

KAJIAN MANUAL MATERIAL HANDLING TERHADAP KEJADIAN LOW BACK PAIN PADA PEKERJA TEKSTIL

Indri Santiasih

Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
indri.santiasih@gmail.com

Abstrak

Kegiatan *packing* di departemen Pemintalan ditangani secara manual seperti *weighing*, mengatur kotak tempat yang tinggi sampai 2,5 m pada *pallette* tersebut. Jika mengangkat dan memindahkan kotak dilakukan oleh salah cara, bisa menyebabkan kecelakaan dan pekerjaan terkait penyakit (nyeri punggung bawah). Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis hubungan antara kasus nyeri pinggang dan RWL-LI, dan variabel lainnya (umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, tingkat pendidikan, dan masa kerja) untuk kasus nyeri punggung bawah.

Nyeri pinggang Pekerja diidentifikasi oleh peta tubuh Nordic dan kuesioner. *lifting index* dihitung oleh RWL-LI. Regresi logistik dengan Minitab 14.0 Program diterapkan baik dalam hubungan antara kasus nyeri pinggang dan RWL-LI atau hubungan antara kasus nyeri pinggang dan variabel lainnya ((umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, dan tingkat pendidikan).

Hasil penelitian menunjukkan $G_{hit} = 3,610$ or p value = 0,04, maka diartikan bahwa *lifting index* (RWL-LI) secara signifikan berpengaruh terhadap kasus-kasus nyeri punggung bawah. Sementara itu variabel lain secara signifikan dipengaruhi adalah usia ($G_{hit} = 6,637$ or p value = 0,01), kebiasaan merokok ($G_{hit} = 5,730$ or p value = 0,017), tingkat pendidikan ($G_{hit} = 6,295$ or p value = 0,012). Jenis kelamin tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kasus-kasus nyeri punggung bawah.

Kata kunci: RWL-LI, nyeri punggung bawah, manual material handling

Abstract

Packing activities in Spinning department were handled by manual such as weighing, arranging boxes elevated place to 2,5 m on the pallette. If lifting and moving boxes were done by incorrectly ways, could caused accident and work related deseases (low back pain). Therefore the purposes of this research to analyze the relationship between low back pain cases and RWL-LI, and other variable (age, sex, smoking habits, education level, and work duration) to low back pain cases.

Worker's low back pain was identified by Nordic body map and questioner. Lifting index was counted by RWL-LI. The logistic regression with Minitab 14.0 program applied either in the relationship between low back pain cases and RWL-LI or the relationship between low back pain cases and other variable ((age, sex, smoking habits, and education level).

The result showed $G_{hit} = 3,610$ or p value = 0,04, it meant that lifting index (RWL-LI) was significantly influenced to low back pain cases. Meanwhile the other variables were significantly influenced were age ($G_{hit} = 6,637$ or p value = 0,01), smoking habits ($G_{hit} = 5,730$ or p value = 0,017), education level ($G_{hit} = 6,295$ or p value = 0,012). Sex was't significantly influenced to low back pain cases.

Key words: RWL-LI, low back pain, manual material handling

PENDAHULUAN

Manual material handling (MMH) adalah semua pekerjaan pengangkatan beban (meliputi aktivitas memutar, membengkokkan, meraih, menurunkan, mendorong, menarik, membawa dan membalik) yang dilakukan oleh pekerja dengan tujuan untuk memindahkan beban tersebut dari suatu lokasi asal menuju suatu lokasi tujuan tertentu (Nurmianto, 1998).

Alasan digunakan cara kerja manual dengan tenaga manusia dalam kegiatan pemindahan material/ beban ini adalah karena adanya beberapa keuntungan yang dapat diperoleh yaitu lebih fleksibel dalam gerakan pemindahan material di lokasi kerja yang tidak teratur/ tidak rapi serta lebih murah dan mudah dilakukan untuk beban ringan.

Pengangkatan dan pemindahan beban secara manual apabila tidak dilakukan

secara benar akan menimbulkan kecelakaan dalam industri. Kecelakaan industri (*industrial accident*) yang disebut sebagai *over exertion-lifting and carrying* yaitu kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan oleh beban angkat yang berlebihan. Jika tubuh manusia mengangkat suatu beban, maka seluruh tubuh akan mengalami semacam ketegangan. Otot tubuh pada dasarnya berfungsi untuk menegakkan tubuh manusia dan jika otot ini diberi beban tambahan maka otot tubuh akan menegang dan pembuluh darah mengecil, akibatnya orang tersebut akan merasa letih. Jika hal ini dibiarkan akan mengakibatkan kecelakaan kerja yang membahayakan keselamatan dan kesehatan pekerja. Ketegangan yang diderita otot tubuh akan semakin berat jika beban yang diterima semakin berat dan terjadi berulang (*repetitive*) serta cara pengangkatan yang tidak benar.

Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat berat. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan *muskuloskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada system muskuloskeletal (Grandjean, 1993; Lemasters, 1996). Keluhan otot kemungkinan tidak terjadi apabila kontraksi otot hanya berkisar antara 15-20% dari kekuatan otot maksimum. Namun apabila kontraksi otot melebihi 20%, maka peredaran darah ke otot berkurang menurut tingkat kontraksi yang dipengaruhi oleh besarnya tenaga yang diperlukan. Suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan sebagai akibatnya terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan timbulnya rasa nyeri otot (Suma'mur, 1967 ; Grandjean, 1993).

Metode analitik yang direkomendasikan oleh NIOSH untuk pekerjaan mengangkat adalah *Recommended Weighing Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI). NIOSH memberikan cara sederhana untuk mengestimasi kemungkinan

terjadinya peregangan otot yang berlebihan (*overexertion*) atas dasar karakteristik pekerjaan. RWL adalah berat beban yang masih aman untuk dikerjakan oleh pekerja dalam waktu tertentu tanpa meningkatkan resiko gangguan sakit pinggang (*low back pain*). Untuk beban kerja dengan nilai LI > 1, mengandung resiko keluhan sakit pinggang, sedangkan untuk nilai LI > 3 (*highly stressful task*), sudah dapat dipastikan menyebabkan terjadinya *overexertion*.

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang tekstil, yang mempunyai beberapa departemen yaitu *Spinning, Spinning Expansion, Multi Fold, Embroidery, New Embroidery, Processing, Non Woven, Engineering, Stores & Sls GD, dan General*. Pada departemen *Spinning* di bagian *packing* terdapat beberapa kegiatan yang sebagian besar dilakukan secara manual terutama penimbangan, penyusunan produk di dalam kardus dan penyusunan kardus-kardus di atas palet-palet yang mencapai ketinggian sampai 2,5 m. Penyusunan kardus di atas palet secara manual tersebut sangat memungkinkan terjadinya peregangan otot yang berlebihan karena dilakukan secara terus-menerus dengan waktu istirahat hanya setengah jam dalam sehari bekerja sehingga sangat mungkin menyebabkan terjadinya penyakit *low back pain* pada pekerja. Selain itu para pekerja juga mengalami keluhan berupa nyeri di bagian punggung dan pinggang.

Olehkarena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara index pengangkatan (*lifting index*) terhadap kejadian *low back pain* (nyeri punggung bawah) pada pekerja di bagian *packing* departemen *Spinning* PT.X dengan mempertimbangkan beberapa variable perancu, yaitu umur, jenis kelamin, lama kerja dan kebiasaan merokok.

METODE PENELITIAN

Responden dalam penelitian ini adalah tenaga kerja di bagian *packing* pada departemen *Spinning* sebanyak 60 orang. Penyebaran kuesioner dan *Nordic body map* digunakan untuk mengetahui karakteristik responden dan untuk mengidentifikasi adanya *low back pain*.

Perhitungan *Recommended Weighting Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI) digunakan untuk menentukan index pengangkatan apakah melebihi batas yang diperkenankan atau tidak. Data yang diperlukan untuk perhitungan RML-LI ini adalah jarak horizontal antara beban dengan pekerja (H), jarak vertikal antara lantai dengan pegangan (V), jarak lintasan dari tempat awal ke tempat yang dituju (D), sudut putar pada saat memindahkan beban (A), frekuensi dan durasi dari pengangkatan (F) dan klasifikasi pegangan tangan (C).

Analisis regresi logistik dengan minitab 14.0 digunakan untuk melihat karakteristik hubungan antara adanya kejadian *low back pain* dengan hasil perhitungan RWL-LI, dan beberapa variable lain yaitu umur responden, jenis kelamin, kebiasaan merokok, tingkat pendidikan dan lama kerja. Diagram alir berikut ini menjelaskan mengenai alur penelitian yang sudah dijelaskan di atas. Secara lebih detail tahapan penelitian dijelaskan pada Gambar 1.

ANALISIS DATA

Hasil kuesioner digunakan untuk mengetahui karakteristik responden dan untuk mengetahui variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kejadian *low back pain* pada pekerja.

a. Index Pengangkatan (*Lifting Index*)

Untuk beban kerja dengan nilai LI > 1, mengandung resiko keluhan sakit pinggang, sedangkan untuk nilai LI > 3 (*highly stressful task*), sudah dapat dipastikan menyebabkan terjadinya *overexertion*. Berdasarkan hasil perhitungan RWL-LI diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1 Distribusi Silang Antara *Lifting Index* (LI) Dengan Kejadian Low Back Pain

No	Nilai <i>Lifting Index</i>	Tidak Low Back Pain				Total	
		Low Back Pain		Low Back Pain			
		n	%	n	%	n	%
1	≤ 1	0	0	3	5	3	5
2	> 1	6	10	51	85	57	95
Total		6	10	54	90	60	100

85 % responden yang mengalami *low back pain* mempunyai nilai LI yang > 1, sedangkan responden yang LI < 1 dan mengalami *low back pain* sebanyak 5%. Dari 51 orang yang memiliki LI > 1, ada 98 % yang mempunyai LI > 3. Menurut NIOSH, untuk beban kerja dengan nilai LI > 1, mengandung resiko keluhan sakit pinggang, sedangkan untuk nilai LI > 3 (*highly stressful task*), sudah dapat dipastikan menyebabkan terjadinya *overexertion*.

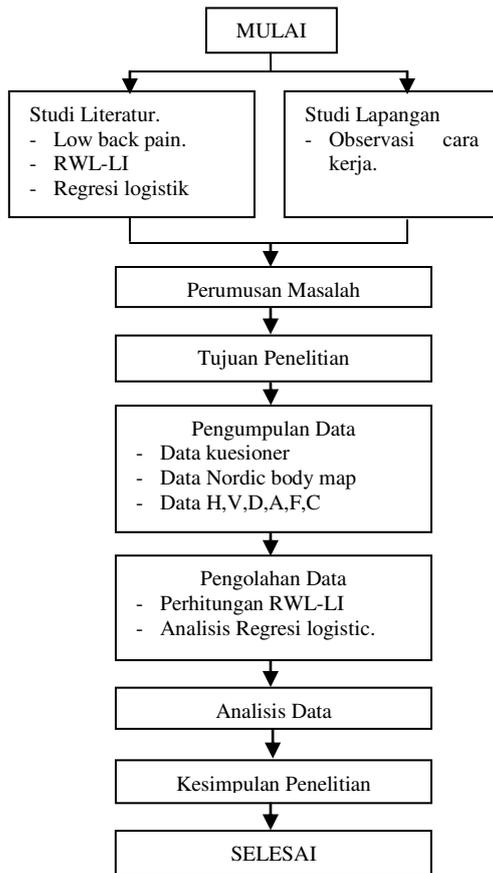
Berdasarkan hasil analisis regresi logistik diperoleh hasil bahwa nilai Z_{hit} LI = -2.04 atau nilai p = 0,042. Oleh karena nilai p < α ($\alpha=0,05$), hal ini berarti koefisien β_0 signifikan. Hal ini diperkuat oleh nilai G_{hit} = 3,610 atau nilai p = 0,04. Oleh karena nilai p < α , hal ini berarti bahwa index pengangkatan (RWL-LI) signifikan mempengaruhi kejadian *low back pain* (LBP). Tidak ada uji *Goodness of Fits* yang ditunjukkan. Hal ini berarti model ini dapat digunakan untuk semua derajat kebebasan.

b. Umur Responden

Menurut Batti'e *et al.*, (1989) bahwa kekuatan otot maksimal terjadi pada saat umur 20-29 tahun, selanjutnya terus terjadi penurunan sejalan dengan bertambahnya umur. Pada saat umur mencapai 60 tahun, rerata kekuatan otot menurun sampai 20%. Pada saat kekuatan otot mulai menurun maka resiko terjadinya keluhan otot akan semakin meningkat. (Tarwaka dkk, 2004). Hasil kuesioner menunjukkan bahwa 15% responden yang mengalami *low back pain* berusia antara 20-29 tahun, 36,7% berusia >29

Tabel 2 Distribusi Silang Umur Responden dengan Kejadian Low Back Pain

No	Umur (tahun)	Tidak Low Back Pain		Low Back Pain		Total	
		Low Back Pain		Low Back Pain			
		n	%	n	%	n	%
1.	20-29	0	0	9	15,0	9	15,0
2.	>29-40	1	1,7	22	36,7	23	38,3
3.	>40-50	1	1,7	15	23,3	16	26,7
4.	>50	4	6,7	8	13,3	12	20,0
Total		6	10,0	54	90,3	60	100



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

– 40 tahun, 23,3% berusia >40 – 50 tahun dan 13,3% berusia >50 tahun.

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik diperoleh hasil bahwa nilai Z_{hit} umur = 2,00 atau nilai $p = 0,046$. Oleh karena nilai $p < \alpha$ ($\alpha=0,05$), hal ini berarti koefisien β_0 signifikan. Hal ini diperkuat oleh nilai $G_{hit} = 6,637$ atau nilai $p = 0,01$. Oleh karena nilai $p < \alpha$, hal ini berarti bahwa umur responden signifikan mempengaruhi kejadian *low back pain* (LBP). Tetapi hasil uji Goodness fit of test menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengamatan dengan kemungkinan hasil prediksi model, karena nilai p dari metode pengujian Pearson, Deviance dan Hosmer Lemeshow $> \alpha$ ($\alpha=0,05$).

Hasil yang serupa juga diteliti oleh Chaffin (1979) dan Guo *et al.* (1995) menyatakan bahwa pada umumnya keluhan otot skeletal mulai dirasakan pada usia kerja, yaitu 25-65 tahun. Keluhan pertama biasanya dirasakan pada umur 35 tahun dan tingkat keluhan

akan terus meningkat sejalan dengan bertambahnya umur. Hal ini terjadi karena pada umur setengah baya, kekuatan dan ketahanan otot mulai menurun sehingga resiko terjadinya keluhan otot meningkat. Riihimaki *et al.* (1989) menjelaskan bahwa umur mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan keluhan otot, terutama untuk otot leher dan bahu, bahkan ada beberapa ahli lainnya menyatakan umur merupakan penyebab utama terjadinya keluhan otot.

c. Jenis Kelamin

Astrand and Rodahl (1977) menjelaskan bahwa kekuatan otot wanita hanya sekitar dua pertigadari kekuatan otot pria, sehingga daya tahan otot pria pun lebih tinggi dibandingkan dengan wanita. Hasil penelitian Betti'e *et al.* (1989) menunjukkan bahwa rerata kekuatan otot wanita kurang lebih hanya 60% dari kekuatan otot pria, khususnya untuk otot lengan, punggung dan kaki. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Chiang *et al.* (1993), Bernard *et al.* (1994), dan Hales *et al.* (1994) yang menyatakan bahwa perbandingan keluhan otot antara pria dan wanita adalah 1: 3. Dari uraian tersebut di atas, maka jenis kelamin perlu dipertimbangkan dalam mendesain beban tugas.

Pekerja laki-laki sebanyak 86,7% semua mengalami *low back pain*, sedangkan pekerja perempuan sebanyak 3,3% juga mengalami *low back pain*.

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik diperoleh hasil bahwa nilai Z_{hit} jenis kelamin = 1,60 atau nilai $p = 0,209$. Oleh karena nilai $p > \alpha$ ($\alpha=0,05$), hal ini berarti koefisien β_0 tidak signifikan. Hal ini diperkuat oleh nilai $G_{hit} = 1,307$ atau nilai $p = 0,253$. Oleh karena nilai $p > \alpha$, hal ini berarti bahwa jenis kelamin tidak signifikan mempengaruhi kejadian *low back pain* (LBP). Hal ini kemungkinan karena jumlah pekerja perempuan hanya 3 orang, sedangkan pekerja laki-laki sebesar 57 orang sehingga karakteristik pekerja perempuan relatif tidak terwakili.

Tabel 3 Distribusi Silang Jenis Kelamin Terhadap Kejadian *Low Back Pain*

No	Jenis Kelamin	Tidak Low Back Pain		Low Back Pain		Total	
		n	%	n	%	n	%
1	Laki-laki	5	8,3	52,0	86,7	57	95,0
2	Perempuan	1	1,7	2,0	3,3	3	5,0
Total		6	10,0	54,0	90,0	60	100

d. Kebiasaan Merokok

Boshuizen *et al.*, (1993) menemukan hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan keluhan otot pinggang, khususnya untuk pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot. Hal ini sebenarnya terkait erat dengan kondisi kesegaran tubuh seseorang. Kebiasaan merokok akan menurunkan kapasitas paru-paru, sehingga kemampuan untuk mengkonsumsi oksigen menurun dan sebagai akibatnya tingkat kesegaran tubuh juga menurun. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa sebanyak 60% responden mempunyai kebiasaan merokok dan mengalami *low back pain* dan sebanyak 31,7% responden yang tidak merokok juga mengalami *low back pain*.

Berdasarkan hasil analisis regresi logistic diperoleh hasil bahwa nilai Z_{hit} kebiasaan merokok = 2.03 atau nilai $p = 0,042$. Oleh karena nilai $p < \alpha$ ($\alpha=0,05$), hal ini berarti koefisien β_0 signifikan. Hal ini diperkuat oleh nilai $G_{hit} = 5,730$ atau nilai $p = 0,017$. Oleh karena nilai $p < \alpha$, hal ini berarti bahwa kebiasaan merokok responden signifikan mempengaruhi kejadian *low back pain* (LBP). Tidak ada uji *Goodness of Fits* yang ditunjukkan. Hal ini berarti model ini dapat digunakan untuk semua derajad kebebasan.

Hasil penelitian serupa juga ditemukan oleh Boshuizen *et al.*, (1993), yang menjelaskan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan keluhan otot pinggang, khususnya untuk pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot.

Tabel 4 Distribusi Silang Antara Kebiasaan Merokok dengan Kejadian *Low Back Pain*

No	Kebiasaan Merokok	Tidak Low Back Pain		Low Back Pain		Total	
		n	%	n	%	n	%
1	Merokok	5	8,3	36	60,0	41	68,3
2	Tidak merokok	1	1,7	19	31,7	19	31,7
Total		6	10,0	54,0	90,0	60,0	100

e. Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan tidak memiliki hubungan langsung dengan keluhan *low back pain*. Tingkat pendidikan disini dimaksudkan hanya untuk mengetahui tingkat pengetahuan pekerja mengenai cara/sikap kerja yang benar.

Tabel 5 Distribusi Silang Antara Tingkat Pendidikan Dengan Kejadian *Low Back Pain*

No	Tingkat Pendidikan	Tidak Low Back Pain		Low Back Pain		Total	
		n	%	n	%	n	%
1	SD	3	5,0	8	13,4	11	18,3
2	SMP	3	5,0	23	38,3	26	43,4
3	SMA	0	0	23	38,3	23	38,3
Total		6	10,0	54	90,0	60	100

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa 13,4% responden mengalami *low back pain* dengan pendidikan SD, 38,3% mengalami *low back pain* dengan tingkat pendidikan SMP, dan sebesar 38,3% responden yang mengalami *low back pain* berpendidikan SMA.

Berdasarkan hasil analisis regresi logistic diperoleh hasil bahwa nilai Z_{hit} tingkat pendidikan = -2.24 atau nilai $p = 0,025$. Oleh karena nilai $p < \alpha$ ($\alpha=0,05$), hal ini berarti koefisien β_0 signifikan. Hal ini diperkuat oleh nilai $G_{hit} = 6,295$ atau nilai $p = 0,012$. Oleh karena nilai $p < \alpha$, hal ini berarti bahwa tingkat pendidikan signifikan mempengaruhi kejadian *low back pain* (LBP). Tetapi hasil uji *Goodness of fits* menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengamatan dengan kemungkinan hasil prediksi model, karena nilai p dari metode pengujian Pearson, Deviance dan Hosmer Lemeshow $> \alpha$ ($\alpha=0,05$).

f. Lama Kerja

Lama jam kerja responden berdasarkan hasil kuesioner pada 60 orang pekerja packing (100%) untuk perharinya bekerja selama 8 jam, dimulai dari pukul 07.00-15.00 WIB. Pekerja bekerja 6 hari dalam seminggu dengan waktu istirahat selama lebih kurang 30 menit dalam sehari. Lama kerja ini terkait dengan lama paparan beban kerja, yang dalam hal ini terkait dengan beban angkat pada masing-masing pekerja. Apalagi waktu papar cukup lama yaitu 8 jam per hari (1 shift kerja) dengan waktu istirahat hanya 30 menit.

Tabel 6 Distribusi Silang Antara Lama Kerja dengan Kejadian *Low Back Pain*

No	Lama Kerja (jam/hari)	Tidak Low Back Pain		Low Back Pain		Total	
		n	%	n	%	n	%
1	≤ 8	0	0	0	0	0	0
2	> 8	6	10,0	54	90,0	60	100
	Total	6	10,0	54	90,0	60	100

KESIMPULAN

Index pengangkatan (RWL_LI) signifikan mempengaruhi kejadian *low back pain* yang ditunjukkan oleh nilai $G_{hit} = 3,610$ atau nilai $p = 0,04$ yang kurang dari α ($\alpha = 0,05$).

Variable lain yang signifikan mempengaruhi kejadian *low back pain* adalah umur responden ($G_{hit} = 6,637$ atau nilai $p = 0,01$), kebiasaan merokok ($G_{hit} = 5,730$ atau nilai $p = 0,017$), tingkat pendidikan ($G_{hit} = 6,295$ atau nilai $p = 0,012$). Variable yang tidak signifikan mempengaruhi *low back pain* adalah jenis kelamin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Astrand, P.O. and Rodahl, K. (1977). *Textbook of Work Physiology*. New York, McGraw Hill, 2nd. ed.
2. Battié, M.C., Bigos, S.J., Fisher, L.D., Hansson, T.H., Jones, M.E., Wortley, M.D. (1989). *Isometric lifting as a strength predictor of industrial back pain*. *Spine*, 14(8): 851-856. Ex.26-72.
3. Bernard, B., Sauter, S., Fine, S.J., Petersen, M., Hales, T. (1994). *Job task and psychosocial risk factors for work-related musculoskeletal disorders*

- among newspaper employees*. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 20(6):417-426.
4. Boshuizen HC, Verbeek JHAM, Broersen JPI. (1993). *Do smokers get more back pain? Spine*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
 5. Chaffin, D.B. (1979). *Manual materials handling the cause of overexertion injury and illness in industry*. *Journal of Environmental Pathology and Toxicology*, 2(5):67-73. Ex.26-1489
 6. Chiang, H.C., Ko, Y.C., Yu, H.S., Wu, T.N., Chang, P.Y., (1993). *Prevalence of Shoulder and Upper Limb Disorders Among Workers in The Fish Processing Industry*. *J.Work Environ Health*.
 7. Grandjean, E., (1993). *Fitting The Task to The Man: A Textbook of Occupational Ergonomics*. 4th.ed. Taylor and Francis. London.
 8. Guo, H.R., Tanaka, S., Cameron, L.L., Seligman, P.J., Behrens, V.J., Ger, J. (1995). *Back pain among workers in the United States: national estimates and workers at high risk*. *American Journal of Industrial Medicine*, 28(5):591-602.
 9. Hales, T.R., Sauter, S.L., Peterson, M.R., Fine, L.J., Putz-Anderson, V., Schleifer, L.R. (1994). *Musculoskeletal disorders among visual display terminal users in a telecommunications company*. *Ergonomics*, 37(10):1603-1621.
 10. Johansson, J.A., Rubenowitz, S. (1994). *Risk indicators in the psychosocial and physical work environment for work-related neck, shoulder, and low back symptoms: a study among blue and white collar workers in eight companies*. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 26:131-142. Ex.26-1331.
 11. Nurmianto, Eko. (1998) *Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya*. Surabaya.
 12. Nurmianto, Eko. (2000). *Ergonomi studi gerak dan waktu*. Surabaya.
 13. Suma'mur. (1967). *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : Gunung Agung.
 14. Tarwaka (2004), *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Uniba Press, Surakarta.