

# **MANUAL MATERIAL HANDLING PADA PROSES PENGANGKATAN PATUNG BATU DENGAN PENDEKATAN BIOMEKANIKA UNTUK MENGURANGI RISIKO MUSCULOSKELETAL DISORDER**

*(Manual Material Handling In The Process of Lifting Stone Statues Using Biomechanical Approach To Reduce The Risk of Musculoskeletal Disorders)*

**Hasti Hasanati Marfuah<sup>1</sup>, Yaning Tri Hapsari<sup>2</sup>, Trisnady Asriansyah Pos Pos<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta

E-mail: [hasti@upy.ac.id](mailto:hasti@upy.ac.id)

## **ABSTRAK**

Proses pengangkatan patung batu dalam aktivitas *Manual Material Handling* (MMH) merupakan tugas yang berisiko tinggi terhadap gangguan *Musculoskeletal Disorder* (MSDs). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbaikan postur kerja pada proses pengangkatan patung batu dengan pendekatan biomekanika guna mengurangi risiko MSDs. Metodologi yang digunakan yaitu pengamatan langsung, pengukuran postur kerja, dan analisis biomekanika menggunakan metode *Recommended Weight Limit* (RWL). Hasil penelitian diperoleh data sebelum dilakukan perbaikan nilai RWL postur mengangkat 5,457 dan RWL postur memindahkan sebesar 6,39, dan nilai *Lifting Index* (Li) postur mengangkat sebesar 1,82 dan Li postur memindahkan sebesar 1,80 (kategori sedang). Dari hasil pengolahan data kemudian dilakukan perbaikan postur kerja dan diperoleh nilai RWL postur mengangkat 14,83 dan RWL postur memindahkan sebesar 12,85. Dan telah diperoleh nilai Li postur mengangkat sebesar 0,77 dan Li postur memindahkan sebesar 0,89. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat risiko pekerjaan termasuk kategori rendah yang artinya tidak ada lagi masalah dengan pekerjaan tersebut. Kesimpulannya, pendekatan biomekanika dalam perbaikan postur kerja pada proses pengangkatan patung batu efektif dalam mengurangi risiko terjadinya MSDs.

**Kata kunci:** *Manual Material Handling, Musculoskeletal Disorder, Biomekanika, Recommended Weight Limit, Lifting Index*

## **ABSTRACT**

*The process of lifting stone statues in Manual Material Handling (MMH) activities is a task with a high risk of Musculoskeletal Disorder (MSDs). This study aims to analyze the improvement of working posture in the process of lifting stone statues with a biomechanical approach to reduce the risk of MSDs. The methodology used is direct observation, work posture measurement, and biomechanical analysis using the Recommended Weight Limit (RWL) method. The results of the study obtained data before the improvement of the RWL value of the lifting posture was 5.457 and the RWL of the moving posture was 6.39, and the Lifting Index (Li) value of the lifting posture was 1.82 and the Li of the moving posture was 1.80 (medium category). From the results of data processing, the work posture was improved and the RWL value of the lifting posture was 14.83 and the RWL of the moving posture was 12.85. And the Li value of lifting posture has been obtained of 0.77 and Li of moving posture of 0.89. From these results, it can be concluded that the level of occupational risk is in the low category, which means that there are no more problems with the job. In conclusion, the biomechanical approach in improving the working posture in the process of removing stone statues is effective in reducing the risk of MSDs.*

**Keywords:** *Manual Material Handling, Musculoskeletal Disorder, Biomekanika, Recommended Weight Limit, Lifting Index*

## PENDAHULUAN

Dalam dunia industri di era modern ini, peran manusia sebagai sumber tenaga kerja masih mendominasi dalam menjalankan proses produksi khususnya tenaga kerja manual. Salah satu bentuk peran manusia adalah penanganan material secara manual atau lebih dikenal dengan *Manual Material Handling* (MMH). *Manual material handling* dapat didefinisikan sebagai aktivitas memindahkan atau menangani suatu barang, aliran material, produk jadi atau benda-benda yang menggunakan tenaga manusia (Hanifah dkk., 2019). Menurut *American Material Handling Society* bahwa MMH dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), dan pengawasan (*controlling*) dari material dengan segala bentuknya (Wignjosoebroto, 1991).

Alasan pemilihan tenaga kerja manusia tidak lain adalah karena fleksibilitas pergerakan dalam penanganan barang secara manual, sehingga memudahkan pergerakan barang di ruang terbatas dan pekerjaan tidak teratur. Postur tubuh manusia dalam pekerjaan menjadi salah satu faktor yang memengaruhi hal ini karena dalam kehidupan sehari-hari, manusia menghabiskan lebih banyak waktu untuk bekerja dengan lebih dari 1/3 bagian tubuh (Lukodono & Lin, 2023). Aktivitas MMH yang tidak dilakukan secara ergonomis dapat menimbulkan terjadinya kecelakaan kerja seperti tingginya tingkat cedera atau kerusakan jaringan tubuh yang menyebabkan sakit atau keluhan dari pekerja. Salah satu akibat yang paling sering terjadi akibat aktivitas MMH yang tidak ergonomis adalah gangguan *Musculoskeletal Disorder*.

*Musculoskeletal Disorders* merupakan gangguan yang dirasakan pada bagian-bagian otot *skeletal* oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit yang terjadi akibat otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama sehingga muncul keluhan berupa kerusakan pada sendi, otot, saraf ligamen, dan tendon. MSDs ini sering melibatkan cedera pada otot, tendon, ligamen, persendian, struktur tulang, dan sistem syaraf (Sari & Lukodono, 2024). Awalnya, keluhan MSDs meliputi rasa sakit, nyeri, mati rasa, kesemutan, bengkak, kekakuan, tremor, insomnia, dan rasa terbakar. Hingga ketidakmampuan seseorang dalam melakukan gerakan dan koordinasi gerakan tubuh atau anggota tubuh, sehingga mengakibatkan penurunan produktivitas dan hilangnya waktu kerja (Margaretha, 2022).

Biomekanika adalah ilmu yang mempelajari interaksi fisik antara manusia, mesin, perkakas, dan material yang digunakan untuk mengurangi resiko terjadinya keluhan muskuloskeletal dan meningkatkan performansi kerja (Karwowski & Marras, 2006). Biomekanika kerja adalah studi tentang interaksi fisik antara manusia, mesin, peralatan, dan bahan yang berguna untuk mengurangi risiko penyakit *musculoskeletal disorder* sehingga dapat meningkatkan kinerja dan kepuasan kerja (Chaffin dkk., 2006a). Dalam biomekanika kerja, tubuh manusia dianggap sebagai suatu sistem mekanis. Sistem ini terkait dengan sistem *musculoskeletal disorder* yang meliputi tulang, otot, ligamen, tendon, lapisan fascia, dan tulang rawan.

Pengangkatan patung batu merupakan aktivitas yang membutuhkan tenaga fisik yang besar dan sering kali dilakukan dalam posisi tubuh yang tidak ergonomis. Pekerja yang terlibat dalam aktivitas ini menghadapi risiko tinggi terkena gangguan *muskuloskeletal* akibat beban berat yang harus mereka angkat dan pindahkan. Gangguan *muskuloskeletal*, seperti nyeri punggung bawah, cedera bahu, dan masalah lutut, merupakan masalah kesehatan yang serius yang dapat berdampak jangka panjang pada pekerja. Cedera semacam ini tidak hanya berdampak negatif pada kesehatan pekerja tetapi juga menurunkan produktivitas kerja dan meningkatkan biaya kesehatan perusahaan. Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi yang dapat mengurangi risiko tersebut, salah satunya dengan pendekatan biomekanika dalam analisis postur kerja. Biomekanika dibagi menjadi dua metode, yaitu metode *Maximum Permissible Limit* (MPL) dan *Recommended Weight Limit* (RWL). *Recommended Weight Limit* (RWL) adalah batas beban yang direkomendasikan yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan dilakukan secara berulang-ulang dan dalam jangka waktu yang lama.

Penelitian yang dilakukan oleh Margaretha (2022) mengenai analisis kegiatan manual *material handling* terhadap gejala *musculoskeletal disorders* pada operator gudang. Penelitian tersebut dilakukan dengan penyebaran kuisioner kepada 7 orang pekerja yaitu banyaknya keluhan sakit pada beberapa bagian ditubuh pekerja. Adapun kegiatan yang dilakukan yaitu mulai dari awal mengangkat, pengangkatan dan meletakkannya. Kemudian hasil pada tingkat risiko *musculoskeletal disorder* yaitu pada bagian leher sebesar 71%, bahu kanan sebesar 78%, punggung sebesar 54%, lengan sebesar 54%, dan bagian pergelangan tangan sebesar 58% (Margaretha, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Suhendar (2022) mengenai analisis risiko *musculoskeletal disorders* (MSDS) pada pekerjaan pengangkutan galon air mineral. Hasil dari penelitian tersebut adalah pengukuran tingkat risiko postur kerja menggunakan metode REBA dan RULA dengan bantuan *software Ergofellow*, dan menunjukkan perlubnya perubahan pada postur kerja skor RULA 7 (risiko tinggi) dan skor REBA 8 (risiko tinggi) (Suhendar dkk., 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Lesmana (2022) mengenai beban kerja tubuh manusia menggunakan metode *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI). Dari penelitian tersebut didapat hasil perhitungan RWL, besar berat beban yang dianjurkan merupakan antara 11,06 kg serta 21,24 kg. Berat beban yang direkomendasikan untuk para pekerja pada pengangkatan bahan baku karet dan pengangkatan ke penimbangan bersumber pada perhitungan RWL maka tingkatan resiko berdasarkan ketentuan *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) sedangkan nilai Li pada pekerja melebihi dari 1 (satu) sehingga butuh perbaikan segera (Lesmana, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Adiyanto (2019) mengenai *Manual Material Handling* pada proses pengangkutan karung menggunakan pendekatan biomekanika dan fisiologi. Hasil dari analisis didapat nilai  $FC=10.018,078$  N;  $FC>MPL$ . Artinya, posisi postur tubuh pekerja dalam level berbahaya. Usulan perbaikan dengan menggunakan alat bantu dan setelah dianalisis kembali maka akan menghasilkan perubahan nilai FC menjadi 3370,94;  $FC<AL$  artinya posisi tubuh dalam keadaan aman (Adiyanto dkk., 2019).

Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada pekerja didapatkan informasi bahwa para pekerja mengeluh sering mengalami cedera tulang belakang pada saat proses pengangkatan patung. Gaya tekan yang diakibatkan oleh pekerjaan ini berada *Lumbar 5 Sacrum 1* (L5/S1) yaitu tulang belakang. Aktivitas mengangkat beban yang dilakukan terus menerus dan dalam posisi membungkuk akibat beban melebihi kapasitas dapat mengakibatkan cedera tulang belakang (*muskuloskeletal disorders*) dan gangguan otot lainnya. *The National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) menetapkan batasan gaya angkat maksimum berdasarkan gaya tekan 6500N pada L5/S1. Besaran ini tergantung pada massa beban yang akan diangkat, jarak antara beban dengan benda, posisi benda, dan lain-lain. Penelitian ini bertujuan untuk meminimumkan keluhan MSDs pada pekerja pengangkatan patung batu dengan merancang fasilitas dan memperbaiki teknik memindahkan barang yang sesuai dengan aspek ergonomis.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di salah satu UMKM pembuatan patung batu yang berada di wilayah Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan meminimumkan keluhan MSDs pada pekerja pengangkatan patung batu dengan merancang fasilitas dan memperbaiki teknik memindahkan barang yang sesuai dengan aspek ergonomis. Untuk mencapai tujuan ini, penentuan sampel dilakukan dengan pertimbangan yang cermat agar representatif terhadap populasi yang diteliti dan mampu memberikan data yang akurat serta relevan. Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja yang terlibat langsung dalam proses pengangkatan patung batu di UMKM. Karakteristik populasi meliputi usia, jenis kelamin, pengalaman kerja, dan frekuensi pengangkatan material berat.

Kriteria inklusi ditetapkan untuk memastikan bahwa sampel yang dipilih relevan dengan tujuan penelitian. Kriteria tersebut meliputi: pekerja yang secara rutin terlibat dalam proses pengangkatan patung batu, pekerja yang memiliki pengalaman kerja minimal satu tahun dan pekerja berusia antara 20-50 tahun. Sementara itu, kriteria eksklusi ditetapkan untuk mengeliminasi subjek yang tidak sesuai dengan fokus penelitian, seperti: pekerja dengan riwayat cedera serius pada sistem muskuloskeletal dalam lima tahun terakhir dan pekerja yang memiliki kondisi medis yang dapat mempengaruhi kemampuan mereka dalam melakukan pengangkatan manual.

Tahapan penelitian ini adalah :

1. Melakukan wawancara secara langsung mengenai keluhan berupa cedera pada bagian tubuh pekerja
2. Melakukan pengukuran sudut tubuh pekerja. Pengambilan gambar postur kerja dilakukan menggunakan kamera digital. Pengambilan data ini berupa sudut-sudut yang terbentuk oleh tubuh pekerja ketika bekerja.
3. Menghitung nilai *Recommended Weight Limit* (RWL) untuk mengetahui batas pengangkatan beban yang dianjurkan, setelah hasil RWL diketahui selanjutnya menghitung nilai *Lifting index* (Li) untuk melihat apakah aktivitas tersebut beresiko menimbulkan cedera atau tidak.

4. Melakukan evaluasi terhadap postur tubuh pekerja ketika sedang melakukan aktivitas *manual material handling* apakah berisiko menimbulkan cedera atau tidak.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menganalisis postur tubuh seorang pekerja pada proses kerja menggunakan metode RWL sehingga dapat diketahui nilai batas beban yang dapat diangkat oleh pekerja. Analisis menggunakan RWL ini bertujuan untuk mengurangi resiko cedera akibat kesalahan postur kerja. Sedangkan perbaikan fasilitas dan metode kerja akan sesuai dengan prinsip biomekanika demi keselamatan dan kesehatan pekerja tersebut. Pada aktifitas kerja pengangkatan patung batu sebelum dilakukan perbaikan didapat data yang ditunjukkan pada gambar 1.



Sumber: pribadi (2023)

**Gambar 1.** Kondisi pekerja saat mengangkat dan memindahkan barang.

**Tabel 1.** Data Sebelum Perbaikan.

	Hasil Mengangkat	Hasil Memindahkan
Berat Beban (L)	11,5 kg	11,5 kg
Jarak vertikal antara lantai dengan pegangan (V)	5 cm	50 cm
Jarak vertikal antara titik awal beban sebelum diangkat sampai beban diletakkan (D)	50 cm	50 cm
Sudut putar memindahkan beban (A)	0°	45°
LC	23 kg	23 kg
Jarak horizontal antara beban dengan pekerja (H)	37,5 cm	32,5 cm
Frekuensi dan durasi pengangkatan (F)	3 putaran/3 jam	3 putaran/3 jam
<i>Frequency Multiplier</i> (FM)	0,550	0,550
<i>Coupling Multiplier</i> (CM)	0,90	0,90

Setelah semua data sebelum perbaikan didapat, kemudian dilakukan perhitungan dan didapat hasil yang ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Data Sebelum Perbaikan Setelah Dilakukan Perhitungan.

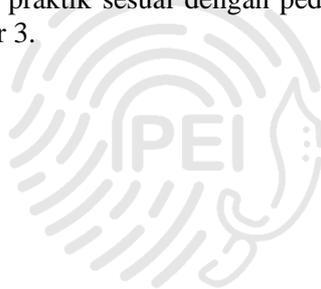
	Hasil Mengangkat	Hasil Memindahkan
HM	0,666	0,769
VM	0,791	0,938
DM	0,91	0,91
AM	1	0,856
RWL	5,457	6,39
Li	1,82	1,80

Dari hasil perhitungan tabel 2, diperoleh nilai RWL postur mengangkat 5,457 dan RWL postur memindahkan sebesar 6,39. Dan telah diperoleh nilai Li postur mengangkat sebesar 1,82 dan Li postur memindahkan sebesar 1,80. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat resiko aktivitas ini termasuk dalam kategori sedang. Terdapat beberapa parameter yang bermasalah sehingga perlu dilakukan pengecekan segera pada parameter yang menyebabkan tingginya nilai Li.

Pada analisis menggunakan metode RWL didapatkan hasil bahwa proses kerja pengangkatan patung batu secara manual tersebut menimbulkan resiko cedera *low-back pain*. Dari wawancara yang dilakukan kepada pekerja didapatkan beberapa keluhan yang dirasakan, diantaranya adalah:

1. Rasa sakit pada punggung. Hal ini dikarenakan dari postur kerja yang tidak nyaman dan tanpa menggunakan alat bantu sama sekali. Dengan posisi kerja yang tidak nyaman dan beban yang berat, aktivitas kerja tersebut jika dilakukan terus-menerus maka akan menyebabkan rasa nyeri pada punggung.
2. Rasa sakit pada pada kaki. Hal ini dikarenakan operator harus berjalan bolak-balik untuk mengambil dan mengangkat patung batu. Selain itu pekerja tidak ada yang memakai sepatu dalam bekerja. Hanya menggunakan sandal jepit biasa.
3. Rasa sakit pada pergelangan tangan. Hal ini dikarenakan pada proses pengangkatan hanya mengandalkan tenaga pekerja itu sendiri.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, salah satu solusi terbaik untuk mengatasi masalah dalam melakukan aktivitas pengangkatan yaitu melatih pekerja dengan melakukan sosialisasi dan pelatihan postur yang benar saat memindahkan dan mengangkat material. Hal ini dimaksudkan untuk memperbaiki postur tubuh saat pekerja melakukan posisi pengangkatan dan pemindahan material dalam agar aktivitas selanjutnya dapat dilakukan dengan baik dan benar. Langkah selanjutnya adalah menjelaskan pengangkatan yang benar dan posisi yang diperlukan di area pemuatan kepada pekerja dengan menggunakan poster infografis yang menjelaskan tentang postur pengangkatan yang baik dan benar. Dengan adanya poster infografis diharapkan pekerja mendapatkan contoh praktik sesuai dengan pedoman dan pekerja akan menerapkan praktik tersebut dapat ditunjukkan pada gambar 3.



Sumber: pribadi (2023)

Gambar . Poster Infografis.

## KESIMPULAN

Beban kerja yang direkomendasikan untuk pekerja adalah 5,457 kg untuk postur pengangkatan dan 6,39 kg untuk postur pemindahan. Adapun nilai Li yang diperoleh yaitu 2,10 untuk LI postur pengangkatan dan 1,80 untuk Li postur pemindahan. Berdasarkan nilai Li yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa tingkat resiko pengangkatan material termasuk ke dalam kategori sedang yang artinya terdapat masalah dalam kegiatan tersebut. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Li postur pengangkatan dan postur pemindahan yaitu  $1 < 3$ . Setelah dilakukan upaya perbaikan, tingkat resiko pekerjaan turun level dari sedang menjadi rendah. Usulan pemecahan masalah yaitu melatih pekerja dengan melakukan sosialisasi dan pelatihan postur yang benar saat memindahkan dan mengangkat material, dan memberikan poster infografis yang menjelaskan tentang postur yang baik dan benar di bagian pemuatan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan untuk Rektor Universitas PGRI Yogyakarta, atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penelitian ini. Dukungan dari civitas Universitas PGRI Yogyakarta khususnya Program Studi Teknik Industri sangat berharga dalam menyediakan sarana dan prasarana yang diperlukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanto, O., Prasetyo, F. A., & Ramadhani, M. F. K. (2019). *Manual Material Handling in the 'Karung' Lifting Process Using Biomechanic and Physiologi Approach*. *Jurnal Penelitian Saintek*, 24(1), 32–38. <https://doi.org/10.21831/jps.v24i1.23611>
- Chaffin, D. B., Andersson, G. B. J., & Martin, B. J. (2006). *Occupational Biomechanics*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Hanifah, S. D., Astuti, R. D., & Jauhari, W. A. (2019). *Perancangan Meja Kerja Produksi Tahu Berdasarkan Analisis NBM, QEC, dan RULA. (Studi Kasus: Industri Pengolahan Tahu Tradisional Kampung Krajan Surakarta)*. Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada 2019, 47–54.
- Karwowski, W., & Marras, W. S. (2006). *The Occupational Ergonomics Handbook*. London : CRC Press
- Lesmana, D. (2022). *Analisis Beban Kerja Menggunakan Metode Recommended Weight Limit dan Lifting Index*. *Jurnal Teknologi*, 21–26. <https://doi.org/10.35134/jitekin.v12i1.66>
- Lukodono, R. P., & Lin, C. J. (2023). *RULA-based Work Posture Evaluation for Indonesian Workers: A Comparison Between Office and Manufacturing*. <https://doi.org/10.1063/5.0119107>
- Margaretha, N. (2022). *Analisis Kegiatan Manual Material Handling Terhadap Gejala Musculoskeletal Disorder pada Operator Gudang*. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 3(2), 167–190. <https://doi.org/10.36418/jiss.v3i2.539>
- Sari, P. H., & Lukodono, R. P. (2024). *Studi Analisis Postur Kerja Terhadap Tegangan Otot dan Risiko Gangguan Muskuloskeletal (MSDs) dengan Pendekatan Muscular Activity Evaluation*. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Manajemen Industri Universitas Brawijaya*, 02(04), 439–455.
- Suhendar, A., Sinaga, A. B., Firmansyah, A., Supriyadi, S., & Kusmasari, W. (2023). *Analisis Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerjaan Pengangkutan Galon Air Mineral*. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 9(1), 71–78. <https://doi.org/10.30656/intech.v9i1.5641>
- Wignjosobroto, S. (1991). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan* (ed. 3) Surabaya: Guna Widya.