



Analisis Risiko Cedera pada Operator Jahit di CV X dengan Metode Biomekanika

Abdul Rohman Heryadi¹, Mayesti Kurnianingtias²

^{1,2}Teknik Pembuatan Garmen, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta, Jl Ki Hajar Dewantara, Jebres, Surakarta 57126

[1abdulrohman@ak-tekstilsolo.ac.id](mailto:abdulrohman@ak-tekstilsolo.ac.id), [2mayesti_k@ak-tekstilsolo.ac.id](mailto:mayesti_k@ak-tekstilsolo.ac.id)

Received 10 March 2025 / Revised 18 April 2025 / Accepted 24 June 2025 / Published 30 June 2025

Abstrak. Operator bagian jahit di CV X adalah operator yang bekerja pada bagian produksi dengan waktu kerja yang paling lama. Pengamatan terhadap pekerja pada posisi kerja tersebut adalah mereka cenderung bekerja dengan posisi membungkuk ke depan. Hal ini berpotensi menimbulkan keluhan rasa sakit pada pekerja. Hasil kuesioner Nordic Body Map mengindikasikan keluhan rasa sakit dari operator pada segmen pangkal leher dan pinggang. Penelitian ditindaklanjuti dengan analisis biomekanika untuk mengetahui besaran gaya otot yang bekerja pada segmen leher dan pinggang. Hasil analisis menunjukkan besaran gaya otot leher dan gaya lumbar yang bekerja pada posisi menjahit cukup besar yaitu 59,67 N dan 128,26 N untuk Responden 1, 57,99 N dan 277,14 N untuk Responden 2, 83,54 N dan 603,62 N untuk Responden 3, 48,32 N dan 210,96 N untuk Responden 4, dan 40,64 N dan 205,10 N untuk Responden 5.

Kata kunci: Biomekanika, Gangguan Muskuloskeletal, Nordic Body Map, Nyeri Punggung Bawah

1. Latar Belakang

CV X adalah industri kecil menengah yang bergerak dalam proses pembuatan pakaian seragam. CV ini berlokasi di Kecamatan Colomadu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Tahapan proses pembuatan seragam di bagian produksi terbagi atas bagian pembuatan pola, pemotongan bahan, penjahitan, dan pengepakan. Jumlah tenaga kerja yang bekerja di sana berjumlah 8 orang pegawai wanita. Dari 8 orang pegawai itu, 1 orang bekerja di bagian pola, 1 orang di bagian pemotongan bahan, 5 orang di bagian penjahitan, dan 1 orang bagian pengepakan.

Pramestari (2017) meneliti postur kerja yang buruk pada pekerja pengemasan di CV X dan mengidentifikasi keluhan pada pinggang, punggung, dan pergelangan kaki menggunakan metode *Ovako Working Analysis Systems* (OWAS). Penelitian ini menegaskan pentingnya desain ergonomis untuk meningkatkan kenyamanan dan mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal. Studi ini memiliki kesamaan dengan penelitian ini dalam hal mengkaji keluhan fisik pekerja, namun penelitian ini menggunakan *Nordic Body Map* (NBM) untuk pengumpulan data awal, lalu diikuti analisis biomekanika. Weningtyas dkk. (2017) mengevaluasi gangguan muskuloskeletal pada operator jahit dengan meninjau faktor risiko seperti sudut kaki dan frekuensi pengulangan gerakan. Penelitian mereka menunjukkan adanya korelasi signifikan antara frekuensi pengulangan dan keluhan muskuloskeletal, serta merekomendasikan rotasi kerja sebagai solusi. Persamaan dengan penelitian ini terletak pada fokus terhadap operator di industri tekstil, namun penelitian ini menitikberatkan pada analisis biomekanika serta menggabungkan pendekatan *Nordic Body Map* (NBM) yang tidak digunakan oleh Weningtyas dkk. (2017). Mahardika dan Hudaningsih (2021) menggunakan kombinasi *Nordic Body Map* (NBM) dan analisis biomekanika untuk menganalisis beban kerja fisik *helper* di PT PELINDO III. Tujuan dari penelitian mereka adalah untuk mengidentifikasi risiko cedera pada otot bahu dan memberikan rekomendasi ergonomis untuk perbaikan *workstation*. Kesamaan metode yang digunakan menjadikan studi ini relevan, namun penelitian ini lebih terfokus pada responden yang berbeda, yaitu pekerja konveksi garmen. Selain itu, penelitian ini menyoroti kelompok pekerja spesifik, yaitu pekerja pada industri garmen konveksi. Lorenza dkk. (2023) menganalisis risiko cedera pada pekerja pemecah batu tradisional menggunakan metode *Nordic Body Map* (NBM) dan *Recommended Weight Limit* (RWL). Studi ini menemukan potensi cedera yang rendah tetapi tetap menekankan pentingnya penerapan tempat kerja yang ergonomis. Sementara penelitian Lorenza dkk. (2023) berfokus pada pekerjaan manual dalam konteks industri tradisional, penelitian ini memiliki ruang lingkup yang lebih terarah pada operator menjahit di industri konveksi dengan perhatian pada aspek biomekanik. Alvionisa dkk. (2023) membahas gangguan muskuloskeletal pada penjahit yang memiliki jam kerja hingga 16 jam sehari. Penelitian ini menyoroti pentingnya solusi ergonomis dalam pekerjaan menjahit, dimana hal ini mirip dengan penelitian ini yang menargetkan perbaikan ergonomi untuk mengurangi keluhan fisik. Namun pada penelitian ini terdapat analisis biomekanika dan penggunaan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM). Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa meskipun berbagai penelitian telah menyoroti keluhan muskuloskeletal pada pekerja di berbagai sektor, penelitian ini memiliki keunikan dalam fokus pada industri konveksi garmen, penggunaan kombinasi kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) dan analisis biomekanika, serta perhatian pada area tubuh yang lebih spesifik. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka hipotesis pada penelitian ini adalah "Bagaimana pengaruh postur tubuh operator jahit terhadap besaran gaya otot yang bekerja pada segmen leher dan pinggang analisis biomekanika dan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map*?". Dengan pendekatan ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru yang lebih terperinci dan relevan untuk peningkatan ergonomi dan kesehatan kerja di industri konveksi.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di CV X melalui tahap observasi lapangan, studi literatur, pengambilan data, analisis data, dan kesimpulan. Penjelasan tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan mengajukan permohonan kunjungan kepada CV X yang memproduksi pakaian seragam. Kegiatan observasi lapangan dilakukan selama 3 bulan yaitu dari bulan April-Juni 2024 dengan waktu yang tentatif. Kegiatan observasi berfokus pada aspek keselamatan atau resiko cedera bagi pekerja. Hasil observasi lapangan didokumentasikan dalam bentuk foto dan video yang menjadi bahan analisis.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan melalui sumber buku dan jurnal terkait dengan masalah yang diteliti. Berdasarkan hasil studi literatur, instrumen kuantitatif untuk mengukur resiko cedera salah satunya adalah dengan Nordic Body Map (Sukania, 2020; Agustin dkk., 2021). Instrumen kuantitatif untuk mengukur seberapa besar resiko cedera yang diterima pekerja adalah dengan biomekanika statis (Safitri dkk., 2023).

3. Pengambilan Data

Pengambilan data merupakan tahap tindak lanjut dari hasil observasi dan studi literatur. Pengambilan data disesuaikan dengan kebutuhan data NMB yaitu mendata keluhan yang terjadi pada badan. Sedangkan untuk analisis biomekanik kebutuhan data adalah posisi kerja yang didokumentasikan video dan pengukuran berat badan pegawai.

4. Analisis Data

Analisis data selanjutnya dilakukan dengan menghitung data Nordic Body Map, kemudian data posisi kerja diproses menggunakan aplikasi Kinovea untuk mendapatkan sudut kemiringan postur kerja pegawai pada waktu bekerja (Rahardian, 2018). Selanjutnya dilakukan perhitungan beban gaya yang bekerja pada titik sambungan badan dengan menggunakan hukum Newton.

5. Kesimpulan

Kesimpulan diberikan sebagai respon atas hasil dari analisis data yang mengindikasikan apakah keluhan yang disampaikan pekerja di bagian penjahitan beresiko menimbulkan sakit akibat kerja pada pekerja atau tidak.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Observasi Lapangan

CV X adalah sebuah konveksi yang memproduksi pakaian seragam dengan jumlah hari kerja 6 hari kerja dalam seminggu dan 8 jam kerja per hari. Pesanan seragam yang diterima oleh konveksi ini terdiri dari pesanan dalam dan luar pulau jawa dimana waktu penuh produksi biasanya di bulan Januari sampai Juli saat masa-masa menjelang tahun ajaran baru sekolah. Proses produksi terbagi atas 4 tahapan yaitu pembuatan pola (1 orang), pemotongan bahan (1 orang), penjahitan (5 orang), dan pengepakan (1 orang). Berdasarkan hasil observasi untuk jumlah pesanan 100 pcs, perusahaan memerlukan waktu penyelesaian 7 hari dengan sebaran waktu terlihat pada **Tabel 1**.

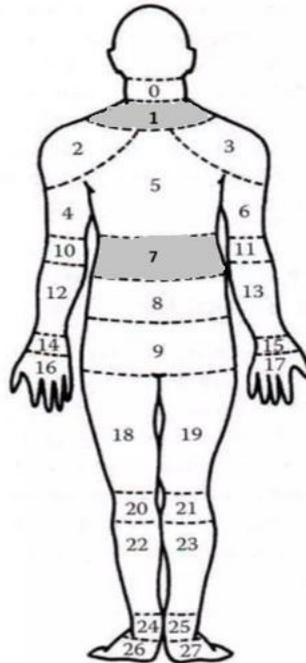
Tabel 1. Waktu Produksi Per 100 pcs Seragam Kemeja Lengan Pendek

No	Proses	Waktu (Jam)	Beban Waktu (Jam/Bagian)
1	Pembuatan Pola (<i>Pattern</i>)	2	2
2	Pemotongan Bahan (<i>Cutting</i>)	4	4
3	Penjahitan (<i>Sewing</i>)	40	8
4	Pengepakan (<i>Packaging</i>)	6	6
		52	20

Berdasarkan data observasi **Tabel 1** ditemukan jumlah waktu terlama proses adalah pada bagian penjahitan atau sewing yang menempati urutan waktu proses paling panjang. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja 1 orang operator sewing dalam menjalankan pekerjaannya memiliki waktu paling lama untuk setiap 100 pcs pesanan pakaian yang masuk. Waktu kerja yang lama dengan pola kerja yang berulang akan timbul tekanan postur (*posture stress*) pada bagian badan tertentu yang dapat menjadi penyebab munculnya keluhan rasa sakit (Ramayanti dkk., 2021).

3.2 Analisis Nordic Body Map

Kuesioner Nordic Body Map merupakan instrumen untuk mengukur keluhan sakit pada 27 segmentasi badan. Penilaian tingkat sakit menggunakan 4 skala yaitu tidak sakit (1), sedikit sakit (2), sakit (3), dan sangat sakit (4). Pengisian skala ini dilakukan dengan memberikan pertanyaan kepada responden yang sedang bekerja terkait keluhan sakit pada anggota tubuh yang dirasakannya. Responden menyampaikan keluhan kemudian dimintai keterangan terkait skala sakitnya, hasilnya diisikan pada kuesioner NMB (Agustin dkk., 2021). Identifikasi keluhan MSDs menggunakan kuesioner NMB banyak digunakan oleh ahli ergonomi sehingga tingkat reliabilitas dan validitas kuesioner yang digunakan memadai (Tarwaka, 2011).



Gambar 1 Hasil Kuesioner Nordic Body Map

Gambar 1 adalah hasil kuesioner NBM terhadap 5 orang pegawai di bagian *sewing* yang menunjukkan bagian badan 1 (Sakit Pada Leher Belakang) dan 7 (Sakit Pada Pinggang) paling banyak dikeluhkan sakit. Indikator warna abu untuk area 1 dan 7 menunjukkan gejala keluhan sakit sedangkan untuk area lain relatif tidak terdapat keluhan. Keluhan pada bagian leher dan pinggang untuk pegawai di bagian *sewing* sebagai akibat dari postur kerja menjahit yang kurang tepat dan dilakukan dalam waktu yang lama (Rahmat dkk., 2019; Amran dan Adibatina, 2023). Postur kepala yang kadang harus menunduk pada waktu menjahit menjadikan beban pada otot leher bertambah (As-Syifa dkk., 2020; Ramayanti dan Koesyanto, 2021). Postur badan atau tulang belakang yang lebih membungkuk untuk menyesuaikan posisi menjahit juga menyebabkan tekanan pada bagian pinggang atau lumbar sehingga dalam kondisi kerja berulang dan jangka waktu lama dapat menimbulkan rasa sakit (Novianti, 2015).

3.3 Analisis Biomekanika

Analisis Biomekanika adalah cara analisis kuantitatif untuk mengetahui beban gaya yang bekerja pada segmen tubuh manusia yang dimaksud. Analisis ini menggunakan hukum Newton sebagai dasar variabel gaya dimana gaya yang diperhitungkan adalah gaya gravitasi dan gaya aksi-reaksi yang timbul. Biomekanik dapat digunakan sebagai evaluasi postur pekerjaan yang berulang dan analisis postur ini dapat dilakukan pada posisi statis responden (Purwaningsih dan Susanto, 2017). Untuk keperluan pengamatan, posisi pekerja direkam dari posisi samping dengan jarak dan posisi sudut yang seragam. Hasil rekaman video diolah menggunakan aplikasi kinovea untuk membantu menganalisa pembentukan sudut yang timbul sebagai akibat postur badan responden (Tamim dkk., 2024).

Gambar 2 menampilkan postur kerja operator jahit selama bekerja yang sudah diolah menggunakan bantuan software kinovea sehingga dapat terukur besaran sudut kemiringan pada

segmen tubuh di bagian leher dan pinggang yang dikeluhkan sakit. Selanjutnya dilakukan perhitungan gaya yang bekerja pada kedua segmen tersebut dengan rumus dasar yang digunakan berdasarkan Hukum Newton yaitu resultan gaya yang bekerja sama dengan nol.



Gambar 2. Postur Kerja Operator Jahit

- $\Sigma F_x = 0$; untuk arah horizontal (1)
- $\Sigma F_y = 0$; untuk arah vertikal (2)
- Perhitungan gaya yang bekerja pada segmen leher:
 - $F_H + F_c \cos \theta = R_1 \sin (\lambda - \alpha)$ (3)
- Perhitungan momen gaya yang bekerja pada segmen leher
 - $F_c \cos \theta \times a_c \sin \lambda = F_{Hx} \times a \cos (\lambda - \alpha)$ (4)
- Perhitungan gaya yang bekerja pada segmen pinggang
 - $R_1' \sin (\lambda - \alpha) + F_T + F_L \cos \theta - R_2 = 0$ (5)
- Perhitungan momen gaya yang bekerja pada segmen lumbar
 - $(F_T \times b_T) - (F_L \cos \theta \times b_L \sin \lambda) = 0$ (6)
- Perhitungan tekanan kompresi pada segmen leher
 - Pc leher= $F_H + F_c \cos \theta$ Luas area first cervical vertebrae (7)
- Perhitungan tekanan kompresi pada pinggang
 - Pc lumbar= $R_1 \sin (\lambda - \alpha) + F_T + F_L \cos \theta$ Luas diafragma (8)

Dengan F_H (gaya berat kepala dan leher), F_c (gaya otot ekstensor cervical), F_T (gaya otot leher dalam menahan beban), F_L (gaya otot lumbar ketika menahan beban), R_1 (gaya reaksi pada leher), λ (sudut antara sumbu tubuh dengan garis horizontal duduk), α (sudut antara sumbu tubuh dan pusat kepala), R_1 (momen gaya pada segmen leher), R_2 (momen gaya pada segmen lumbar), dan P_c (tekanan kompresi). Hasil dari perhitungan terhadap gaya yang bekerja pada segmen leher dan pinggang yang menjadi keluhan disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Besaran Gaya yang Bekerja Pada Segemen Leher dan Pinggang

Responden	Segmen Leher		Segmen Pinggang	
	F_T (N)	P_c (N/m ²)	F_L (N)	P_c (N/m ²)
1	59,67	$5,1 \times 10^4$	128,26	$1,44 \times 10^4$
2	57,99	$2,75 \times 10^4$	277,14	$1,6 \times 10^4$
3	83,54	$6,4 \times 10^4$	603,62	$2,4 \times 10^4$
4	48,32	$3,8 \times 10^4$	210,96	$1,2 \times 10^4$
5	40,64	$3,6 \times 10^4$	205,10	$1,2 \times 10^4$

Tabel 2 menunjukkan data besaran gaya yang bekerja pada seluruh responden pada posisi kerja dan segmentasi badan yang menjadi keluhan. F_T mengindikasikan besaran gaya yang diusahakan oleh otot pangkal segmen untuk menahan berat kepala dan leher pada posisi sudut kemiringan tertentu karena gaya berat menjadi faktor perhitungan, maka faktor berat badan responden akan berbanding lurus dengan nilai gaya ini. Hal ini juga sama dengan F_L yang menunjukkan besaran gaya pada pinggang yang bekerja untuk menahan berat bagian badan di atasnya pada sudut kemiringan tertentu. Nilai gaya F_T dan F_T pada setiap responden berbeda-beda karena terdapat perbedaan berat badan dan tinggi badan responden. Perbedaan berat badan dan tinggi badan responden berdampak terhadap rasio berat segmen badan bagian kepala dan torso badan. Semakin besar berat badan maka gaya yang bekerja akan semakin besar demikian juga semakin tinggi badan maka nilai gaya yang bekerja untuk menahan beban akan semakin besar. Nilai P_c mengindikasikan besaran tekanan gaya yang bekerja pada luas area per meter persegi dan nilainya akan berbanding lurus dengan gaya F_T dan F_T . Untuk melihat seberapa besar tingkat resiko gaya yang bekerja apakah dapat menimbulkan resiko kesehatan atau belum, maka faktor yang menentukan adalah sudut kemiringan dari segmen yang dianalisis. Semakin miring postur tubuh maka segmen yang menahan kemiringan memerlukan gaya yang lebih besar untuk menahan titik keseimbangan badan sehingga dalam jangka waktu yang lama dan berulang dapat menimbulkan rasa sakit (Sanjaya dkk., 2018). Besaran gaya yang bekerja pada segmen leher dan pinggang berkorelasi dengan keluhan NBM sehingga untuk operator jahit perlu disampaikan terkait resiko postur tubuh yang kurang ergonomis ketika sedang bekerja pada bagian sewing. Disamping pembinaan kepada operator perlu kiranya alat bantu yang akan membantu operator sewing agar dapat bekerja dengan postur tubuh yang baik seperti melakukan penyesuaian tinggi meja jahit sesuai operator yang menggunakannya, dan melakukan desain ulang kursi duduk untuk operator *sewing* yang ergonomis.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah operator jahit sebagai responden yang bekerja di CV X bekerja dalam waktu yang lama dengan posisi kerja yang kurang baik. Hal ini terkonfirmasi dengan hasil dari kuesioner Nordic Body Map yang menunjukkan keluhan sakit pada segmen leher dan pinggang karena posisi kerja yang condong ke depan. Besaran gaya yang bekerja pada segmen leher dan pinggang dapat dibuktikan dengan analisis biomekanika dengan menghitung gaya otot yang bekerja dan tekanan kompresi pada leher dan pinggang. Hal ini menunjukkan semakin miring atau condong badan responden baik pada segmen leher ataupun pinggang artinya besaran sudut akan semakin besar dan menimbulkan nilai gaya yang semakin besar untuk menopang kemiringan badan tersebut atau postur tubuh yang tidak baik selama bekerja.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta yang telah memberikan dukungan dana dan fasilitas selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada CV X atas bantuan dan kerja sama yang telah diberikan selama proses pengumpulan data. Tidak lupa, penulis menghargai kontribusi dari seluruh tim yang telah memberikan masukan dan koreksi yang sangat berarti dalam penyusunan artikel ini. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan evaluasi dan desain ulang stasiun kerja operator jahit berbasis prinsip ergonomi untuk mengurangi beban biomekanik pada leher dan pinggang. Setelah diketahui adanya beban biomekanik yang signifikan pada leher dan pinggang, penting untuk mengevaluasi ulang desain stasiun kerja (tinggi meja jahit, posisi kursi, pencahayaan, dll). Penelitian ini dapat menguji beberapa alternatif desain dan membandingkan beban biomekanik sebelum dan sesudah intervensi. Saran penelitian lanjutan lainnya adalah melakukan analisis efektivitas penggunaan kursi ergonomis dan penyangga punggung dalam menurunkan gaya otot pada segmen leher dan pinggang operator jahit. Penambahan alat bantu ergonomis seperti *lumbar support*, *adjustable chair*, atau *footrest* dapat menjadi solusi jangka pendek maupun panjang. Penelitian dapat menguji penurunan gaya otot setelah penggunaan alat bantu tersebut.

Daftar Pustaka

- Agustin, M., Tannady, H., Ferdian, O. A., Alamjah, S. I. G. (2021). Posture Analysis Using Nordic Body Map and Rapid Office Strain Assesment Methods to Improve Work Postur. *Journal of Industrial Engineering and Management System*, 14(2), 55-69, 2021.
- As-Syifa, R. M., Hutasoit, R. M., Kareri D. G. R. (2020). Hubungan Antara Sikap Kerja Terhadap Kejadian Neck Pain Pada Penjahit di Daerah Kuanino Kota Kupang. *Cendana Medical Journal*, 20(2), 164-171.
- Amran, Y. dan Adibatina, I. (2023). Analisis Tingkat Pengetahuan Pekerja Konveksi Tentang Postur Kerja Ergonomis. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 9(1).
- Alvionisa D., Prapasa, P., Mayorasari, E., Nabila, A., Azis, S., Rahim, F.K., Diniyah, B.N. (2023). Gambaran Postur Kerja dan Desain Stasiun Kerja terhadap Keluhan Musculoskeletal (MSDs) pada Pekerja Konveksi di Kecamatan Cikijing Kabupaten Majalengka Tahun 2022. *Journal Of Health Research Science*, 3(02).
- Mahardika, D.S. dan Hudaningsih, N. (2021). Analisis Beban Kerja Fisik Pekerja *Helper* dengan Metode Nordic Body Map (NBM) dan Biomekanika di Pelindo III Cabang Badas Kabupaten Sumbawa Besar. *Jurnal Industri&Teknologi Samawa*, 2(2).
- Novianti, Hesti. (2015). Hubungan Antara Beban Kerja dengan Kejadian Postural Kifosis (Postur Membungkuk) Pada Kerja Buruh Gendong Wanita di Los Tengah Pasar Johar Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(1), 375-384.

- Purwaningsih, R., P., D. A., & Susanto, N. (2017). Desain Stasiun Kerja dan Postur Kerja dengan Menggunakan Analisis Biomekanik untuk Mengurangi Beban Status dan Keluhan Pada Otot. *Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(1), 15-22. <https://doi.org/10.14710/jati.12.1.15-22>.
- Rahardian, Adi. (2018). Aplikasi Analisis Biomekanika Untuk Mengembangkan Kemampuan Lari Jarak Pendek (100 Meter) Mahasiswa PJKRUNSUR (Kinovea Software). *Jurnal Maenpo: Jurnal Jasmani dan Pendidikan Rekreasi*, 8(1), 1-13.
- Rahmat N., Utomo, P. C., Sambada, E. R., & Andyarini, E. N. (2019). Hubungan Lama Duduk dan Sikap Duduk Terhadap Keluhan Nyeri Punggung Bawah Pada Penjahit Rumahan di Kecamatan Tasikmadu. *Journal of Health Science and Prevention*, 3(2), 79-85.
- Ramayanti, A. D., dan Koesyanto, H. (2021). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders pada Pekerja Konveksi. *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition IJPHN*, 1(3), 472-478.
- Safitri, N. A., Natalisanto, A. I., & Munir, R. (2023). Penerapan Hukum Newton Dalam Menghitung Sudut Efektif pada Gerakan Bench Press. *Progressive Physic Journal*, 4(1), 216-223.
- Sanjaya, K. T., Wirawan, N. H., & Adenan, B. (2018). Analisis Postur Kerja Manual Material Handling Menggunakan Biomekanika dan Niosh. *JATI UNIK : Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 1(2), 70–80. <https://doi.org/10.30737/jatiunik.v1i2.114>.
- Sukania, I Wayan. (2020). Perancangan Alat Bantu Kerja Berdasarkan Analisis Ergonomi Postur Kerja dan Keluhan Biomekanika Tenaga Mekanik Motor di Sebuah Bengkel Motor di Tangerang. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8(1), 34-42.
- Tarwaka. (2011). *Ergonomi Industri, Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Solo: Harapan Press Solo.
- Tamim, M. H., Hariadi, Jumesam, Nopiana, R., Fathoni, A., Zulkarnain, L. I. (2024) Analisis Biomekanika Menggunakan Aplikasi Kinovea Terhadap Akselerasi Lari 100 Meter. *Jurnal Porkes*, 7(1), 312-326.
- Weningtyas, K., Widjasena, B., dan Suroto. (2017). Hubungan Sudut Kaki dan Frekuensi Repetisi dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders pada Tungkai Bawah Operator Jahit PO Seventeen Glory Salatiga. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(3).

