

ANALYSIS OF WORK POSTURE BASED ON QUICK EXPOSURE CHECK & MANUAL TASK RISK ASSESSMENT METHOD

Stefani Prima Dias K¹⁾, Fransisca Tania²⁾

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Jl. Raya Cisauk-Lapan, Sampora, Cisauk, Tangerang, Banten
Email: ¹stefani.kristiana90@gmail.com, ²siscatania16@gmail.com

Abstract

Manual material handling (MMH) is one of the most vulnerable forms of activity with the emergence of risk of injury to the body, for example musculoskeletal disorders (MSDs). This study aims to analyze the work posture carried out by workers at PT. Multitech Advanced Printing Indonesia on the work of moving raw materials. The work includes a series of activities, namely lifting, carrying, and lowering. Of the three activities, lowering was chosen as the most potentially dangerous for workers. This study uses the Quick Exposure Check (QEC) method and Manual Task Risk Assessment (ManTRA) to assess the risk of work injury. Based on the results of the QEC method, the value obtained is 59.88% while the ManTRA method gives the highest value of 2 points from the three conditions for the improvement work posture. Both methods assess work posture as dangerous because of the bending position of the back.

Keywords: *Biomechanics, Manual Material Handling, Musculoskeletal Disorders, Quick Exposure Check, Work Posture*

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi, manusia dituntut untuk terus beradaptasi dan mengikuti perkembangan zaman. Hal ini menyebabkan adanya kebutuhan manusia yang semakin beragam, sehingga banyak perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur maupun jasa, berlomba-lomba memenangkan pasar dengan produk yang ditawarkan. Baik atau buruknya suatu perusahaan ditentukan oleh banyak faktor, salah satunya adalah faktor manusia atau sumber daya manusia (SDM). Sumber daya manusia merupakan aset perusahaan yang sangat penting untuk dijaga, karena sumber daya inilah yang menunjang kelangsungan hidup perusahaan. Tanpa adanya sumber daya manusia yang berkualitas, maka akan sulit bagi sebuah perusahaan untuk terus bertahan dalam persaingan dunia industri yang ketat.

Dengan adanya perkembangan teknologi, banyak pekerjaan manusia yang dapat dilakukan dengan bantuan mesin. Namun, pekerjaan tersebut masih tidak dapat lepas dari bantuan operator dan pekerjaan manual lainnya yang tetap dilakukan karena keterbatasan biaya. Sama seperti proses permesinan, pekerjaan manual juga membutuhkan perhatian dari pihak perusahaan sehingga tercipta suatu kegiatan manual yang ergonomis dan tetap mengutamakan kesehatan dan kesejahteraan pekerjanya. Akan tetapi, masih banyak perusahaan yang tidak memperhatikan pekerjaan manual yang dilakukan dan seluruh perhatian diberikan hanya kepada kegiatan permesinan. Banyak perusahaan masih belum mendukung pekerjaan manual yang dilakukan dengan fasilitas yang memadai dan tidak adanya standarisasi metode kerja sehingga mengakibatkan kesehatan dan kesejahteraan pekerja menjadi berkurang. Pekerjaan penanganan material secara manual (*Manual Material Handling*) terdiri dari mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik dan membawa merupakan sumber utama keluhan karyawan di industri [1]. Aktivitas *manual material*

handling (MMH) yang tidak tepat dapat menimbulkan kerugian bahkan kecelakaan pada karyawan. Akibat yang ditimbulkan dari aktivitas MMH yang tidak benar salah satunya adalah keluhan muskuloskeletal, yang biasanya disebut sebagai *musculoskeletal disorder* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal [2]. Menurut *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) dan *World Health Organization*, MSDs merupakan gangguan yang disebabkan ketika seseorang melakukan aktivitas kerja dan kondisi pekerjaan yang signifikan sehingga mempengaruhi adanya fungsi normal jaringan halus pada sistem muskuloskeletal yang mencakup saraf, tendon, dan otot. MSDs umumnya terjadi tidak secara langsung melainkan penumpukan cedera benturan kecil dan besar yang terakumulasi secara terus menerus dalam waktu yang cukup lama, yang diakibatkan oleh pengangkatan beban saat bekerja, sehingga menimbulkan cedera dimulai dari rasa sakit, nyeri, dan pegal pada anggota tubuh.

PT Multitech Advanced Printing Indonesia merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang percetakan dan produksi plastik. Pada PT MAPI, salah satu contoh pekerjaan yang masih dilakukan secara manual adalah proses *unloading* bahan baku dari truk ke gudang. Pada proses ini, bahan baku yang dibungkus dalam plastik atau sak dipindahkan secara manual dari truk ke palet kayu yang kemudian dibawa menggunakan *forklift* ke gudang bahan baku. Pekerjaan yang dilakukan ini termasuk dalam aktivitas *manual material handling*, yang terdiri atas proses *lifting* (mengangkat karung), *carrying* (membawa dan memindahkan karung), dan *lowering* (meletakkan karung).

Menurut observasi yang telah dilakukan, belum ada standarisasi pekerjaan seperti postur kerja, yang dibuat oleh pihak perusahaan untuk menjadi acuan proses manual ini. Saat pekerja melakukan *lifting*, posisi karung terletak pada mulut truk yang tingginya menyamai perut pekerja, sehingga pekerja dapat langsung mengangkat dengan posisi tubuh yang benar (tidak membungkuk atau *twisting*). Kemudian saat melakukan *carrying*, pekerja memindahkan karung dari truk ke palet kayu yang hanya berjarak kira-kira 5 langkah dan pekerja membawa karung dengan posisi yang benar, sehingga pekerjaan ini tidak membutuhkan tekanan terlalu besar pada tulang belakang dan masih aman untuk dilakukan. Namun saat melakukan *lowering*, postur tubuh pekerja yang *awkward* dan tulang belakang yang mengalami *bending* akan memicu timbulnya sakit pada tubuh pekerja. Hal ini juga disebabkan oleh beban karung yang harus ditanggung pekerja hingga sesaat sebelum karung diletakkan di palet kayu.



Gambar 1. *Unloading* Bahan Baku PT MAPI
(sumber: PT. MAPI)

Berdasarkan pemaparan tersebut, bukanlah tidak mungkin akan muncul suatu risiko cedera kerja pada pekerjaan *unloading* barang di gudang bahan baku pada PT MAPI, terutama saat proses *lowering*. Cedera yang dialami tersebut kemudian akan terakumulasi menjadi efek samping yang berjangka panjang. Oleh karena itu, dibutuhkanlah peranan ergonomi dalam bidang biomekanika yang dapat menganalisis postur serta beban kerja dan memberikan usulan postur kerja yang baik bagi pekerja sehingga dapat digunakan oleh perusahaan sebagai suatu standar yang tepat untuk pekerjaan manual yang dilakukan.

2. Metodologi Penelitian

a. Studi Lapangan

Pada penelitian ini, studi lapangan dilakukan dengan cara observasi. Observasi dilakukan pada pekerjaan pengangkutan bahan baku yang berbentuk sak atau plastik besar dari truk ke palet kayu (proses *unloading* truk). Selain itu, dilakukan juga tanya jawab atau wawancara singkat dengan pekerja yang bersangkutan mengenai penjabaran pekerjaan pengangkutan bahan baku tersebut. Pengukuran langsung juga dilakukan untuk mendapatkan data yang lebih tepat dan akurat.

b. Studi Pustaka

Pada penelitian ini, studi pustaka dilakukan dengan mencari data yang diambil dari buku, internet, dan sumber-sumber lain yang masih berkaitan dengan subjek penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini kebanyakan adalah berupa teori-teori dasar yang menjadi landasan penelitian. Selain itu, jurnal, modul, dan penelitian sejenis juga menjadi referensi dalam melakukan penelitian ini. Beberapa teori yang dibutuhkan dalam penelitian adalah mengenai aktivitas MMH, *musculoskeletal disorders*, metode QEC, dan metode ManTRA.

c. Pengumpulan Data

- Data Primer

Pada penelitian ini, data primer didapatkan dari observasi mengenai pekerjaan pengangkutan bahan baku yang dilakukan dan dokumentasi postur kerja. Selain itu, wawancara singkat dengan pekerja juga dilakukan untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan pekerja, seperti data antropometrik pekerja dan frekuensi pekerjaan. Pengukuran langsung dilakukan untuk mendapatkan data dimensi bahan baku yang diangkat, seperti panjang, lebar, tinggi, dan berat sak, serta waktu siklus dan durasi pekerjaan yang dibutuhkan.

- Data Sekunder

Dalam hal ini, data sekunder didapat dari kepustakaan dan internet. Yang termasuk dalam data sekunder pada penelitian ini adalah teori-teori yang mendukung dan jurnal atau penelitian terdahulu yang serupa yang menjadi referensi untuk penelitian yang dilakukan.

d. Pengolahan Data

Setelah semua data yang diperlukan telah didapatkan, dilakukan pengolahan data dengan menggunakan beberapa metode yaitu metode QEC dan metode ManTRA. Kedua metode ini sama-sama merupakan metode *risk assessment*, dimana metode ini digunakan untuk memberikan penilaian terhadap postur kerja saat ini. Metode QEC digunakan untuk menilai beban postur kerja yang berhubungan dengan gangguan otot di tempat kerja, sedangkan metode ManTRA menunjukkan penilaian postur tubuh bagian bawah, belakang, leher/bahu dan lengan berdasarkan karakteristik penilaian waktu total, risiko berulang, pengerahan tenaga, postur tubuh dan getaran.

Quick Exposure Checklist (QEC) dikembangkan untuk memungkinkan praktisi kesehatan dan keselamatan kerja untuk melakukan penilaian faktor risiko *musculoskeletal* [3]. QEC berfokus pada penilaian dan perubahan eksposur sehingga memungkinkan

penerapan intervensi di tempat kerja dengan segera. Berdasarkan masukan dari praktisi kesehatan dan keselamatan serta ahli ergonomi, dilakukan modifikasi dan pengembangan lebih lanjut untuk kegunaan dan validitas QEC menggunakan pendekatan partisipatif pada simulasi maupun pekerja sungguhan. QEC memiliki tingkat sensitivitas dan reliabilitas yang diterima secara luas. Kajian lapangan membuktikan bahwa QEC dapat digunakan pada cakupan tugas (*task*) yang luas. Empat aspek kegunaan yang didapatkan meliputi sikap, pembelajaran, fleksibilitas, dan efektivitas. Prosedur penilaian QEC terdiri dari empat tahapan penilaian:

1. *Observer's Assessment*
2. *Worker's Assessment*
3. Perhitungan Nilai Pajanan
4. Penentuan tindakan perbaikan/intervensi

ManTRA (*Manual Task Risk Assessment*) *tool* merupakan alat penilaian postur kerja yang dirancang oleh Burgess-Limerick et al, pada tahun 2000 [4]. Metode ini secara konseptual digunakan untuk menilai postur tubuh saat bekerja berdasarkan indeks anggota tubuh bagian atas. Peneliti menggunakan alat ini sebagai bagian dari objek permasalahan yang dibutuhkan untuk mengumpulkan informasi mengenai total waktu untuk suatu tugas yang sedang dilakukan dan menentukan penilaian menggunakan 5 skala poin dari lima karakteristik suatu pekerjaan yakni waktu siklus (pengulangan), gaya yang dibutuhkan, kecepatan, kekakuan postur, dan getaran. Aplikasi ManTRA mampu mengevaluasi risiko cedera (baik yang bersifat mendadak maupun kumulatif) yang dialami oleh pekerja saat melakukan pekerjaannya. Kesimpulan dari penilaian ini hanya dapat diterapkan pada individu yang diteliti, bukan pada populasinya. Penerapan metode ManTRA dilakukan dengan mengikuti prosedur:

1. Pengukuran Total Waktu
2. Pengukuran Risiko Waktu Siklus Berulang
3. Pengukuran Risiko Akibat Pengerahan Tenaga
4. Pengukuran Risiko Kekakuan
5. Pengukuran Risiko Getaran

Setelah mendapatkan semua penilaian untuk setiap karakteristik penilaian selanjutnya dilakukan interpretasi nilai. Untuk setiap bagian tubuh, skor untuk total waktu, pengulangan, pengerahan tenaga, kekakuan dan getaran dijumlahkan. Jumlah dari skor untuk setiap bagian tubuh disebut risiko kumulatif, dan memiliki rentang antara 5-25. Tindakan lebih lanjut perlu dilakukan bila salah satu bagian tubuh memiliki:

1. Nilai faktor risiko untuk pengerahan tenaga sebesar 5
2. Jumlah dari nilai pengerahan tenaga dan kekakuan sebesar 8 atau lebih
3. Nilai kumulatif risiko dari keseluruhan tubuh sebesar 15 atau lebih

e. Analisis dan Evaluasi

Setelah mendapatkan hasil dari pengolahan data, pada tahap selanjutnya ini peneliti akan melakukan analisa dari hasil pengolahan data mengenai tingkat bahaya atau risiko cedera pada pekerjaan *unloading* truk. Selain itu, akan dilakukan juga evaluasi dari hasil usulan perbaikan postur kerja sehingga diketahui apakah usulan dari perbaikan dapat diterima atau tidak, serta penjelasan dan kelebihan usulan perbaikan tersebut dibandingkan kondisi saat ini.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses *unloading* yang diteliti adalah untuk bahan baku biji plastik. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara langsung dengan *supervisor* gudang, bahan baku biji plastik ini datang setiap hari sekitar pk 08.00 hingga pk 11.00 (jam pengiriman tidak menentu, bergantung pada *supplier*). Kapasitas untuk 1 kali pengiriman (1 truk) adalah 5ton biji plastik yang dibungkus dalam karung/sak yang beratnya adalah 25 kg per karung. Proses *unloading* dari truk ke palet kayu dilakukan sebanyak 5 kali setiap harinya, dimana berat yang dapat ditanggung oleh palet kayu untuk sekali jalan adalah 1ton atau 40 karung biji plastik. Proses ini dilakukan oleh 4 orang pekerja yang memindahkan karung dari truk ke palet. Pekerja yang memindahkan karung diasumsikan mengangkut jumlah karung yang sama untuk setiap orangnya sehingga setiap pekerja mengangkut 10 karung untuk setiap palet dan total 50 karung secara keseluruhan per harinya.

a. Penilaian Postur Kerja dengan Metode *Quick Exposure Check* (QEC)

Berdasarkan gambar 2 yang menunjukkan hasil *exposure score* untuk metode QEC dapat dilihat bahwa potensi bahaya terbesar akan muncul di bagian punggung yang ditunjukkan dengan nilai *exposure level* yang mencapai *very high* dan pundak/lengan dengan nilai *exposure level* yang mencapai *high*.

Exposure level				
Score	Low	Moderate	High	Very High
Back (static)	8-15	16-22	23-29	29-40
Back (moving)	10-20	21-30	31-40	41-56
Shoulder/arm	10-20	21-30	31-40	41-56
Wrist/hand	10-20	21-30	31-40	41-46
Neck	4-6	8-10	12-14	16-18

Exposure level				
Score	Low	Moderate	High	Very High
Driving	1	4	9	-
Vibration	1	4	9	-
Work pace	1	4	9	-
Stress	1	4	9	16

Gambar 2. Hasil Exposure Level Metode QEC

Untuk faktor yang lain, kondisi *stress* pekerja memiliki *exposure level* yang sedang, sehingga tidak terlalu berbahaya bagi pekerja. Setelah itu, harus dihitung kembali angka *exposure level* dalam persen supaya diketahui tindakan yang harus dilakukan selanjutnya. Karena pekerjaan statis (*lowering*), maka nilai maksimum *exposure level* adalah 162. Di bawah ini adalah penjabaran perhitungannya:

$$E (\%) = \frac{x}{x_{\max}} \times 100\%$$

$$E (\%) = \frac{30 + 32 + 22 + 6 + 1 + 1 + 1 + 4}{162} \times 100\%$$

$$E (\%) = \frac{97}{162} \times 100\% = 59,88\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan persentase *exposure level* di atas, hasil yang didapatkan adalah 59,88%. Angka ini termasuk ke dalam pengelompokkan ketiga yaitu 50-69% seperti yang terlihat pada gambar 3. sehingga tindakan yang harus dilakukan adalah menginvestigasi lebih lanjut mengenai paparan bahaya yang dapat ditimbulkan oleh pekerjaan dan segera melakukan perbaikan.

QEC score (Percentage Total)	Action	Equivalent RULA score
< 40%	Acceptable	1 - 2
40 - 49%	Investigate further	3 - 4
50 - 69%	Investigate further and change soon	5 - 6
≥ 70%	Investigate and change immediately	≥ 7

Gambar 3. QEC Action Levels
(Sumber: <http://www.geocities.ws>)

b. Penilaian Postur Kerja dengan Metode *Manual Task Risk Assessment* (ManTRA)

Perhitungan untuk metode ManTRA dapat dilihat di tabel 1. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, bagian punggung menduduki posisi pertama dengan mendapatkan 2 poin dari ketiga syarat yang ada. Poin pertama dan kedua memenuhi syarat untuk diadakannya sebuah tindakan atau perbaikan postur kerja, di mana pada poin pertama nilai *exertion* mencapai 5 dan pada poin kedua jumlah *exertion* dan *awkwardness* mencapai 9 atau lebih dari 8. Skor dan simpulan ini sama dengan yang telah didapatkan pada metode sebelumnya, yaitu metode QEC, dimana pada metode QEC juga diharapkan untuk segera melakukan perubahan yang dapat memperbaiki kondisi pekerjaan, karena adanya bahaya yang dapat ditimbulkan terutama pada bagian punggung pekerja.

Tabel 1. Rekapitulasi Skor ManTRA untuk Semua Bagian Tubuh

Faktor Risiko	Bagian Tubuh			
	Lengan Bawah	Punggung	Leher/Bahu	Pergelangan Tangan
Total waktu	1	1	1	1
Durasi	2	2	2	2
Waktu siklus	4	4	4	4
Repetisi	3	3	3	3
Kekuatan	5	5	3	3
Kecepatan	4	4	3	4
<i>Exertion</i>	5	5	4	4
Kekakuan	2	4	4	2
Getaran	1	1	1	1
Kumulatif Risiko	12	14	13	11

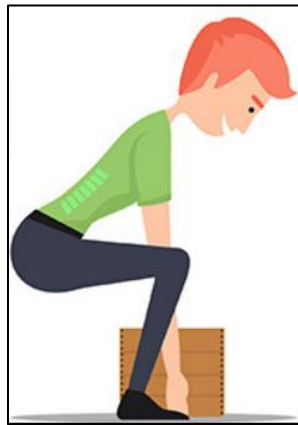
Hasil yang didapatkan dari perhitungan adalah untuk mengetahui skor yang dihasilkan dari postur kerja berdasarkan metode ManTRA untuk bagian punggung. Skor ini kemudian diolah kembali menjadi 3 macam penilaian, yaitu skor akhir untuk *exertion*, jumlah *exertion* dan *awkwardness*, dan total risiko kumulatif. Berikut ini adalah penjabaran perhitungannya:

- *Exertion risk factor* = 5
- *Sum of exertion and awkwardness* = 5 + 4 = 9
- Total Risiko Kumulatif = *Total Time* + *Repetition* + *Exertion* + *Awkwardness* + *Vibration*
= 1 + 3 + 5 + 4 + 1 = 14

Hasil pengolahan data menggunakan metode QEC dan ManTRA menunjukkan adanya bahaya yang ditimbulkan dari pekerjaan pemindahan karung biji plastik dari truk ke palet

kayu di PT Multitech Advanced Printing Indonesia. Bahaya tersebut tergolong cukup mendesak untuk diperbaiki sehingga harus segera dibuat usulan perbaikannya. Berdasarkan metode QEC dan ManTRA, risiko cedera paling besar terdapat pada bagian punggung. Oleh sebab itu, haruslah dibuat suatu usulan perbaikan postur kerja yang dapat meminimalisir kemungkinan risiko cedera punggung.

Postur kerja yang dilakukan saat ini tergolong bahaya karena posisi punggung yang sangat membungkuk atau *bending*. Meskipun tidak melakukan *lifting*, posisi ini tetap dapat membahayakan pekerja karena pekerja masih harus mengangkat beban seberat 25 kg hingga beberapa saat sebelum meletakkan beban tersebut di atas palet kayu. Posisi bungkuk ini juga mengakibatkan titik berat beban menjadi lebih jauh dari titik berat tubuh sehingga gaya/tekanan yang diterima pada tulang punggung semakin besar. Pekerjaan ini kemudian akan memberikan tekanan yang besar kepada bagian tubuh L5/S1 pada tulang belakang, dimana bagian ini merupakan bagian yang rentan terhadap rasa sakit akibat pekerjaan yang dilakukan dengan posisi tubuh yang kaku atau *awkward*. Dengan membungkuk, massa tubuh pekerja juga ditimpakan ke bagian L5/S1 saat melakukan pekerjaan sehingga akan menambah beban yang harus ditanggung selain karung biji plastik yang akan diletakkan. Kejadian ini akan mengakibatkan *low back pain* yang termasuk di dalam salah satu MSDs, atau rasa sakit/ngilu pada bagian punggung bawah (L5/S1).



Gambar 4. Usulan Perbaikan Postur Kerja
(Sumber: www.healthwisetraining.co.uk)

Gambar 4 menunjukkan ilustrasi usulan perbaikan postur kerja yang dapat diimplementasikan oleh pekerja saat melakukan proses *lowering* atau peletakan bahan baku di palet kayu. Pada postur kerja usulan ini, posisi punggung lurus dengan kaki yang ditebuk namun tidak sampai ke posisi berjongkok. Kaki dibuka kira-kira selebar bahu dan posisi tangan berada dalam rentangan kaki tersebut ketika meletakkan karung. Posisi kaki yang ditebuk ini dapat menjadi tumpuan yang kuat ketika meletakkan karung, yang dapat digunakan untuk mengurangi tekanan pada lutut dan punggung. Tumpuan pada kaki menjadi hal yang penting untuk diperhatikan karena karung yang diletakkan sangat berat (25 kg) dan bentuknya yang *bulky* (tidak beraturan). Postur kerja usulan ini memungkinkan adanya minimalisasi cedera kerja pada bagian L5/S1 karena tidak adanya beban tambahan yang harus ditanggung oleh L5/S1 akibat punggung yang membungkuk atau *awkward*. Untuk posisi bagian tubuh lainnya seperti lengan, bahu, leher, dan pergelangan tangan, berada pada posisi netral sehingga tidak akan menyebabkan risiko cedera pada pekerja.

Untuk mendukung postur kerja usulan supaya dapat menjadi lebih efektif, PT MAPI sebaiknya membuat poster yang ditempelkan pada dinding gudang, sehingga para pekerja dapat mempraktekkan postur kerja usulan tersebut secara langsung dan lebih cepat menjadi terbiasa. Salah satu desain poster yang efektif seperti yang terlihat pada Gambar 5. Dengan

poster yang telah dibuat, perusahaan dapat lebih mudah di dalam menerapkan postur kerja usulan tersebut. Perusahaan harus menempelkan poster dalam jumlah yang cukup pada dinding-dinding gudang atau jika memungkinkan di seluruh bagian pabrik, sehingga pekerja dapat dengan mudah mempelajari postur kerja tersebut dan lebih cepat terbiasa untuk melakukannya. Poster juga dilengkapi dengan langkah-langkah pengerjaan supaya para pekerja dapat memahami postur kerja dengan lebih mudah.



Gambar 5. Desain Poster

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PT Multitech Advanced Printing Indonesia, dapat disimpulkan bahwa:

1. Postur kerja yang dilakukan saat ini untuk proses *lowering* pada pekerjaan *unloading* bahan baku dari truk ke palet kayu dapat dikatakan memiliki risiko cedera yang dapat membahayakan tubuh pekerja dengan potensi bahaya terbesar terletak pada bagian punggung. Hal ini didapatkan dari hasil metode QEC dan metode ManTRA yang sama-sama menunjukkan bahwa postur kerja sekarang harus segera diinvestigasi lebih lanjut dan diperbaiki.
2. Postur kerja yang baik untuk proses *lowering* sehingga dapat mengurangi risiko cedera kerja dan *musculoskeletal disorders* adalah dengan mempertahankan posisi punggung yang tetap lurus dan kaki yang agak ditekuk. Dengan begitu, punggung tidak membungkuk dan beban yang harus ditanggung oleh bagian L5/S1 menjadi tidak terlalu besar.

Daftar Pustaka

- [1] Ayoub, M. M., & Dempsey, P. G. (1999). The psychophysical approach to manual materials handling task design. *Ergonomics*, 42(1), 17-31.
- [2] Chaffin, D.B. dan Andersson, G.B.J. (1987). *Occupational Biomechanics* (Edisi ke-2). New York: John Wiley & Sin, Inc.
- [3] Stanton, N. A., Salmon, P. M., Rafferty, L. A., Walker, G. H., Baber, C., & Jenkins, D. P. (2017). *Human factors methods: a practical guide for engineering and design*. CRC Press.
- [4] Drillis, R. dan Contini, R. (1996). *Body Segment Parameters*. New York: Office of Vocational Rehabilitation.