

Evaluasi Ergonomi Aktivitas *Manual Material Handling* pada Bagian Produksi di CV. GMS, Bangkalan

Mahrus Khoirul Umami^{1*}, Andi Dwi Rahman Hadi², Fitri Agustina³

^{1,3}) Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri,

Universitas Trunojoyo Madura

Jl. Raya Telang, Kamal, Bangkalan 69162

mahrus_umami@yahoo.co.id; fitri_agoesti@yahoo.co.id

²) Alumni Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri,

Universitas Trunojoyo Madura

Jl. Raya Telang, Kamal, Bangkalan 69162

aldi_rofiqoh@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas penanganan botol yang sudah terisi air pada bagian produksi di CV. GMS. Pekerja pada bagian ini mengalami keluhan dan nyeri pada bagian lengan bawah, lengan atas, dan punggung. Pengamatan dilakukan terhadap semua pekerja yang bertugas menangani botol yang sudah terisi yang berjumlah lima orang. Pekerjaan yang diamati adalah memindahkan botol dari ban berjalan ke lantai dan mengirimkannya ke bagian berikutnya. Evaluasi dilakukan terhadap beban kerja dan jadwal kerja-istirahat berdasarkan tinjauan ergonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi yang dikeluarkan oleh kelima pekerja untuk aktivitas yang diamati berada pada kisaran 3,70-4,07 kkal/menit. Dengan demikian, secara fisiologis aktivitas kerja para pekerja dapat diklasifikasikan sebagai kerja sedang. Waktu istirahat yang diberikan secara terjadwal pada jam 12.00-13.00 sudah mencukupi kebutuhan istirahat untuk semua pekerja. Sementara itu, evaluasi dengan Persamaan Pengangkatan NIOSH yang direvisi tahun 1991 menunjukkan *Lifting Index* (LI) yang lebih besar dari 3. Untuk memecahkan masalah ini, beberapa modifikasi dilakukan pada faktor-faktor pengali dengan metode coba-dan-gagal dalam perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL), tetapi hasilnya juga tidak memberikan nilai LI di bawah 1. Oleh karena itu rekomendasi yang diberikan adalah menambahkan bangku dan jalur penggelindingan pada akhir ban berjalan. Untuk mengirimkan botol air ke bagian berikutnya, pekerja dapat menggulingkannya ke bangku dan mendorongnya ke jalur yang disediakan.

Kata Kunci: Penanganan material, Ergonomi, Metode kerja

Abstract

*This study is aimed to evaluate the activity of workers in handling the water bottles in the production section at CV. GMS. The workers in this section experience some disorders and pains on their forearms, upper arms and backs. The observation was performed on all five workers who handle the bottles. The tasks observed in this study are lowering the bottles from the belt conveyor to the floor and sending the bottles to the next section. The evaluation was done on the work load and the work-rest schedule based on the ergonomic aspects. The results showed that the energy expended by the five workers to complete the task is in the range of 3.70 to 4.07 kcal/min. Thus, physiologically the activity of the workers can be classified as the moderate work. The rest hour scheduled from 12.00 to 13.00 has fulfilled the need of rest time for all workers. Meanwhile, the evaluation by using the revised NIOSH lifting equation 1991 showed that the *Lifting Index* (LI) was more than 3. To solve this problem, a few modifications were done on the multiplier factors by trial-and-error method in the calculation of the *Recommended Weight Limit* (RWL), but the results did not also provide the LI value below 1. Therefore, the recommendation is to add a bench and a skidding path at the end of the conveyor belt so that the workers do not need to lift the bottle. To send the water bottles to the next section, they can overthrow them to the bench and the path.*

Keywords: Material handling, Ergonomic, Work method

1 Pendahuluan

Penanganan material secara manual merupakan aktivitas yang selalu ada dalam industri manufaktur dan industri pengolahan. Di Indonesia, negara yang memiliki jumlah tenaga kerja yang melimpah, aktivitas penanganan material secara manual menjadi hal yang biasa ditemui pada hampir seluruh industri, khususnya yang masih tergolong skala menengah dan kecil. Demikian juga yang dapat ditemui di CV. GMS yang memproduksi air minum dalam kemasan botol 19 liter di Kabupaten Bangkalan. Sebagai perusahaan kecil menengah yang sedang berkembang, kapasitas produksi pada divisi usaha air dalam kemasan di CV. GMS saat ini adalah 300 botol per hari. Selain memproduksi air minum dalam kemasan botol 19 liter, perusahaan ini juga memproduksi air minum dalam kemasan cangkir (*cup*) plastik ukuran 240 ml yang sudah terdaftar di Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Untuk kelancaran proses produksi air kemasan, perusahaan telah memanfaatkan beberapa peralatan mesin dan beberapa operator. Tenaga manusia digunakan pada bagian akhir proses, yaitu pada pemindahan botol yang sudah berisi air dari ban berjalan ke lantai untuk dikirimkan ke bagian penyimpanan. Dengan jam kerja pada bagian produksi adalah 8 jam dan waktu istirahat selama satu jam, yaitu pada pukul 12.00-13.00, maka seorang pekerja pada bagian produksi akan melakukan aktivitas pengangkatan botol sebanyak 50 kali per jam atau kurang dari sekali per menit. Namun demikian, hasil pengamatan pendahuluan mendapatkan adanya keluhan yang dialami oleh para pekerja.

Dari *Nordic Questionnaire* yang disebarakan kepada semua pekerja di bagian produksi didapatkan adanya keluhan dan nyeri pada bagian lengan bawah, lengan atas, dan punggung yang dialami oleh pekerja (Hadi et al., 2012). Adanya keluhan ini diduga karena ketidaksesuaian antara beban kerja yang dialami oleh pekerja dan waktu istirahat yang diberikan, baik interval atau pun durasinya. Kecenderungan pekerja untuk terus-menerus bekerja dan mengabaikan kebutuhan fisiknya untuk beristirahat dapat mengakibatkan adanya keluhan-keluhan tersebut, bahkan juga terjadinya sakit akibat kerja (Umami, 2011). Selain itu, beban yang terlalu berat dan teknik penanganan beban yang tidak tepat juga memicu terjadinya gangguan muskuloskeletal (NIOSH, 2007).

Pada penelitian ini telah dilakukan evaluasi

ergonomi pada aktivitas pengangkatan beban di bagian produksi dan juga dirumuskan rekomendasi metode kerja yang lebih baik dan sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi kerja. Evaluasi dilakukan terhadap beban kerja secara fisiologis dengan menggunakan pengukuran denyut nadi pekerja setiap menit. Di samping itu, evaluasi juga dilakukan dengan Persamaan Pengangkatan NIOSH yang direvisi 1991. Artikel ini merupakan pengembangan dari artikel sebelumnya (Hadi et al., 2012) dengan pembahasan yang lebih mendalam dan teliti.

2 Metode

Pengamatan dilakukan terhadap semua pekerja pada bagian produksi, yaitu lima orang subjek, berjenis kelamin laki-laki, dan bertugas memindahkan botol air minum volume 19 liter yang sudah terisi air dari ban berjalan ke lantai dan mengirimkannya ke bagian berikutnya. Evaluasi beban kerja dilakukan secara fisiologis berdasarkan konsumsi energi yang ditentukan dengan mengukur denyut nadi kerja (DNK) dan denyut nadi istirahat (DNI). Cara pengukuran ini dipilih karena merupakan cara yang paling mudah dilakukan dan tidak memerlukan peralatan yang rumit. Selain itu, menurut Ceesay et al.(1989) denyut jantung (nadi) dapat digunakan sebagai alternatif menentukan energi yang dikerahkan seseorang untuk bekerja. Selanjutnya, perhitungan konsumsi energi dilakukan mengikuti rumusan Sotalaksana (1985), yaitu dengan pendekatan persamaan regresi kuadratis:

$$Y = 1,80411 - 0,0229X + 0,00047X^2 \quad (1)$$

dengan:

Y : energi yang dikeluarkan (kcal/menit)

X : denyut nadi (denyut/menit).

Penghitungan DNK dilakukan sebanyak empat kali selama jam kerja pagi hari, sedangkan penghitungan DNI dilakukan sesaat sebelum pekerja memulai aktivitas kerjanya pada pagi hari. Periode pengukuran DNK I, II, III, dan IV berturut-turut dilakukan pada kisaran jam 9.00-9.20, 10.00-10.20, 11.00-11.20 dan 12.00-12.20.

Evaluasi lain dilakukan dengan menggunakan Persamaan Pengangkatan NIOSH yang direvisi pada tahun 1991 (Waters, 1993), yang juga umum disebut sebagai Persamaan Pengangkatan NIOSH yang direvisi 1993 (Marras, 2006) atau Persamaan Pengangkatan NIOSH yang direvisi 1994 (NIOSH, 2007). Persamaan

*Korespondensi Penulis

Pengangkatan NIOSH yang direvisi tersebut adalah:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (2)$$

dengan:

LC : *lifting constant*, 23 kg

HM : *horizontal multiplier*, 25/H

VM : *vertical multiplier*, $1 - 0,003 [|V - 75|]$

DM : *distance multiplier*, $0,82 + 4,5/D$

AM : *asymmetric multiplier*, $1 - 0,0032 A$

FM : *frequency multiplier*

CM : *coupling multiplier*

H : Jarak horizontal antara posisi tangan yang memegang beban dengan titik tengah antara mata kaki (cm)

V : Jarak vertikal posisi beban dari lantai sebelum diangkat (cm)

D : Jarak vertikal pengangkatan (cm)

A : Sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki ($^{\circ}$)

Untuk itu data-data yang dikumpulkan meliputi : jarak horizontal beban terhadap pekerja, jarak vertikal beban terhadap lantai, jarak perpindahan vertikal beban, dan sudut asimetri yang dibentuk antara posisi tangan dan kaki pekerja, saat menangani beban. Data-data untuk evaluasi NIOSH ini diambil pada posisi asal beban dan posisi tujuan pemindahan beban.

3 Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan telah memberikan data denyut nadi istirahat (sebelum bekerja) dan denyut nadi kerja (selama bekerja) dari setiap pekerja sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Rerata denyut nadi istirahat (DNI) dan denyut nadi kerja (DNK) pekerja

Pekerja ke	DNI(dpm)	DNK pada interval jam (dpm)			
		I	II	III	IV
1	60,43	90,64	93,18	93,32	91,35
2	65,85	84,90	82,25	85,57	93,35
3	68,56	86,02	91,16	95,31	91,05
4	69,78	100,04	93,47	92,98	92,36
5	66,95	95,31	98,20	95,80	101,36

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa denyut nadi kerja kelima pekerja berada pada kisaran 80-110 denyut/menit. Berdasarkan klasifikasi yang diberikan oleh Tayyari dan Smith (1997) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2, maka beban kerja para pekerja tersebut termasuk ke dalam kategori sedang dengan energi yang dikelu-

arkan berada di bawah 300 kkal/jam atau di bawah 5 kkal/menit.

Tabel 2: Klasifikasi beban kerja fisik berdasarkan konsumsi oksigen dan energi yang dikeluarkan (Tayyari dan Smith, 1997)

Klasifikasi beban kerja	Konsumsi oksigen (lt/menit)	Energi yang dikeluarkan (kkal/jam)	Denyut jantung (dpm)
Sangat ringan	0,23-0,33	75-100	60-80
Ringan	0,33-0,5	100-150	70-90
Sedang	0,5-1,0	150-300	80-110
Berat	1,0-1,5	300-450	100-130
Sangat berat	1,5-2,0	450-600	120-150

Hasil perhitungan konsumsi energi dengan menggunakan persamaan yang diajukan oleh Satalaksana (1985) juga semakin menguatkan kesimpulan beban kerja para pekerja termasuk kategori sedang. Perhitungan tersebut mendapati konsumsi energi saat bekerja berada pada kisaran 3,1 - 4,33 kkal/menit sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa untuk melakukan pekerjaan tersebut dengan durasi waktu kerja selama 4 jam terus-menerus, setiap pekerja tidak memerlukan waktu istirahat tambahan yang terjadwalkan.

Tabel 3: Konsumsi energi pekerja saat istirahat dan saat bekerja (dalam kkal/menit)

Pekerja ke	Energi istirahat	Energi kerja				
		I	II	III	IV	Rerata
1	2,14	3,60	3,77	3,78	3,65	3,70
2	2,34	3,26	3,11	3,30	3,78	3,36
3	2,45	3,32	3,64	3,91	3,63	3,62
4	2,50	4,23	3,78	3,75	3,71	3,87
5	2,38	3,91	4,10	3,94	4,33	4,07

Analisis dengan Persamaan NIOSH dilakukan dengan menggunakan data yang ditunjukkan pada Tabel 4. Pada tabel tersebut juga ditunjukkan hasil perhitungan faktor-faktor pengali komponen Persamaan NIOSH sekaligus hasil perhitungan RWL dan LI untuk setiap pekerja.

Perhitungan RWL dilakukan dengan menggunakan konstanta beban pengangkatan, LC sebesar 23 kg. Jarak vertikal perpindahan beban, D untuk semua pekerja adalah sama, yaitu ketinggian ban berjalan dari lantai, 50 cm. Sudut asimetrik yang diambil oleh masing-masing pekerja pada posisi asal beban bervariasi dari 18° sampai 27° tergantung pada posisinya terhadap ban berjalan, sehingga pengali asimetrik (AM) juga bervariasi. Sedangkan sudut asimetrik pada posisi tujuan beban adalah sama yaitu 0° , sehingga besar AM pada posisi tujuan adalah 1. Faktor pengali kopling (CM)

adalah 0,90 karena pada objek yang diangkat tidak terdapat pegangan, sehingga pekerja tidak dapat dengan mudah memegang beban saat melakukan pengangkatan (Waters, 2006). Sementara, untuk faktor pengali frekwensi (FM) dengan frekwensi pengangkatan sebanyak 43 kali per jam atau 0,71 per menit adalah 0,75 (Waters, 2006).

Penentuan batasan aman aktivitas pengangkatan didasarkan pada *Lifting Index* (LI). Dalam hal ini nilai LI tidak boleh lebih besar dari 1. Aktivitas mengangkat dengan nilai $LI > 1$, akan meningkatkan resiko terhadap keluhan sakit punggung. Oleh karena itu, teknis pengangkatan dapat dirancang sedemikian rupa sehingga nilai $LI < 1$. Untuk beban kerja dengan nilai $LI > 3$, sudah dapat dipastikan terjadinya *overexertion* (Waters et al., 1993; Waters, 2006).

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai RWL untuk setiap pekerja berada jauh di bawah 19 kg. Dari tabel juga dapat dilihat besaran $LI > 1$ dan bahkan terdapat dua orang pekerja dengan LI pada posisi asal beban yang lebih besar dari 3. Hal ini menunjukkan adanya pengearahan tenaga yang berlebihan dan berpotensi mengakibatkan terjadinya keluhan serta cedera pada punggung bawah. Hasil ini menguatkan dugaan bahwa adanya keluhan muskuloskeletal yang dirasakan oleh para pekerja bukan karena kurangnya waktu istirahat, akan tetapi karena aktivitas pengangkatan yang melebihi rekomendasi yang diberikan oleh NIOSH. Oleh karena itu, agar pekerja dapat mengangkat beban 19 kg tersebut dengan aman diperlukan perbaikan pada teknis pengangkatan atau dengan memperbaiki peralatan kerjanya.

Berdasarkan Persamaan NIOSH tersebut, untuk menurunkan LI menjadi di bawah satu atau setidaknya tidaknya mendekati satu dapat dilakukan dengan memperbesar RWL atau menurunkan beban yang diangkat. Mengingat beban yang diangkat adalah botol kemasan air mineral 19 liter yang sudah umum dikonsumsi oleh masyarakat, maka pilihan yang mungkin adalah dengan memperbesar RWL. Untuk itu, beberapa pilihan yang dapat dilakukan oleh pekerja atau manajemen perusahaan berdasarkan pedoman yang diberikan NIOSH adalah dengan (NIOSH, 2007) :

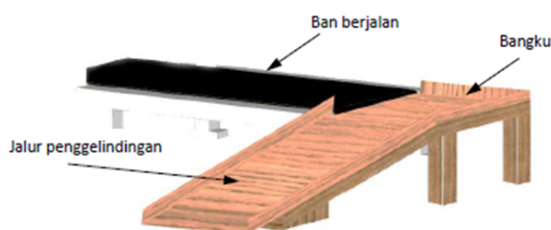
1. Mengurangi jarak antara beban yang diangkat dan tubuh pekerja, sebagaimana yang dilakukan oleh Umami (2011) untuk aktivitas pengangkatan oleh wanita Madura.
2. Mengurangi sudut asimetrik.
3. Mengurangi jarak perpindahan vertikal.

4. Mengurangi frekwensi pengangkatan.
5. Merekayasa jarak vertikal beban dari lantai.
6. Memperbaiki pegangan tangan pada beban.

Berdasarkan pertimbangan ketinggian ban berjalan yang sudah ada, volume dan bentuk botol yang digunakan, tujuan akhir beban setelah perpindahan, dan kapasitas produksi yang diharapkan, dengan menggunakan metode coba-dan-gagal seperti langkah yang diambil Hadi et al. (2012) dan Umami (2011), maka pilihan langkah-langkah pertama yang dapat diambil untuk meningkatkan RWL adalah poin (1) dan (2). Pilihan poin (3) dan (5) dapat diambil dengan menambahkan alat lain atau memodifikasi ketinggian ban berjalan dan lantai di posisi tujuan.

Dengan menggunakan asumsi jarak minimum beban ke pekerja 30 cm dengan mempertimbangkan diameter botol dan menggunakan sudut asimetrik sekecil mungkin, 18° di posisi asal, didapatkan nilai RWL sebesar 10,93 kg, sedangkan untuk sudut asimetrik 0° di posisi tujuan didapatkan RWL sebesar 9,83 kg. LI untuk posisi asal dan posisi tujuan berturut-turut sebesar 1,75 dan 1,94. Kedua nilai LI tersebut masih jauh di atas 1 (lihat Tabel 5). Oleh karena itu, untuk mendapatkan LI yang memenuhi rekomendasi NIOSH, pilihan poin (3) dan (5) menjadi mutlak harus dilakukan.

Jarak vertikal beban pada posisi asal sudah sangat baik karena nilainya sudah mendekati 75 cm, sehingga ketinggian ban berjalan tidak perlu dirancang ulang. Bahkan jarak vertikal beban ini cukup dekat dengan revisi yang diajukan oleh Muslim et al. (2013), yaitu setinggi 69 untuk pekerja laki-laki Indonesia. Modifikasi dapat dilakukan pada ketinggian posisi tujuan, yaitu dengan menambahkan bangunan seperti bangku yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Ilustrasi bangku dan jalur penggelinding botol pada bagian akhir ban berjalan

Penambahan jalur penggelinding ini direkomendasikan karena berdasarkan penga-

Tabel 4: Variabel pada perhitungan dengan Persamaan Pengangkatan NIOSH yang direvisi 1991

Pekerja ke	Asal									
	H (cm)	V (cm)	D (cm)	A (°)	HM	VM	DM	AM	RWL (kg)	LI
1	50	70	50	18	0,50	0,99	0,91	0,94	6,56	2,91
2	70	70	50	26	0,36	0,99	0,91	0,92	4,56	4,19
3	50	70	50	27	0,50	0,99	0,91	0,91	6,36	3,01
4	40	70	50	25	0,63	0,99	0,91	0,92	8,00	2,39
5	30	70	50	27	0,83	0,99	0,91	0,91	10,59	1,80
Tujuan										
1	40	20	50	0	0,63	0,84	0,91	1,00	7,37	2,59
2	30	20	50	0	0,83	0,84	0,91	1,00	9,83	1,94
3	30	20	50	0	0,83	0,84	0,91	1,00	9,83	1,94
4	30	20	50	0	0,83	0,84	0,91	1,00	9,83	1,94
5	25	20	50	0	1,00	0,84	0,91	1,00	1,80	1,62

Tabel 5: Perhitungan beban kerja dengan perbaikan pada jarak horizontal (H) dan sudut asimetrik (A)

	H (cm)	V (cm)	D (cm)	A (°)	HM	VM	DM	AM	RWL (kg)	LI
Asal	30	70	50	18	23	0,83	0,99	0,91	10,93	1,75
Tujuan	30	20	50	0	23	0,83	0,84	0,91	9,83	1,94

matan awal diketahui pekerja menggelindingkan botol isi tersebut untuk mengirimkannya ke bagian berikutnya (Hadi et al, 2012). Dengan penambahan bangku dan jalur penggelindingan pada bagian akhir ban berjalan, pekerja tidak perlu lagi mengangkat botol yang sudah berisi air, tetapi hanya perlu menggulingkannya ke posisi yang tepat pada bangku tersebut.

Cara ini adalah cara yang lebih ekonomis dan laik dibandingkan dengan menambahkan lagi ban berjalan dari bagian akhir proses produksi menuju ke tempat penyimpanan. Penambahan ban berjalan akan membutuhkan investasi yang lebih besar apabila dibandingkan dengan penambahan bangku dan jalur penggelindingan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Dengan adanya jalur penggelindingan yang miring ini, maka akan mengurangi pengerahan tenaga oleh pekerja. Dengan demikian energi yang dikerahkan untuk melakukan pekerjaan diharapkan akan semakin rendah. Hal ini dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya setelah rekomendasi ini diterapkan perusahaan.

4 Kesimpulan

Dalam penelitian ini, evaluasi fisiologis dengan menggunakan denyut nadi kerja (DNK) dan denyut nadi istirahat (DNI) telah menunjukkan bahwa beban kerja yang dialami setiap pekerja termasuk aktivitas kerja dengan beban

sedang. Jadwal kerja-istirahat yang saat ini diterapkan sudah mencukupi kebutuhan istirahat pekerja dan tidak perlu dilakukan penjadwalan ulang. Sementara itu, hasil evaluasi dengan Persamaan Pengangkatan NIOSH yang direvisi tahun 1991 menunjukkan bahwa beban yang diangkat oleh pekerja terlalu berat, sehingga perlu untuk memodifikasi faktor-faktor pengali agar nilai indeks pengangkatannya kurang dari satu. Hasilnya, beberapa modifikasi pada faktor-faktor pengali persamaan tersebut tidak memberikan nilai indeks pengangkatan yang sesuai harapan. Oleh karena itu, rekomendasi yang diberikan adalah dengan melakukan modifikasi pada peralatan kerja, yaitu dengan cara menambahkan bangku dan jalur penggelindingan pada bagian akhir ban berjalan. Dengan demikian, pekerja tidak perlu lagi mengangkat beban dan cukup dengan menggulingkannya ke bangku tersebut untuk dikirimkan ke bagian selanjutnya dengan memanfaatkan kemiringan jalur penggelindingan dan gaya gravitasi bumi. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan terhadap keluhan muskuloskeletal dan energi yang dikeluarkan oleh pekerja setelah rekomendasi penelitian ini. Selain itu, pengamatan juga dapat dilakukan pada divisi produk yang lain dengan jumlah subjek yang lebih lengkap dan metode yang lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- Ceesay, S. M., Prentice, A. M., Day, K. C., Murgatroyd, P. R., Goldberg, G. R., & Scott, W. (1989). *The use of heart rate in the estimation of energy expenditure: a validation study using indirect whole-body calorimetry*. *British Journal of Nutrition*, Vol. 61, 175-186.
- Hadi, A. D. R. Agustina, F., & Umami, M. K. (2012). *Evaluasi Istirahat Berdasarkan Beban Kerja Fisik dan Biomekanika pada Aktivitas Manual Bagian Produksi*. Makalah skripsi (tidak dipublikasikan), Program Studi Teknik Industri. Universitas Trunojoyo Madura: Bangkalan.
- Marras, W. S. (2006). *Biomechanical Basis for Ergonomics dalam The Occupational Ergonomics Handbook: Fundamentals and Assessment Tools for Occupational Ergonomics* (Marras, W. S. dan Karwowski, W., editor) (Ed. ke-2). New York: Taylor and Francis.
- Muslim, E., Nuraini, A. I., & Puspasari, M. A. (2013). *Analysis of Vertical Multiplier on Revised National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Lifting Equation for Male Workers in Indonesia Industry*. *Advanced Engineering Forum*, Vol. 10, 236-242.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2007). *Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling*. Publication No. 2007-131, Atlanta: NIOSH.
- Sutalaksana, I. (1985). *Pengukuran Kerja*. Departemen Teknik Industri, Bandung: Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Tayyari, F. & Smith, J. L. (1997). *Occupational Ergonomics, Principle and Applications*. Ed. ke-1, Chapman & Hall.
- Umami, M. K. (2011). *Rekomendasi Teknis - Pengangkatan Material dan Waktu Istirahat pada Aktivitas Angkat-angkut Tradisional Wanita Madura*. *Rekayasa*, Vol. 3 (1), 1-5.
- Waters, T. R. (2006). *Revised NIOSH Lifting Equation dalam The Occupational Ergonomics Handbook : Fundamentals and Assessment Tools for Occupational Ergonomics* (Marras, W. S. dan Karwowski, W., editor). (Ed. ke-2), New York: Taylor and Francis.
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. J. (1993). *Revised NIOSH Equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Tasks*. *Ergonomics*, Vol. 36 (7), 749-776.