerja*, 2(2), 103–107.

Teguh Eko F. Soekiswara. (2024). Faktor  
Kecelakaan Dan Keselamatan Kerja Pada  
Penggunaan Crane Di Proyek Konstruksi.  
*Menara*, 12(1), 42–50.

*UU REPUBLIK INDONESIA NOMOR 13 TAHUN*  
*2003*. (n.d.).