

Analisis Penerapan Prinsip Ergonomi Pada Pekerja Kuli Renovasi Bangunan Praktek Klinik

Nazwa Rizkya Salma Pulungan¹, Putri Zulaikha Aulia², Farhan Akbar Lubis³, Muhammad Rizqhy Ananda Telaumbanua⁴, Rahmi Wardani⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Islam Sumatra Utara

Published: January , 2026

ABSTRAK

Sektor konstruksi melibatkan aktivitas fisik berat yang berisiko tinggi terhadap kesehatan dan keselamatan pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor risiko ergonomi dan mengukur respons fisiologis pada kuli bangunan di sebuah proyek renovasi klinik. Metode observasi digunakan untuk menilai kondisi lingkungan, sementara beban kerja fisik diukur menggunakan metode sepuluh denyut nadi untuk menghitung persentase *cardiovascular load* (%CVL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua pekerja memiliki beban kerja kategori sedang, dengan nilai %CVL sebesar 47,12% pada pekerja senior (53 tahun) dan 40,14% pada pekerja muda (30 tahun). Kondisi lingkungan kerja ditemukan tidak ideal dengan suhu 27,6°C, kelembapan 72%, serta kebisingan mencapai 95 dBA. Selain itu, ditemukan postur kerja tidak ergonomis dan pengabaian total terhadap penggunaan alat pelindung diri (APD). Penelitian ini menyimpulkan bahwa faktor usia dan lingkungan kerja yang buruk meningkatkan tekanan fisiologis. Rekomendasi mencakup perbaikan ventilasi, penggunaan APD secara konsisten, serta penerapan rotasi kerja guna meningkatkan produktivitas dan kesehatan pekerja.

Kata Kunci: Beban Kerja, Ergonomi, Kardiovaskular, Kuli Bangunan, Keselamatan Kerja.

ABSTRACT

The construction sector involves heavy physical activities that pose high risks to worker health and safety. This study aims to identify ergonomic risk factors and measure physiological responses of construction laborers at a clinic renovation project. Observational methods were used to assess environmental conditions, while physical workload was measured using the ten-pulse method to calculate the percentage of cardiovascular load (%CVL). The results showed that both workers fell into the moderate workload category, with %CVL values of 47.12% for the senior worker (53 years old) and 40.14% for the younger worker (30 years old). The work environment was found to be suboptimal, with a temperature of 27.6°C, 72% humidity, and noise levels reaching 95 dBA. Furthermore, non-ergonomic work postures and a total disregard for personal protective equipment (PPE) were observed. The study concludes that age and poor environmental conditions significantly increase physiological stress. Recommendations include improving ventilation, consistent PPE usage, and implementing work rotation to enhance productivity and worker health.

Keywords: *Workload, Ergonomics, Cardiovascular, Construction Laborers, Occupational Safety.*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Pekerja kuli bangunan memegang peranan vital dalam sektor infrastruktur melalui pelaksanaan berbagai tugas fisik yang sangat berat. Para pekerja ini secara rutin mengangkat material berat, memindahkan pasokan logistik, serta merakit komponen struktur bangunan dalam durasi kerja yang panjang. Aktivitas intensif tersebut sering kali melampaui batas kemampuan fisiologis manusia

secara umum. Pengerahan tenaga secara terus-menerus memicu kelelahan signifikan serta gangguan muskuloskeletal kronis. Gangguan kesehatan tersebut terutama menyerang punggung bawah, leher, serta ekstremitas atas. Tekanan fisik yang tinggi secara langsung meningkatkan denyut jantung pekerja. Praktik kerja yang tidak ergonomis, seperti posisi membungkuk atau jongkok berulang, memperparah beban fisiologis tubuh. Kondisi kerja yang tidak optimal menurunkan efisiensi operasional secara signifikan. Durasi penyelesaian proyek menjadi lebih panjang seiring dengan menurunnya stamina pekerja di lapangan. Kontraktor kerap mengabaikan aspek kesehatan dan keselamatan kerja demi mengejar target pembangunan. Observasi ini bertujuan mengidentifikasi faktor risiko ergonomi serta mengukur respons fisiologis pekerja. Pengamatan sistematis memberikan dasar ilmiah untuk meningkatkan standar keselamatan kerja. Perbaikan ergonomi pada akhirnya mendorong produktivitas kerja yang berkelanjutan.

Tarwaka (2014) mendefinisikan beban kerja sebagai keseluruhan aktivitas yang harus diselesaikan oleh individu dalam jangka waktu tertentu pada kondisi normal. Konsep ini mencerminkan keseimbangan antara kemampuan pekerja dan tanggung jawab yang diterima sebagaimana dijelaskan oleh Ahmad dan Amanatun (2020). Setiap individu memiliki ambang batas yang berbeda terhadap tingkat beban kerja yang optimum maupun ekstrem. Soleman (2011) mengelompokkan faktor beban kerja ke dalam faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal mencakup tata letak area kerja, kondisi lingkungan fisik, desain peralatan, serta sikap kerja. Faktor internal meliputi usia, jenis kelamin, bentuk tubuh, status gizi, kondisi kesehatan, motivasi, serta kepuasan kerja. Beban kerja fisik secara khusus merepresentasikan pengeluaran energi tubuh manusia selama bekerja. Peneliti menilai pengeluaran energi tersebut melalui pengukuran konsumsi oksigen sebagaimana dikemukakan oleh Hariyati (2022). Tuntutan fisik memberikan dampak langsung terhadap fungsi organ vital. Nasution dan Budiady (2021) mencatat perubahan pada ventilasi paru-paru, suhu tubuh, kadar asam laktat dalam darah, serta komposisi kimia darah dan urin. Denyut jantung berfungsi sebagai indikator utama dalam menilai stres fisik. Peningkatan intensitas kerja mempercepat kontraksi otot. Aktivitas otot yang meningkat memerlukan laju denyut nadi yang lebih tinggi sebagaimana dinyatakan oleh Susandi dan Wikananda (2018).

Metode sepuluh denyut nadi digunakan secara luas untuk menilai beban kerja kardiovaskular. Peneliti mendeteksi arteri radialis pada pergelangan tangan kiri guna menghitung denyut nadi sebagaimana dijelaskan oleh Hima dan Umami (2022). Prosedur ini memanfaatkan stopwatch untuk mencatat waktu yang diperlukan dalam menghitung sepuluh denyut nadi. Pambudi dan Adi (2020)

Tabel 1. Kategori beban kerja

%CVL	Klasifikasi %CVL
<30%	Tidak terjadi kelelahan
30%-60%	Diperlukan perbaikan
60%-80%	Kerja dalam waktu singkat
80%-100%	Diperlukan tindakan segera
>100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

merumuskan perhitungan denyut nadi sebagai berikut:

$$\text{Denyut Nadi (denyut/menit)} = \frac{10 \times 60}{\text{Waktu Perhitungan (detik)}}$$

Pengukuran denyut nadi sebelum dan sesudah bekerja menghasilkan data penting dalam evaluasi beban kerja. Penentuan denyut nadi maksimum bergantung pada jenis kelamin pekerja. Prasetyo (2019) menetapkan rumus denyut nadi maksimum untuk pekerja laki-laki sebagai:

$$\text{Denyut Nadi Maksimum} = 220 - \text{umur}$$

Rumus denyut nadi maksimum untuk pekerja perempuan dinyatakan sebagai:

$$\text{Denyut Nadi Maksimum} = 200 - \text{umur}$$

Nilai-nilai tersebut memungkinkan penilaian beban kardiovaskular secara lebih akurat melalui perhitungan persentase cardiovascular load. Andriyanto dan Bariyah (2023) menjelaskan bahwa metode ini membandingkan denyut nadi kerja terhadap kapasitas maksimal jantung.

Perhitungan persentase cardiovascular load menggunakan persamaan matematis berikut:

$$\%CVL = \frac{\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \times 100\%$$

Nilai persentase yang dihasilkan menunjukkan tingkat beban fisik yang dialami pekerja. Kategori tertentu digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kelelahan berdasarkan rentang persentase tersebut.

Klasifikasi tersebut berfungsi sebagai acuan dalam menentukan intervensi ergonomi yang diperlukan di lingkungan kerja. Pemahaman terhadap indikator kardiovaskular membantu manajemen mencegah terjadinya kelelahan berlebihan. Studi ini mengevaluasi pengaruh kondisi ergonomi terhadap produktivitas pekerja kuli bangunan. Temuan penelitian diharapkan mendukung pengembangan lingkungan kerja konstruksi yang lebih sehat, aman, dan berkelanjutan.

METODE

Pelaksanaan observasi ergonomi berlangsung pada hari Senin, tanggal 10 November 2025, tepat pukul 12.00 WIB. Lokasi penelitian berada di praktek klinik Dr. Rian Akbar Kurniadi yang beralamat di Jalan Pembangunan Nomor 233, Tuntungan II. Peneliti memanfaatkan instrumen penelitian berupa telepon genggam yang dilengkapi aplikasi sound level meter serta sebuah stopwatch. Kedua alat tersebut berperan sebagai media utama dalam pengukuran tingkat kebisingan dan durasi perhitungan denyut nadi pekerja. Dokumentasi visual digunakan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi lingkungan kerja selama observasi berlangsung.



Gambar 1
Lokasi Pengamatan

Penelitian ini melibatkan dua orang pekerja konstruksi berjenis kelamin laki-laki sebagai subjek utama pengambilan data. Pekerja pertama bernama Umarrudin dengan usia 53 tahun dan berat badan 58 kilogram. Pekerja kedua bernama Riski dengan usia 30 tahun dan berat badan 63 kilogram. Kedua pekerja memiliki kebiasaan mengonsumsi kafein serta sering melakukan aktivitas begadang. Subjek penelitian tidak memiliki riwayat penyakit kronis namun jarang melakukan olahraga secara rutin. Seluruh informasi terkait karakteristik demografis, kebiasaan harian, dan kondisi fisik pekerja disajikan secara sistematis.

Tabel 2.
Data Pekerja

Nama	Umarrudi	Riski
	n	
Jenis Kelamin	Laki-laki	Laki-laki
Berat Badan	58	63
Riwayat Penyakit	Tidak ada	Tidak ada
Kebiasaan Olahraga	Tidak	Tidak
Kebiasaan Begadang	Ya	Ya
Kebiasaan Kafein	Ya	Ya
Denyut awal	9,33	9,20
Denyut Akhir	5,32	5,20

Denyut nadi merupakan indikator penting dalam evaluasi kondisi kesehatan tubuh manusia sebagaimana dikemukakan oleh Rozie, Hadary, dan Pontia. Pengukuran denyut jantung berfungsi untuk menilai beban kerja dinamis sebagai manifestasi langsung dari aktivitas otot. Aktivitas otot dengan intensitas tinggi akan meningkatkan frekuensi denyut jantung secara signifikan. Sulistyio menjelaskan bahwa metode manual melalui perabaan arteri radialis di pergelangan tangan masih banyak digunakan dalam praktik pengukuran denyut nadi. Teknik ini memungkinkan pengukuran beban kerja fisik secara tidak langsung melalui parameter peningkatan kecepatan denyut jantung. Selisih antara denyut jantung saat bekerja dan saat istirahat digunakan sebagai dasar estimasi pengeluaran energi tubuh.

Pekerja pertama menjalankan aktivitas pengeboran dinding selama proses observasi berlangsung. Peneliti mencatat waktu perhitungan denyut nadi awal sebesar 9,33 detik serta denyut nadi akhir sebesar 5,32 detik. Penentuan kapasitas jantung maksimal dilakukan dengan menggunakan rumus denyut nadi maksimum untuk laki-laki sebagai berikut:

$$DN_{max} = 220 - \text{umur}$$

Berdasarkan usia pekerja pertama yang mencapai 53 tahun, perhitungan menghasilkan nilai denyut nadi maksimum sebagai berikut:

$$DN_{max} = 220 - 53 = 167$$

Nilai tersebut menunjukkan batas kemampuan fisiologis jantung pekerja dalam merespons beban kerja. Pengerahan tenaga fisik yang sangat besar secara berulang berpotensi menurunkan produktivitas akibat meningkatnya tekanan fisiologis tubuh.

Pekerja kedua melaksanakan aktivitas pengecatan dinding sebagai bagian dari tugas kerja yang diamati. Data pengamatan menunjukkan waktu perhitungan denyut nadi awal sebesar 9,20 detik serta denyut nadi akhir sebesar 5,20 detik. Peneliti menghitung denyut nadi maksimum pekerja kedua dengan menggunakan rumus yang sama, yaitu:

$$DN_{max} = 220 - \text{umur}$$

Dengan usia pekerja kedua sebesar 30 tahun, maka nilai denyut nadi maksimum diperoleh sebagai berikut:

$$DN_{max} = 220 - 30 = 190$$

Hasil perhitungan ini digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi kapasitas kardiovaskular pekerja, meskipun terdapat referensi pembandingan pada nilai 210. Evaluasi terhadap parameter fisiologis tersebut memberikan gambaran objektif mengenai tingkat kelelahan fisik yang dialami pekerja konstruksi selama menjalankan aktivitas kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kondisi lingkungan kerja renovasi klinik berada di luar batas ideal yang ditetapkan oleh standar nasional. Suhu ruangan mencapai 27,6 °C dan melampaui ambang batas SNI 6390:2011 sebesar 18–26 °C sehingga memicu kelelahan fisik

prematur pada pekerja. Kelembapan udara tercatat sebesar 72% dan berada di atas standar maksimal 70% yang menimbulkan rasa gerah berlebih selama aktivitas kerja berlangsung. Intensitas kebisingan saat proses pengeboran dinding mencapai 85–95 dBA dan melampaui ambang batas aman Permenaker Nomor 5 Tahun 2018. Paparan suara dengan intensitas tinggi ini berpotensi mengganggu konsentrasi kerja serta menyebabkan gangguan pendengaran permanen. Peneliti juga mengamati kondisi kebersihan area kerja yang sangat tidak memadai dengan puing bangunan dan debu material yang tersebar di seluruh lokasi. Sistem ventilasi alami tidak mampu membuang uap cat dan partikel debu secara optimal karena ketiadaan exhaust fan.

Tabel 3.
Kondisi Lingkungan dan Hygiene Industri di Lokasi Kerja

Aspek Lingkungan	Hasil Pengukuran / Pengamatan	Standar Ideal	Keterangan
Suhu Ruangan	27,6°C	18-26°C (SNI 6390:2011)	Melebihi batas ideal; berisiko menyebabkan kelelahan fisik.
Kelembapan Udara	72%	65-70%	Di atas standar; berpotensi menimbulkan rasa gerah/tidak nyaman.
Kebisingan	85-95 dBA (Ngebor) 75-85 dBA (Cat/Palu)	< 85 dBA (Permenaker No. 5/2018)	Melebihi batas aman saat mengebor; berisiko pada pendengaran.
Pencahayaan	Cahaya alami melalui pintu terbuka	100-300 lux	Kondisi cukup optimal untuk aktivitas kerja.
Kebersihan	Lantai berdebu, puing berserakan, material tidak tertata	Bersih, rapi, bebas debu & puing	Sangat tidak memadai; risiko gangguan napas & kecelakaan kerja.
Ventilasi	Alami (jendela/pintu), tanpa <i>exhaust fan</i>	Pertukaran udara 6-10 kali per jam	Tidak memadai; uap cat dan debu tidak terbuang optimal.

Analisis fisiologis terhadap pekerja pertama, Umarrudin, menunjukkan adanya tekanan kardiovaskular yang cukup tinggi akibat faktor usia. Perhitungan denyut nadi istirahat menghasilkan nilai sebesar 64,30 denyut per menit berdasarkan waktu pengukuran 9,33 detik. Denyut nadi kerja meningkat signifikan hingga mencapai 112,7 denyut per menit saat pekerja melakukan aktivitas fisik di lapangan. Kapasitas denyut jantung maksimal pekerja ini berada pada angka 167 denyut per menit sesuai dengan rumus:

$$DN_{max} = 220 - 53 = 167$$

Peneliti menghitung beban kardiovaskular menggunakan persamaan berikut:

$$\%CVL = \frac{112,7 - 64,30}{167 - 64,30} \times 100\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai sebesar 47,12% yang termasuk dalam kategori beban kerja sedang dan mendekati batas atas. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penurunan efisiensi sistem peredaran darah pada usia lanjut memaksa tubuh bekerja lebih keras untuk memenuhi kebutuhan oksigen selama aktivitas kerja.

Pekerja kedua, Riski, memperlihatkan respons fisiologis yang lebih adaptif terhadap tuntutan pekerjaan. Nilai denyut nadi istirahat tercatat sebesar 65,21 denyut per menit berdasarkan waktu pengukuran 9,20 detik. Aktivitas pengecatan dinding meningkatkan denyut nadi kerja hingga mencapai 115,3 denyut per menit. Kapasitas denyut jantung maksimal pekerja ini jauh lebih tinggi, yaitu 190 denyut per menit, yang diperoleh melalui perhitungan:

$$DN_{max} = 220 - 30 = 190$$

Perhitungan beban kardiovaskular dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\%CVL = \frac{115,3 - 65,21}{190 - 65,21} \times 100\%$$

Nilai yang diperoleh sebesar 40,14% dan termasuk dalam kategori beban kerja sedang dengan margin keamanan fisiologis yang lebih luas. Pekerja ini memiliki daya tahan tubuh yang lebih baik serta kemampuan pemulihan energi yang lebih cepat dibandingkan pekerja dengan usia lebih lanjut.

Evaluasi terhadap aspek ergonomi mengungkapkan adanya risiko gangguan muskuloskeletal yang tinggi pada seluruh aktivitas kerja. Posisi lengan yang terangkat di atas kepala dalam durasi panjang saat pengecatan memicu nyeri pada area bahu dan leher. Pekerja juga sering melakukan gerakan membungkuk dan memutar tubuh dalam postur tidak netral yang berisiko menimbulkan nyeri punggung bawah. Pengamatan lapangan menunjukkan tidak adanya penggunaan alat pelindung diri selama aktivitas konstruksi berlangsung. Pekerja tidak mengenakan masker, sarung tangan, pelindung telinga, kacamata keselamatan, maupun sepatu safety. Kondisi ini meningkatkan risiko gangguan pernapasan, cedera mata akibat percikan material, serta cedera kaki dan tangan.

Tabel 4.
Evaluasi Postur Kerja Berdasarkan Prinsip Ergonomi

Postur Kerja	Kondisi Saat Bekerja	Standar Ergonomi	Status	Risiko Kesehatan
Posisi Lengan	Terangkat di atas kepala dalam durasi lama	Posisi netral (siku 90-120 derajat)	Tidak Ergonomis	Gangguan otot bahu dan leher (<i>strain</i>)
Posisi Tubuh	Membungkuk dan memutar tubuh secara berulang	Postur tegak dengan penyangga yang memadai	Tidak Ergonomis	Nyeri punggung bawah (<i>low back pain</i>)
Posisi Kaki	Berdiri statis tanpa alas kaki yang empuk	Berganti posisi secara berkala; alas <i>anti-fatigue</i>	Tidak Ergonomis	Kelelahan kronis pada kaki dan pinggang

Manajemen proyek perlu menerapkan rotasi kerja antara tugas berat dan ringan untuk mengurangi tekanan fisik berlebih. Penyediaan waktu istirahat yang cukup di area kerja yang sejuk menjadi rekomendasi utama guna menjaga stabilitas kondisi fisiologis pekerja secara berkelanjutan.

Tabel 3.
Evaluasi Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Jenis APD	Kondisi Penggunaan di Lapangan	Standar Keselamatan Kerja	Status Ketersediaan	Risiko Akibat Pengabaian
Masker / Respirator	Tidak digunakan	Wajib (perlindungan debu material & uap cat)	Tidak Ada	Gangguan pernapasan dan ISPA
Sarung Tangan	Tidak digunakan	Wajib (melindungi dari benda tajam/kimia)	Tidak Ada	Cedera tangan dan iritasi kulit
Pelindung Telinga	Tidak digunakan	Wajib pada area kebisingan >85 dBA	Tidak Ada	Penurunan daya dengar (tuli okupasi)
Kacamata Safety	Tidak digunakan	Wajib (melindungi dari percikan material)	Tidak Ada	Cedera mata dan iritasi
Sepatu Safety	Tidak digunakan	Wajib digunakan di seluruh area konstruksi	Tidak Ada	Cedera kaki akibat benda berat/tajam

KESIMPULAN

Hasil observasi menunjukkan bahwa kedua pekerja kuli bangunan memiliki beban kerja kategori sedang dengan nilai CVL masing-masing sebesar 47,12% untuk pekerja usia 53 tahun dan 40,14% untuk pekerja usia 30 tahun. Perbedaan usia ini terbukti memengaruhi kapasitas kardiovaskular, di mana pekerja senior mengalami tekanan fisiologis yang lebih tinggi meski melakukan aktivitas yang serupa. Kondisi ini diperburuk oleh lingkungan kerja yang tidak memenuhi standar ergonomi, mencakup suhu dan kelembapan tinggi, kebisingan ekstrem mencapai 95 dBA, serta ventilasi dan sanitasi yang buruk. Selain itu, postur kerja yang tidak ergonomis serta pengabaian total terhadap penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) semakin meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal, kerusakan pendengaran, dan kecelakaan kerja bagi para buruh tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, disarankan adanya perbaikan prioritas pada lingkungan kerja melalui pemasangan *exhaust fan*, penerapan sistem 5R secara rutin, serta penyediaan APD lengkap yang wajib digunakan secara konsisten. Penggunaan alat bantu ergonomis seperti *scaffolding* dan troli sangat diperlukan guna meminimalisir beban fisik saat mengangkat material berat atau bekerja pada posisi statis. Di sisi lain, para pekerja diimbau untuk memperbaiki gaya hidup dengan menjamin waktu tidur yang cukup selama 7–8 jam, rutin melakukan peregangan otot setiap 30–45 menit, serta menjaga asupan cairan dan nutrisi. Sinergi antara penyediaan fasilitas K3 oleh pihak pengelola dan kesadaran kesehatan dari para pekerja diharapkan dapat meningkatkan produktivitas sekaligus menjamin keselamatan kerja yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., & Amanatun, A. (2020). Beban kerja dengan kelelahan kerja pada pekerja industri keripik melinjo di Desa Benda Indramayu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 5(3), 140–150.
- Andriyanto, & Bariyah, C. (2023). Analisis beban kerja operator pemotong batu besar (sirkel 160 cm) dengan menggunakan metode 10 denyut. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 11(2), 136–143.

- Astuti, R. D., Rosyidasari, A., & Tyastuti, N. U. (2021). Analisis beban kerja fisiologis dan psikologis pada pekerja bahan bangunan UD Selo Tirta menggunakan metode Cardiovascular Load dan NASA-TLX. Dalam *Seminar dan Konferensi Nasional IDEEC* (hlm. 26–27).
- Hariyati, M. (2022). *Pengaruh beban kerja terhadap kelelahan kerja pada pekerja linting manual di PT Djitoe Indonesia Tobacco Surakarta* [Skripsi, Universitas Sebelas Maret].
- Hima, A. F., & Umami, M. K. (2022). Evaluasi beban kerja operator mesin pada departemen log and veneer preparation di PT. XYZ. *Jurnal Teknik dan Manajemen Industri*, 6(2), 106–113.
- Nasution, S. R., & Budiady. (2021). Analisis beban kerja dan gangguan muskuloskeletal pekerja pria pada perkampungan kecil penggilingan Cakung Jakarta Timur. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Material, Sistem Manufaktur dan Energi*.
- Pambudi, A. S., & Adi, P. (2020). *Pengukuran beban kerja operator alat berat menggunakan metode 10 denyut (studi kasus di PT. Tripurwita Jaya Abadi Trenggalek)* [Skripsi, Universitas 17 Agustus 1945].
- Prasetyo, N. D. (2019). *Analisis beban kerja fisik dengan metode Cardiovascular Load (CVL) serta konsumsi oksigen dan beban kerja mental dengan metode Defence Research Agency Workload Scale (DRAWWS) (studi kasus: Perusahaan Genteng ATIN)* [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta].
- Rozie, F., Hadary, F., & Pontia, T. (n.d.). Rancang bangun alat monitoring jumlah denyut nadi/jantung berbasis Android. *Jurnal Teknik Elektro*, Universitas Tanjungpura.
- Soleman, A. (2011). Analisis beban kerja ditinjau dari faktor usia dengan pendekatan Recommended Weight Limit (studi kasus mahasiswa Unpatti Poka). *Jurnal Arika*, 5(2), 83–98.
- Sulistyo, E. (n.d.). Alat pendeteksi denyut nadi berbasis Arduino yang diinterfacekan ke komputer. *Jurnal Teknik Elektro*, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Susandi, D., & Wikananda, R. (2018). Analisis beban pada olahraga panahan dengan menggunakan metode fisiologi. Dalam *Industrial Research Workshop and National Seminar*.
- Tarwaka. (2014). *Keselamatan dan kesehatan kerja: Manajemen dan implementasi K3 di tempat kerja*. Harapan Press.