

## Penilaian Postur Pekerja Pengangkatan Galon Dengan Metode REBA dan Biomekanika

Muhammad Safri Setiawan<sup>\*1)</sup>, Intania Widyantari Kirana<sup>2)</sup>, Arum Dwi Cahyani<sup>3)</sup>,  
Muhammad Ragil Suryoputro S.T., M.Sc.<sup>\*4)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km. 14,5, Yogyakarta, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55584, Indonesia  
Email: safrim6@gmail.com, intaniawidyantari@gmail.com, arumdc14@gmail.com, ragil.suryoputro@uii.ac.id

### ABSTRAK

Kegiatan pemindahan material secara manual dengan tenaga manusia merupakan aktivitas yang sesekali dilakukan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah kegiatan pengangkatan galon di depo air XYZ. Apabila kegiatan pengangkatan tersebut dilakukan berulang kali dengan postur kerja yang salah maka akan mengakibatkan MSDs. Tujuan penelitian ini yaitu meminimalkan penyebab terjadinya MSDs pada postur kerja operator dalam pengangkatan galon yang dilakukan secara manual di depo air XYZ. Identifikasi permasalahan postur kerja operator menggunakan metode REBA yang bertujuan untuk mengetahui tingkat resiko kesalahan postur pekerja. Kemudian dilakukan identifikasi menggunakan model biomekanika untuk mengetahui beban yang diterima oleh L5/S1 sehingga dapat meminimalisir lebih detail dari faktor lain penyebab MSDs. Hasil menunjukkan bahwa penilaian REBA masuk dalam kategori tinggi dan dibutuhkan perbaikan segera. Sementara hasil gaya tekan pada L5/S1 sebesar 3601 N masuk dalam klasifikasi hati-hati. Maka diperlukan rekomendasi berupa perbaikan postur dengan penilaian RWL untuk mengurangi masalah muskuloskeletal menjadi lebih rendah.

**Kata kunci:** Biomekanika, Musculoskeletal, Pengangkatan, REBA, RWL

### 1. Pendahuluan

Salah satu kegiatan sehari-hari yang sering dilakukan yaitu aktivitas pengangkatan material dan sering dilakukan secara manual dengan tenaga manusia. Contohnya seperti dalam kegiatan lantai produksi pembuatan sepeda motor yang berupa aktivitas pengangkatan sparepart dan kemudian merakitnya. Bahkan pada sistem produksi yang modernpun aktivitas pengangkatan secara manual masih dipraktikkan pada saat peralatan teknik yang digunakan tidak memungkinkan (Sukania., 2012).

Salah satu penyebab yang dapat menimbulkan kecelakaan dalam dunia industri yaitu apabila kegiatan pengangkatan material dilakukan dengan tidak ergonomis secara manual oleh tenaga manusia. “*Over exertionlifting and carrying*” merupakan sebutan untuk kecelakaan industri yang diakibatkan oleh pemindahan material secara manual sehingga menyebabkan kerusakan jaringan tubuh akibat beban angkat yang berlebihan. Dalam kurun waktu 1982-1985 berdasarkan data statistik di negara bagian New South Wales nilai rata-rata kecelakaan tersebut mencapai 18%. Dari data kecelakaan tersebut 5 % diantaranya disebabkan oleh hernia, sementara sisanya disebabkan oleh rasa nyeri yang berlebihan atau strain. Bagian tubuh yang paling sering terkena strain menurut data tersebut adalah bagian punggung yaitu sebesar 61% (Hikmah dkk., 2015).

Menurut Sukania (2014) parameter yang dapat menjadi pengaruh dalam kegiatan pengangkatan yaitu jarak horizontal antara beban yang diangkat dengan pekerja, berat beban dalam pengangkatan, perbandingan berat pekerja dengan beban yang diangkat. Musculoskeletal disorders (MSDs) atau yang sering disebut sebagai gangguan otot rangka merupakan cedera pada bagian jaringan lunak sistem saraf. MSDs merupakan cedera yang banyak dialami oleh pekerja pada kegiatan pengangkatan material secara manual (Hikmah dkk., 2015).

Selama tahun 2007-2010 menurut hasil dari Strategi Nasional Kesehatan Kerja, Departemen Kesehatan Republik Indonesia yang menyatakan jika 40,5% pekerja memiliki

pekerjaan yang dapat menimbulkan hubungan dengan keluhan gangguan kesehatan, salah satu diantaranya merupakan gangguan muskuloskeletal sebesar 16%. Depo air minum menjadi salah satu industri yang semakin berkembang di Indonesia hal ini juga didukung oleh data menurut Dinas Kesehatan Kabupaten Jember (2014), yang menyatakan bahwa 232 depo air minum berdiri di Jember. Berdasarkan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa hanya 3 depo yang menerapkan pemberian informasi cara angkut pengangkatan yang benar kepada pekerjanya, sedangkan 38 depo sisanya diketahui bahwa pekerjanya menerapkan postur kerja yang tidak aman pada saat melakukan pengangkatan galon (Hikmah dkk., 2015).

Pada depo air mineral, terdapat pekerja yang melayani pengangkatan galon. Pengangkatan galon tersebut memerlukan perhatian khusus dari teknis pengangkatan serta benda yang dibawa. Oleh karena adanya permasalahan yang ditimbulkan dari pengangkatan beban secara manual sehingga tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh serta melakukan analisis antara aktivitas kerja dan beban angkat terhadap risiko terjadinya kelelahan muskuloskeletal. Tujuan tersebut didukung dengan penilaian postur pekerja pengangkatan galon menggunakan metode REBA untuk mengetahui tingkat risiko kesalahan postur kerja yang dilakukan. Kemudian dilakukan juga penilaian postur menggunakan biomekanika untuk melakukan justifikasi lebih lanjut terhadap beban yang diterima oleh L5/S1 operator pada saat melakukan aktivitas pengangkatan beban secara manual, sehingga dapat meminimalisir dengan lebih detail berbagai faktor yang dapat menimbulkan MSDs.

## 2. Metode

Dalam penilaian postur kerja pekerja pengangkatan galon menggunakan 1 responden yang bekerja sebagai jasa angkut air mineral galon. Penelitian dilakukan di Depo Air Mineral XYZ Yogyakarta. Pada penelitian ini melakukan penilaian postur kerja menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Metode REBA dikenal sebagai penilaian postur kerja seorang pekerja untuk menilai beberapa bagian postur tubuh diantaranya leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki pengaruh dari faktor *coupling*, beban yang dibawa, dan jenis aktivitas pekerja. Untuk pengambilan data metode REBA, dibutuhkan perekaman video untuk memperoleh proses pengangkatan pekerja pengangkat galon dan mengambil cuplikan layar dengan posisi terburuk pekerja. Setelah memperoleh gambar posisi terburuk pekerja, penentuan sudut-sudut bagian tubuh pekerja dengan *software* Corel Draw meliputi sudut punggung, leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan kaki. Setelah penentuan besar sudut tubuh pekerja dalam bentuk cuplikan layar, penilaian skor REBA dilakukan dengan *software* ErgoFellow. Klasifikasi dalam skor akhir REBA yaitu:

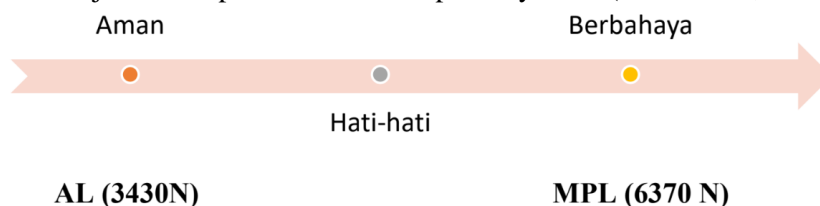
**Tabel 1.** Action Level Metode REBA (Al-Madani & Dababneh., 2016)

Action Level	Skor REBA	Level Resiko	Tindakan Perbaikan
0	1	Bisa diabaikan	Tidak perlu
1	2-3	Rendah	Mungkin perlu
2	4-7	Sedang	Perlu
3	8-10	Tinggi	Pelu segera
4	11-15	Sangat tinggi	Perlu saat ini juga

Metode selanjutnya untuk mendukung hasil postur kerja yaitu pengukuran gaya tekan pada di L5/S1 yang bisa disebut biomekanika. Biomekanika juga dapat didefinisikan sebagai hubungan antara pekerja secara fisik dengan mesin yang digunakan, material dari benda, dan peralatan yang bertujuan untuk meminimalkan keluhan-keluhan pada rangka otot pekerja. Namun prinsip biomekanika yang digunakan dalam penelitian ini dapat diperkirakan

besarnya gaya tekan yang diterima atau momen resultan pada L5/S1 untuk suatu kegiatan pengangkatan pekerja (Chaffin & Anderson., 1991). Kegiatan pengangkatan tersebut dapat diklasifikasikan sebagai aman, hati-hati, atau berbahaya di titik L5/S1. Model pengangkatan biomekanika meliputi sistem yang disambungkan antara pinggul dan segmen tulang belakang lebih tepatnya pada *disc* L5/S1 atau ruas tulang belakang lumbar ke 5 dan sakrum ke 1. Model tersebut juga mempengaruhi tekanan perut (*abdominal pressure*) dimana *abdominal pressure* berfungsi untuk menjaga kestabilan badan saat dikenai momen dan gaya yang diberikan dari pekerja. Dalam menjaga keseimbangan tubuh tersebut, gaya tekan pada L5/S1 dapat diimbangi dengan gaya otot pada *spinal erector* atau FM dan gaya perut atau FA sebagai pengaruh dari tekanan perut (PA) untuk menjaga kestabilan badan karena pengaruh momen dan gaya (Tayyari & Smith., 1997)

Setiap batasan gaya angkat memiliki batasan tersendiri yaitu *Action Limit* atau AL. *Action Limit* merupakan nilai batas gaya angkat beban normal yang telah direkomendasikan oleh NIOSH. Adapun istilah MPL atau *Maximum Permissible Limit* yaitu nilai batas gaya tekan pada segmen L5/S1. Nilai dari AL atau MPL memiliki satuan Newton yang telah distandarkan oleh NIOSH. Penggunaan titik L5/S1 sebagai penentuan batasan gaya angkat karena L5/S1 merupakan salah satu titik rawan pada kerangka manusia saat sedang bekerja. Titik L5/S1 memiliki *disc* atau selaput yang berisi cairan. *Disc* berfungsi untuk meredam terjadinya pergerakan antar ruas di L5/S1. Jika hasil gaya tekan dari suatu aktivitas kerja melebihi batas MPL, maka akan terjadi kelumpuhan dikarenakan pecahnya *disc* (Nurmianto., 1991).



Gambar 1. Klasifikasi gaya tekan pada L5/S1 (Siregar dkk., 2018)

Kenyamanan yang dirasakan pekerja sangat menunjang dalam meningkatnya produktivitas pekerja baik itu kinerja maupun dari perusahaannya, sehingga pihak yang bertanggung jawab di bidang keselamatan dan kesehatan kerja harus mempertimbangkan faktor bahaya yang ditimbulkan. Salah satunya adalah aktivitas pengangkatan pekerja. Sebaiknya aktivitas *manual material handling* tidak membahayakan pekerja dan tidak menimbulkan rasa sakit pada pekerja (Mas'idah dkk., 2009). MMH (*manual material handling*) atau aktivitas pengangkatan secara manual adalah aktivitas yang tergolong sebagai kerja berat. Teknis dari pengangkatan suatu pekerjaan menjadi salah satu faktor yang sangat penting untuk diperhatikan pada aktivitas pengangkatan. Salah satu faktor resiko yang terjadi jika terdapat kesalahan cara pengangkatan suatu beban adalah otot merasakan beban yang sangat berat saat terangkat sehingga menyebabkan robeknya *intervertebral discs* yang terdapat pada punggung pekerja (Grandjean., 1986). Dalam MMH, dibutuhkan rekomendasi dari analisis nilai batas beban yang dapat diangkat oleh pekerja tanpa menimbulkan resiko cedera tubuh baik pekerjaan tersebut dilakukan berulang dan jangka waktu lama yang dapat disebut RWL (*Recommended Weight Limit*). Penyelesaian nilai RWL diperoleh dengan persamaan yang direkomendasikan oleh NIOSH:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

Keterangan:

LC = konstanta pembebanan = 23 kg

HM = Faktor pengali horizontal

VM = Faktor pengali vertikal

DM = Faktor pengali perpindahan

AM = Faktor pengali asimetrik

FM = Faktor pengali frekuensi

CM = Faktor pengali kopling

Setelah mengetahui besar nilai RWL yang dipengaruhi oleh 7 faktor sesuai dengan rumus RWL, dilakukan perhitungan *Lifting Index* untuk mengetahui angka index pengangkatan agar tidak menimbulkan resiko cedera tulang belakang dengan perhitungan sebagai berikut:

$$LI = \frac{\text{Berat Beban}}{\text{Recommended Weight Limit}}$$

Jika nilai LI melebihi 1 maka berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan. Sehingga aktivitas tersebut dikatakan beresiko cedera tulang belakang. Jika LI kurang dari 1, berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan sehingga aktivitas tersebut tidak mengandung resiko cedera tulang belakang.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada perhitungan dengan menggunakan metode REBA tidak memerlukan waktu yang lama untuk mengisi dan memberikan penilaian dengan cara manual pada jenis aktivitas yang menunjukkan perlu adanya pengurangan resiko yang menjadi dampak dari postur kerja operator (McAtamney & Hignett., 2000). Pada posisi pengangkatan galon, dimana posisi paling berbahaya adalah pada posisi bagian punggung operator yang dapat dilihat bahwa punggung operator membungkuk sebesar  $78,74^\circ$  yang mengakibatkan tingginya hasil REBA. Sebagaimana seharusnya bisa dihindari dengan terlebih dahulu melakukan posisi menekuk bagian kaki dan punggung tetap tegak untuk mengambil galon sehingga tidak melakukan posisi membungkuk (Waters, T. R. dkk., 1994).

Nilai berat benda yang di angkat juga memperlihatkan nilai skor yang tinggi dimana dapat meningkatkan resiko cedera pada segmen tubuh bagian atas. Untuk berat beban galon tidak bisa dihindari atau dikurangi karena berat beban setiap galon telah dirancang seperti itu dan harus diisi memenuhi volumenya. Nilai faktor beban eksternal aktivitas kerja juga menjadi nilai yang tinggi dimana gerakan pengangkatan galon mengakibatkan perubahan atas peralihan postur yang cepat dari posisi awal karena adanya jarak berlebihan antara tempat asal galon dan tujuan penempatan sehingga memerlukan perpindahan badan untuk memudahkan penempatan galon. Untuk nilai coupling juga menjadi salah satu nilai skor yang besar dimana pada galon sendiri tidak memiliki pegangan yang baik dan tidak mudah untuk digenggam dikarenakan bentuk galon sendiri yang berbentuk tabung dibagian atas atau leher galon maupun bawah galon agak sulit untuk digenggam..



**Gambar 2.** Postur pekerja pengangkatan galon

**Tabel 2.** Besar sudut postur tubuh pekerja

No	Segmen Tubuh	Sudut yang Terbentuk
1.	Pergelangan Tangan	3,80°
2.	Lengan Bawah	72,72°
3.	Lengan Atas	46,12°
4.	Punggung	78,74°
5.	Leher	17,52°
6.	Kaki	14,20°

Biomekanika merupakan ilmu yang dapat digunakan untuk mengetahui aspek mekanika grakan pada tubuh manusia . Tujuan dari penggunaan biomekanika pada penelitian ini yaitu untuk menentukan kompresi L5/S1 pada bagian tubuh manusia serta meminimalisir dengan lebih detail berbagai faktor yang dapat menimbulkan MSDs setelah sebelumnya diketahui tingkat risiko kesalahan postur kerja menggunakan metode REBA saat melakukan kegiatan pengangkatan galon. Berdasarkan perhitungan biomekanika diperoleh total gaya sebesar 551,2 N, dengan sudut inklinasi sebesar 11,430 dan gaya perut (FA) sebesar 41 N serta gaya otot pada spinal erector (FM) sebesar 3101 N maka didapatkan hasil kompresi pada L5/S1 (Fc) sebesar 3601 N. Yang jika dilakukan perbandingan berdasarkan rekomendasi NIOSH berupa batasan angkat normal yaitu sebesar 3430 N maka hasil Fc dari pengangkatan galon masuk ke dalam klasifikasi hati-hati. Penelitian sebelumnya juga menyatakan hal yang serupa bahwa jika beban kerja itu mengandung resiko yang besar didapatkan rumusan bahwa L5/S1 lebih besar dari 3430 N dan berbahaya bagi tulang belakang (Alfandianto dkk., 2017).

Fc yang masuk ke dalam klasifikasi hati-hati sehingga terlalu membebani invetebratal disk pada L5/S1 dikarenakan oleh beberapa sebab diantaranya sudut tubuh yang dibentuk terlalu membungkuk. Seperti yang dinyatakan pada penelitian sebelumnya bahwa sikap kerja yang masuk ke klasifikasi tidak nyaman yaitu sikap membungkuk dan jika dipraktikkan pada suatu

pekerjaan secara repetitive dalam kurun waktu yang lama maka bisa menimbulkan kerusakan lumbar dan penekanan pembuluh syaraf (Damayanti & Iftadi., 2014). Selanjutnya kegiatan pengangkatan beban yang dilakukan melebihi kapasitas dari kemampuan manusia. Seperti yang dinyatakan pada penelitian sebelumnya jika kegiatan pengangkatan yang dilakukan secara manual melebihi kapasitas dari tenaga manusianya sendiri, maka disc herniation akan timbul dan mengakibatkan pecahnya L5/S1 pada lapisan pembungkus yang terletak di invertebratal disc (Damayanti & Iftadi., 2014). Berdasarkan hasil relasi antara metode REBA dengan metode Biomekanika menyatakan bahwa aktivitas pengangkatan galon masuk pada risiko dengan klasifikasi yang tinggi dan diperlukan perbaikan segera serta juga melebihi batasan dari nilai normal yang direkomendasikan NIOSH. Maka kegiatan pengangkatan galon air masih mempunyai risiko terhadap terjadinya kelelahan muskuloskeletal.

Pada penilaian dengan RWL atau *Recommended Weight Limit* dikhususkan untuk evaluasi teknis pengangkatan galon baik dari postur tubuh maupun beban yang diangkat. Evaluasi RWL yang ditetapkan oleh NIOSH dapat memberikan rekomendasi teknis pengangkatan barang dengan batasan yang sesuai untuk postur pekerja dan beban yang diangkat oleh pekerja. Setelah menilai pengangkatan galon pekerja berdasarkan REBA dan biomekanika, pengangkatan tersebut membutuhkan rekomendasi mengenai tata cara mengangkat agar beban yang diangkat oleh pekerja tidak melebihi batas pengangkatan yang telah direkomendasikan. Perhitungan RWL dilakukan dengan mengetahui ketinggian benda dari lantai, jarak benda dari lantai, rata-rata jarak perpindahan, dan sudut perputaran tubuh saat membawa benda. Sehingga untuk nilai *lifting index* yang dihasilkan pekerja maksimal 1. Berdasarkan NIOSH, ketinggian benda (V) untuk diangkat maksimal 75 cm dari lantai. Sedangkan dari aktivitas pengangkatan pekerja hanya 0 cm dari lantai. Untuk pekerja pada penelitian ini, dibutuhkannya meja atau wadah dengan batas tinggi maksimal 75 cm untuk mengurangi pekerja yang terlalu membungkuk saat pengangkatan galon. Untuk jarak perpindahan (D) saat mengangkat galon dapat dikurangi sebesar 25 cm (Tripujadi dkk., 2009) hingga 75 cm dari perpindahan rata-rata sebesar 150 cm. dikarenakan pekerja jarang melakukan perputaran sudut (A) saat mengangkat galon, nilai A dianggap 0°. Dengan nilai H atau jarak dari galon ke tubuh pekerja diperoleh maksimal 66 cm diperoleh dari panjang dari ujung jari hingga titik bahu paling ujung, dan dari NIOSH diperoleh nilai maksimal jarak horizontal yaitu 25 cm, sehingga disarankan pekerja hanya memberikan nilai H maksimal sebesar 24 cm saat mengangkat galon untuk memperoleh nilai LI samadengan 1 dengan kondisi pengangkatan dilakukan sebanyak 3 kali dalam sejam dan menghasilkan nilai kopling yaitu *poor*. Dengan penentuan batas maksimal nilai faktor pengangkatan seperti H, V, D, dan A, dapat diperoleh nilai LI yaitu 1 atau pengangkatan galon tidak melebihi nilai batas pengangkatan yang direkomendasikan serta mencegah resiko cedera tulang belakang.



**Gambar 3.** Proses pengangkatan yang benar dari manual material handling

Sumber: <https://www.ask-ehs.com/blog/training/manual-material-handling-tips-for-safe-work-performance/>

#### 4. Simpulan

Pekerja pengangkatan galon di Depo Air Mineral XYZ Yogyakarta yang menghasilkan perubahan postur tubuh yang besar, rata-rata pengangkatan dilakukan sebanyak 3 kali dalam satu jam, pengangkatan tangan sulit untuk diterima pekerja, diperoleh hasil penilaian postur pengangkatan galon dengan metode REBA sebesar 8 dengan level resiko tinggi sehingga memerlukan perbaikan segera. Hal tersebut dapat didukung dengan perhitungan gaya tekan pada L5/S1 sebesar 3601 yang masuk klasifikasi hati-hati dikarenakan postur punggung operator yang membungkuk dengan derajat yang besar, sama halnya dengan sudut yang terbentuk pada analisa postur kerja. Dengan hasil tindakan berupa perbaikan segera dari evaluasi postur kerja dan proses pengangkatan termasuk hati-hati, maka diperlukan perbaikan dari penilaian RWL yaitu maksimal ketinggian benda saat diangkat 75 cm dari lantai. Penentuan ketinggian dapat dilakukan dengan penggunaan meja sebagai wadah merubah ketinggian galon. Untuk jarak dikurangi sebesar 25 cm hingga 75 cm dan jarak benda ke operator yaitu 24 cm. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya, dapat diberikan rekomendasi berupa perancangan produk yang sesuai dengan penilaian yang telah dilakukan. Perancangan produk dapat memperhatikan segi keamanan, keinginan, dan kebutuhan pekerja.

#### Daftar Pustaka

- Al-Madani, D. dan Dababneh, A. (2016). Rapid Entire Body Assessment: A Literature Review. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 1, No.9, pp. 107-118.
- Alfandianto, Alex., Putri, Margareta Hernita Erni Dwi. (2017). Analisis Biomekanika Pada Postur dan Gerak Tubuh Operator Book Lift Guna Mengidentifikasi Risk of Musculoskeletal Disorders. *Saintek*, Vol. 1, No. 2, pp. 95-105.
- Chaffin, D. B. dan Anderson, G. B. J. (1991). *Occupational Biomechanics. 2nd ed.* Wiley. New York, USA.
- Damayanti, Rosma Hani., Iftadi, Irwan., dan Astuti, Rahmadiyah Dwi. (2014). ANALISIS POSTUR KERJA PADA PT. XYZ MENGGUNAKAN METODE ROSA (RAPID OFFICE STRAIN ASSESSMENT). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 13, No. 1 pp.1-7.
- Grandjean, E. (1986). *Fitting the Task to the Man An Ergonomic Approach.* Taylor & Francis. London & Philadelphia.
- Hikmah, Rizqi N., Sujoso, Anita D. P., Hartanti, Ragil I. (2015). Postur Kerja Sebelum dan Sesudah Pelatihan Safety Tentang Manual Material Handling pada Pekerja Depo Air Minum ( Studi Kasus di Kecamatan Sumbersari Jember). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*. Pp. 1-5.
- Mas'adah, E., Fatmawati, W. dan Ajibta, L. (2009). Analisa Manual Material Handling (MMH) dengan Menggunakan Metode Biomekanika Untuk Mengidentifikasi Resiko Cidera Tulang Belakang (Musculoskeletal Disorder) (Studi Kasus pada Buruh Pengangkatan Beras di Pasar Jebok Demak). *Sultan Agung*, Vol. 65, No. 119, pp. 37-56.
- McAtamney, L., & Hignett, S. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, Vol. 31, pp. 201-205.
- Nurmianto, E. (1991). *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya Tinjauan Anatomi, Fisiologi, Antropometri, Psikologi, dan Komputasi untuk Perancangan, Kerja dan Produk.* PT. Guna Widya. Jakarta.
- Siregar, I., Tarigan, I. R., Syahputri, K. dan Sari, R. M. (2018). Application of biomechanics in industry, *2nd Nommensen International Conference on Technology and Engineering*, pp. 1-7 (Medan, 20 Juli 2018).

- Sukania, I.W., (2012). Analisa Ergonomi Kegiatan Mengangkat Beban Studi Kasus Mengangkat Galon Air Ke Atas Dispenser. *Karya Ilmiah Dosen Universitas Tarumanegara*.
- Tayyari, F. & Smith, J. L. (1997). *Occupational ergonomics: Principles and applications*. Springer. US.
- Tripujadi, Harisno & Sugiarto, E. (2009). Aplikasi Sistem Informasi K3 dengan Metode RULA dan NIOSH, *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009*, (Yogyakarta, 2009).
- Waters, T. R., Anderson, V. P., & Garg, A. (1994). *Applications Manual For The Revised NIOSH Lifting Equation*. DHHS (NIOSH) Publication No. 94-110. Cincinnati, Ohio 45226.