



**PAPER – OPEN ACCESS**

## Penerapan Pulse Sensor pada APD Goggles untuk Pencegahan Kecelakaan Kerja

Author : Ahmad Arro'uf Sulfuadi dan Amarria Dila Sari  
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2296  
Electronic ISSN : 2654-704X  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 7 Issue 1 – 2024 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



# Penerapan Pulse Sensor pada APD Goggles untuk Pencegahan Kecelakaan Kerja

Ahmad Arro'uf Sulfuadi\*, Amarria Dila Sari

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

23522279@students.uui.ac.id, amarria@uui.ac.id

## Abstrak

Kecelakaan kerja merupakan masalah serius yang dapat mengancam keselamatan dan kesehatan pekerja di berbagai sektor industri. Data dari BPJS Kesehatan menunjukkan lonjakan kasus kecelakaan kerja dengan 234.270 kasus pada tahun 2021, data tersebut meningkat sebesar 5,65% dari tahun sebelumnya. Di Tengah lonjakan tren tersebut, kelelahan pekerja menjadi penyebab utama yang menimbulkan risiko yang signifikan. Untuk mengatasi masalah ini, perlu dihadirkan sebuah inovasi penting dengan mengintegrasikan teknologi *pulse sensor* ke dalam Alat Pelindung Diri (APD) *Goggles* untuk melakukan *monitoring* tingkat kelelahan pekerja secara *real-time*, tingkat kelelahan pekerja akan diinterpretasikan dalam bentuk peringatan kepada pekerja melalui teknologi *smart glasses* pada APD *Goggles*. Integrasi alat tersebut didesain secara bertahap melalui *Bill of Material*, *Operation Process Chart*, dan Desain Produk. Dengan melakukan pendekatan *Human-Centered Design* (HCD) dalam pengembangan produk tersebut, metode memiliki urgensi yang cukup penting untuk memastikan efektivitas dan kenyamanan pengguna. Implikasi penelitian ini tidak hanya terbatas pada industri, tetapi juga mencakup pada penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) secara nasional. Dengan memperkenalkan solusi inovatif tersebut, angka kecelakaan kerja dapat diturunkan, efisiensi dalam pengaturan beban kerja dapat ditingkatkan, dan keselamatan kerja di lingkungan industri dapat diperbaiki secara signifikan.

Kata Kunci: *Goggles*; *Human-Centered Design*; Kecelakaan Kerja; *Pulse Sensor*; *Smart Glasses*

## Abstract

Work accidents are a serious problem that can threaten the safety and health of workers in various industrial sectors. Data from BPJS Kesehatan shows a spike in work accident cases with 234,270 cases in 2021, this data increased by 5.65% from the previous year. Amid this surging trend, worker fatigue is the main cause that poses a significant risk. To overcome this problem, it is necessary to present an important innovation by integrating pulse sensor technology into Goggles Personal Protective Equipment (PPE) to monitor workers' fatigue levels in real-time, workers' fatigue levels will be interpreted in the form of warnings to workers via smart glasses technology on Goggles PPE. The integration of these tools is designed in stages through the Bill of Materials, Operation Process Chart, and Product Design. By taking a Human-Centered Design (HCD) approach in product development, the method has sufficient urgency to ensure effectiveness and user comfort. The implications of this research are not only limited to industry but also include the implementation of Occupational Safety and Health (K3) nationally. By introducing these innovative solutions, work accident rates can be reduced, efficiency in managing workloads can be increased, and work safety in industrial environments can be significantly improved.

Keywords: *Goggles*; *Human-Centered Design*; Work Injury; *Pulse Sensor*; *Smart Glasses*

## 1. Pendahuluan

Kecelakaan kerja merupakan kasus yang tidak pernah lepas dari dunia perindustrian yang ada di Indonesia. Tren dari kasus kecelakaan kerja masih tetap eksis hingga saat ini. Beberapa penyebab dari kasus kecelakaan kerja masih bervariasi dimulai dari faktor alat, *instrument*, hingga *human error*. Jenis industri yang identik dengan kasus ini mencakup beberapa sektor yang memiliki risiko tinggi seperti pabrik, pelayaran, dan konstruksi. Berdasarkan data dari BPJS Kesehatan pada tahun 2021, angka kecelakaan kerja di Indonesia terus meningkat. Pada tahun tersebut, BPJS Kesehatan mencatat 234.270 kasus kecelakaan kerja terjadi di Indonesia. Jumlah tersebut menunjukkan kenaikan sebesar 5,65% dari jumlah kasus tahun sebelumnya yang tercatat 221.740 [1].

Dari 234.270 kasus kecelakaan kerja yang terjadi pada tahun 2021, terdapat 10.224 kasus diantaranya berujung pada kematian atau setara dengan 0,17% dari seluruh total kasus kecelakaan kerja. Terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Beberapa faktor tersebut terdiri dari faktor ergonomi, biologi, fisika, dan kimia dengan tingkat keparahan fatal sebanyak 9,45%. Salah satu penyebab kecelakaan kerja yang tergolong pada faktor ergonomi adalah kasus kelelahan yang dialami oleh para pekerja.

Kelelahan kerja dapat diakibatkan oleh berbagai faktor. Definisi kelelahan kerja menyatakan bahwa faktor penyebab kelelahan kerja sangat bervariasi. Faktor-faktor tersebut dapat berupa kerja fisik, aktivitas kerja mental, kerja statis, kerja monotonid, lingkungan kerja, psikologis, waktu istirahat, dan kebutuhan kalori [2]. Manuarba (2000) mengungkapkan bahwa kelelahan kerja terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara kapasitas kerja dengan tuntutan tugas yang dihadapi oleh para pekerja. Pernyataan tersebut disampaikan pada teori keseimbangan ergonomi [3].

Salah satu indikator dari faktor kelelahan kerja adalah dengan melakukan pengukuran pada denyut jantung pekerja. Pengukuran yang dimaksud adalah melakukan pengukuran persentase CVL (*Cardiovascular Load*). Dengan melakukan

pengukuran persentase dari *cardiovascular load*, pekerja dapat mengetahui skala kelelahan yang sedang dialami melalui interpretasi hasil pengukuran. Selain itu, persentase *cardiovascular load* juga dapat dipergunakan sebagai dasar pertimbangan keputusan untuk pembagian beban kerja kepada para pekerja [4].

Mengetahui fungsi dari perhitungan persentase *cardiovascular load* untuk mengetahui indikasi kelelahan pekerja, teknologi *pulse sensor* dapat digunakan untuk melakukan *monitoring* denyut nadi sebagai indikator kelelahan kerja. Teknologi *pulse sensor* dapat diintegrasikan dengan alat pelindung diri yang dipakai oleh para pekerja yaitu *goggles* untuk menghubungkan kontak langsung sensor nadi dengan bagian nadi pelipis. Hal ini dimaksudkan untuk melakukan *monitoring* tingkat kelelahan pekerja secara *real-time* dan menjadi media peringatan atau rekomendasi bagi para pekerja untuk menghindari kelelahan kerja yang dapat berakibat pada terjadinya kecelakaan kerja.

Ditengah kenaikan tren angka kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh faktor kelelahan kerja, dibutuhkan sebuah inovasi yang berperan sebagai jawaban untuk mengatasi permasalahan tersebut. Melalui pengukuran persentase *cardiovascular load* sebagai dasar indikator kelelahan kerja, teknologi *pulse sensor* diintegrasikan dengan APD *Goggles* untuk menghadirkan kontak langsung antara *pulse sensor* dengan nadi pelipis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jawaban dan desain dari produk inovasi tersebut yang didasarkan pada prinsip *Human-Centered Design* (HCD) untuk mendukung aspek ergonomi dan efektivitas produk bagi para pekerja.

## 2. Kajian Literatur

*Cardiovascular load* adalah salah satu cara untuk menilai *cardiovascular strain*. Ada beberapa manfaat menggunakan *cardiovascular load* untuk menilai tingkat keparahan beban kerja. Tidak hanya mudah, cepat dan murah, namun juga hasilnya sangat bisa diandalkan. Perhitungan *cardiovascular load* (CVL) adalah salah satu solusi perhitungan beban kerja fisik yang membandingkan denyut nadi puncak dengan denyut nadi kerja [5]. Pengukuran denyut nadi tersebut dilakukan dengan menggunakan teknologi *pulse sensor*. *Pulse sensor* adalah perangkat medis yang memantau keadaan detak jantung manusia. Rangkaian dasar dari *pulse sensor* terdiri dari *fototransistor* dan LED. Prinsip dari sensor ini didasarkan pada prinsip pantulan cahaya 17 LED. Dalam konteks ini, kulit digunakan sebagai permukaan reflektif untuk lampu LED. Kepadatan darah yang ada di dalam kulit akan mempengaruhi pantulan cahaya LED. Proses ini bermula ketika aksi pemompaan akan jantung meningkatkan kepadatan darah. Saat jantung memompa darah, darah mengalir dari aorta ke arteri kecil. Ketika volume darah pada arteri meningkat, intensitas cahaya yang mengenai *fototransistor* menjadi lebih rendah karena terhalang oleh volume darah dan sebaliknya [6]. Hasil dari pengukuran *pulse sensor* akan diolah menjadi peringatan bagi para pekerja melalui teknologi kacamata pintar yang diaplikasikan pada *goggles*. Kacamata pintar adalah perangkat yang diintegrasikan dengan layar komputer mini ke dalam kacamata. Berbeda dengan kacamata tradisional, kacamata ini menawarkan kemampuan *augmented reality* (AR) atau *mixed reality* (MR) yang mengubah persepsi pengguna terhadap dunia di sekitarnya. Dengan memadukan informasi digital dengan dunia nyata, kacamata pintar memberi pengguna wawasan berharga, pengalaman mendalam, dan interaksi *hands-free* dengan konten digital.

## 3. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, penulis akan menggunakan sumber data sekunder sebagai dasar permasalahan dari penelitian. Dasar permasalahan yang didapatkan akan menjadi landasan dari perancangan desain produk. Perancangan desain produk akan menggunakan metode *Human-Centered Design* (HCD). HCD merupakan suatu pendekatan untuk menciptakan dan mengembangkan sistem agar lebih mudah digunakan dengan mempertimbangkan prinsip kegunaan, ergonomi, dan unsur pengetahuan manusia. Metode HCD berfokus pada manusia dalam menciptakan desain berdasarkan sifat, psikologi, dan persepsi manusia. Oleh karena itu, metode ini memegang peranan yang sangat penting bagi pengguna. Hasil desain yang dihasilkan akan lebih relevan dan dapat digunakan oleh pengguna produk [7].

Pada penelitian ini, penulis akan menjelaskan mengenai perincian desain produk melalui perancangan *bill of material* dan *operation process chart*. Perancangan kedua model tersebut diperuntukkan merincikan kebutuhan komponen produk yang akan menunjang pemakaian produk. Implementasi HCD diterapkan pada pelaksanaan desain produk, dimana produk yang dirancang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan mengutamakan prinsip ergonomi untuk memastikan keamanan dan kenyamanan pakai produk oleh pengguna.

## 4. Hasil dan Pembahasan

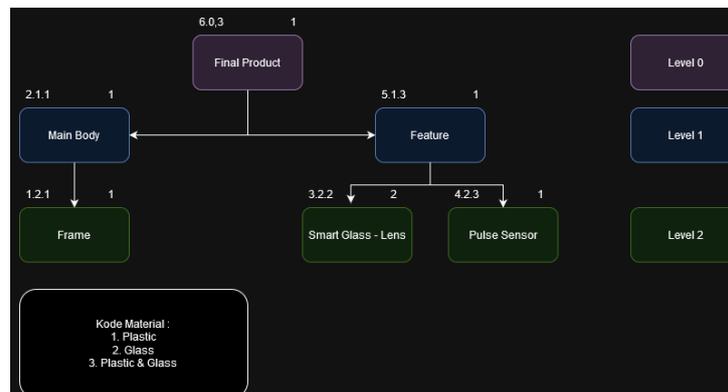
Salah satu langkah dari pengembangan desain produk integrasi teknologi *pulse sensor* dengan alat pelindung diri *Goggles* sebagai media implementasi adalah melakukan perancangan secara bertahap yang dimulai dari *bill of material*, *operation process chart*, hingga desain produk. Perancangan secara bertahap tersebut dilakukan guna menyesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan memastikan setiap *part* dan material yang digunakan sesuai dengan aspek keamanan dan kenyamanan pengguna. *Bill of material* dirancang guna menyusun pemetaan bagian dan fungsi produk sesuai struktur dengan identifikasi material yang digunakan. Sedangkan *operation process chart* didesain untuk memetakan skema produksi dari urutan produk yang telah didesain.

Desain *bill of material* dan *operation process chart* didesain menggunakan *software draw.io*. Berikut merupakan tabel dan diagram dari *Bill of Material* dari desain produk *Goggles-Pulse Detector Integrated*.

Tabel 1. *Bill of Material* Desain Produk

Part	Material	Kuantitas
Frame	Plastic	1
Main Body	Plastic	1
Smart Glass-Lens	Glass	2
Pulse Sensor	Mix	1
Feature	Mix	1
Final Product	Mix	1

Berdasarkan Tabel 1 dijelaskan mengenai tabel *Bill of Material* dari desain produk *Goggles-Pulse Detector Integrated* yang terdiri dari 6 part dengan kombinasi 2 jenis material. Tabel ini menjelaskan komponen produk apa saja yang akan dihadirkan untuk menunjang fungsional produk dan jenis material yang akan digunakan oleh komponen-komponen tersebut. Tabel tersebut selanjutnya akan dibuat dalam bentuk diagram untuk menampilkan secara jelas bagaimana susunan dan struktur komponen produk dapat terbentuk dan bekerja sesuai dengan kebutuhan produk tersebut dirancang.

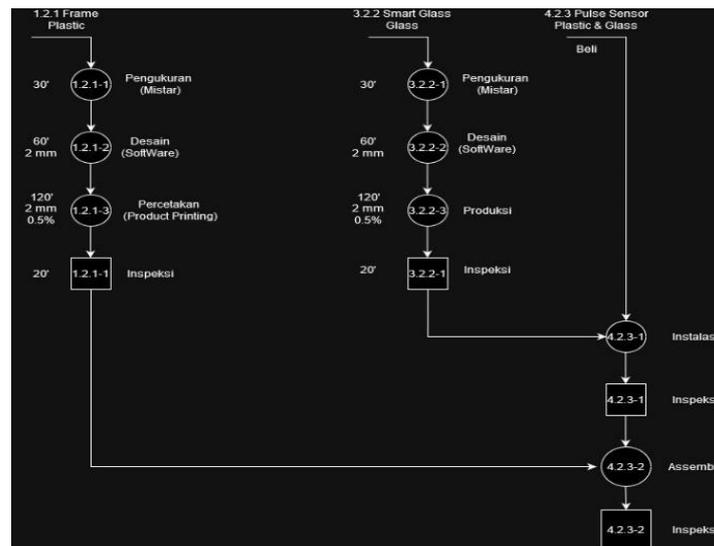


Gambar 1. Diagram *Bill of Material*

Berdasarkan Gambar 1 dijelaskan diagram *Bill of Material* (BOM) dari desain produk *Goggles-Pulse Detector Integrated* yang terdiri dari 2 part utama yaitu *main body* yang terdiri dari *sub-part frame*, dan *feature* yang terdiri dari *sub-part smart glass-lens* dan *pulse sensor*. Selain itu, terdapat pula kode material yang diidentifikasi pada tiap part dan sub-part pada diagram. Berikut penjelasan terkait diagram *bill of material* di atas:

- *Frame* : Rangka dari APD *Goggles* yang akan diintegrasikan dengan teknologi *pulse sensor*. *Frame* tersusun sebagai *sub-part* dari part *main body* desain produk, terbuat dari material *plastic* dan terdiri atas 1 unit *sub-part* di setiap produknya.
- *Main Body* : Merupakan part dari produk final yang terdiri atas satu unit *sub-part frame*.
- *Smart Glass-Lens* : Lensa dari APD *Goggles* yang didesain dengan skema tertentu untuk menahan cahaya dalam lensa yang akan berperan sebagai *smart glass*. Terbuat dari material kaca dengan sintesa tertentu sebanyak 2 unit pada tiap produknya.
- *Pulse sensor* : Sensor denyut nadi untuk mengidentifikasi kelelahan pekerja melalui denyut nadi pelipis. Informasi atau peringatan akan ditampilkan melalui *smart glass*. Terbuat dari material gabungan sebanyak satu unit di setiap produknya.
- *Feature* : Part dari final produk yang terdiri dari *sub-part smart glass* dan *pulse sensor*.
- *Final Product* : Produk akhir yang mencakup seluruh part dan sub-part yang telah didesain.

Selain penyusunan *bill of material*, selanjutnya perlu didesain *operation process chart* untuk menyusun alur dan skema produksi alat yang telah didesain dan memastikan kesesuaian antara desain dengan kebutuhan produksi. Adapun *operation process chart* dari produk *Goggles-Pulse Detector Integrated* sebagai berikut:



Gambar 2. Operation Process Chart

Berdasarkan Gambar 2 dijelaskan mengenai alur atau skema dari *operation process chart* dari produk final. *Operation process chart* memberikan skema produksi pada tiap *sub-part* hingga proses *assembly* dan inspeksi untuk menjadi satu kesatuan unit produk yang utuh dan terintegrasi. Pada skema pertama dijelaskan mengenai proses produksi *sub-part frame* dengan bahan material *plastic*. *Frame* didesain melalui tahap pengukuran untuk memastikan aspek ergonomi dan sesuai dengan *anthropometri* manusia pada prinsip *Human-Centered Design*. Setelah dilaksanakan pengukuran, desain dibuat berdasarkan angka yang telah diukur dengan toleransi pengukuran sebanyak 2 mm. Setelah dilakukan desain yang cukup kompleks dan matang, desain *frame* pun dicetak melalui mesin yang tersedia sesuai dengan kebutuhan material. Toleransi percetakan adalah 2 mm dengan bahan sisa sebanyak 0,5%. Produk *frame* yang telah terbentuk kemudian di inspeksi dan dilakukan *assembly* dengan *part feature*.

Selain *frame*, *operation process chart* dari *smart glass-lens* juga perlu diperhatikan. *Smart glass* didesain dengan proses yang sama, yaitu dengan melakukan pengukuran terlebih dahulu untuk memastikan aspek penunjang ergonomi pada desain yang diharapkan. *Smart glass* kemudian melalui tahap desain dimana desain lensa yang digunakan dibuat sekompleks mungkin untuk implementasi teknologi *Micro-LED* pada lensa. Lensa tersebut akan difungsikan sebagai *alert* bagi para pengguna. Selanjutnya lensa melalui tahapan produksi untuk mencetak produk lensa dengan teknologi yang mumpuni berdasarkan kebutuhan material. Material yang digunakan haruslah bersifat kuat dan ramah APD. Bahan tersebut dapat berupa kaca tebal, *polycarbonate*, ataupun sintesa dari pada keduanya. Toleransi ukuran pada produk lensa adalah 2 mm dengan bahan sisa 0,5%.

Selanjutnya adalah teknologi *pulse sensor*. Teknologi *pulse sensor* diintegrasikan dengan *smart glass* melalui mikrokontroler yang berkualitas dan telah diterapkan logika pemrograman pada prosesnya. *Pulse sensor* akan mendeteksi tingkat kelelahan pengguna secara *real time* melalui denyut nadi dan akan diolah menjadi sebuah informasi atau peringatan melalui *smart glass-lens*. Integrasi antara *pulse sensor* dengan *smart glass* akan diinspeksi dan melalui *assembly* dengan *frame* sebagai rangka unit produk. Ketika produk akhir telah terbentuk, produk akhir akan melalui inspeksi kembali untuk memastikan kualitas produk sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 3. Desain Produk

Gambar 3 merupakan bentuk dan desain final dari *Goggles-Pulse Detector Integrated*. Dilengkapi dengan *on-off button* membuat kemudahan proses *start-up* and *shut-down* unit produk dan desain yang minimalis untuk mendukung kenyamanan produk. Selain itu, terdapat pula *ear plug* sebagai fitur pelengkap guna memudahkan penerapan APD telinga. *Pulse sensor* juga didesain untuk hemat ruang dan tidak membebani pengguna dengan bentuk atau massa yang besar. Dengan desain demikian, diharapkan penggunaan produk tersebut dapat memberikan kenyamanan bagi pengguna dan mendukung aspek keselamatan kerja di lingkungan kerja.

Spesifikasi produk *MoodHarbor Smart Aromatherapy Diffuser* meliputi penggunaan bahan berkualitas tinggi seperti keramik atau kaca untuk memastikan keandalan dan kekuatan produk. Ditenagai oleh teknologi deteksi detak jantung yang akurat dan efisien, *diffuser* ini dapat memberikan respons yang tepat terhadap keadaan emosional pengguna. Selain itu, integrasi dengan lampu atau speaker pintar memungkinkan *MoodHarbor* untuk menciptakan suasana yang lebih lengkap dan menenangkan. Kemampuan adaptasi *MoodHarbor* untuk menyesuaikan aroma dan intensitasnya sesuai preferensi pengguna membuatnya sangat fleksibel dalam berbagai lingkungan, mulai dari tempat kerja hingga rumah sakit. Desain yang dapat disesuaikan dengan standar keamanan dan peraturan juga menjadi prioritas, sementara penghapusan fitur yang tidak diperlukan memastikan desain yang sederhana dan efisien. Pendekatan inovatif terhadap desain dan fungsi produk, bersama dengan eksplorasi konsep baru untuk memunculkan inovasi yang mengejutkan, membuat *MoodHarbor* menjadi pilihan yang menarik untuk meningkatkan kesejahteraan emosional pengguna.

## 5. Implikasi

Melalui implementasi teknologi *pulse sensor* pada APD *Goggles*, penerapan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) akan mengalami pembaharuan pada praktiknya. Dengan memberikan perhatian lebih kepada deteksi denyut nadi sebagai indikator kelelahan para pekerja, angka kecelakaan kerja akan dapat diturunkan dengan mencegah potensi kecelakaan kerja pada kondisi tertentu. Dengan demikian, kesejahteraan pekerja akan lebih diutamakan serta mengurangi tingkat kerugian anggaran perusahaan yang selama ini digunakan untuk biaya pengobatan cedera kerja dan penanggulangan kecelakaan kerja.

Selain itu, integrasi teknologi *internet of things* akan sangat dimungkinkan pada implementasi inovasi tersebut. Potensial *internet of things* akan membawa dampak yang sangat signifikan pada regulasi dan penerapan praktikal K3 di lingkungan kerja. Sehingga, tidak hanya pada bentuk peringatan, namun pihak industri memiliki data riwayat kerja dan *monitoring* beban kerja dari para pekerja secara *real time*.

## 6. Kesimpulan

Kecelakaan kerja menjadi masalah populer pada dunia perindustrian saat ini. Salah satu penyebab kecelakaan kerja yang cukup serius yaitu disebabkan oleh kelelahan pekerja. Integrasi teknologi *pulse sensor* dengan APD *Goggles* menawarkan solusi efektif untuk pemantauan kelelahan kerja secara *real-time* dan pencegahan potensi kecelakaan bagi para pekerja. Melalui pendekatan *Human-Centered Design* (HCD) dalam pengembangan produk, perlu dipastikan bahwa produk tidak hanya efisien secara teknis,

namun juga mudah digunakan dan responsif terhadap kebutuhan pengguna. Oleh karena itu, penerapan teknologi tersebut memiliki potensi besar untuk mengurangi jumlah kecelakaan kerja, meningkatkan manajemen beban kerja, dan meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan industri.

Untuk mewujudkan pengembangan inovasi yang lebih baik pada penelitian berikutnya, pembahasan mengenai sistem analisis denyut nadi secara *real time* dan melibatkan integrasi teknologi *internet of things* menjadi topik yang sangat relevan. Implementasi *internet of things* pada analisis data secara *real time* akan menciptakan regulasi baru bagi kepatuhan karyawan pada bidang penguatan K3 dan perlindungan ketenagakerjaan. Topik ini akan membuat inovasi menjadi lebih realistis pada penelitian selanjutnya.

### Ucapan Terima Kasih

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan dukungan, ilmu, dan fasilitas kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini. Semoga, tulisan ini dapat menjadi kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknik industri, serta bermanfaat bagi keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan industri.

### Referensi

- [1] Yuli Adiratna, *Profil Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia*, 1st ed. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, 2022.
- [2] Grandjean, *Fitting the Task to the Man*, 4th ed. London: Taylor & Francis Inc., 1993.
- [3] Takarwa, *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: Uniba Press, 2004.
- [4] Asmeati, "Analisis Beban Kerja Fisik Terhadap Kelelahan Kerja Dengan Menggunakan Metode Cardiovascular Load Di PT. XYZ," *Jurnal Teknik AMATA*, vol. 03, no. 2, pp. 26–35, 2022.
- [5] Diniaty, "Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Karyawan Pada Lantai Produksi Di PT. Pesona Laut Kuning," *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 13, no. 2, pp. 103–210, 2016.
- [6] M. A. Saputro, "Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara Wireless," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 148–156, 2017.
- [7] R. I. Rokhmaw, "Brawijaya, Penerapan Pendekatan Human Centered Design Dan Crm Dalam Perancangan Antarmuka Sistem E-Complaint," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 4, pp. 437–444, 2019.