

Review Pemanfaatan Metode *RAMP* untuk Mencegah Gangguan *Musculoskeletal* para Pekerja *Manual Handling* di Industri

B.Bambang Sulistiyawan^{*1,2)}, Wahyudi Sutopo³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami No. 36A, Ketingan, Surakarta, 57126, Indonesia

²⁾Manajer Pengembangan Produk, PT. Rijen Cahaya Mulia
Perum.Baturan Indah Baru Blok BD. No.12, Baturan, Colomadu, Karanganyar, 57171, Indonesia

³⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami No. 36A, Ketingan, Surakarta, 57126, Indonesia

Email : bbambangsulistiyawan@gmail.com , wahyudisutopo@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

RAMP (Risk Assessment and Management tool for manual handling Proactively) Alat Penilaian dan Manajemen Risiko untuk penanganan manual secara proaktif adalah metode untuk mengurangi gangguan *musculoskeletal* dan gejala yang terkait dengan paparan fisik berbahaya akibat operasional *manual handling*. Paparan berbahaya itu seperti angkat beban berat atau yang berulang-ulang, salah posisi postur dan getaran tinggi pada beberapa sektor pekerjaan. *RAMP* mempunyai dua modul penilaian yaitu *RAMP I* dimaksudkan untuk pemilahan secara cepat terjadinya kemungkinan faktor risiko dan *RAMP II* memberikan analisis yang lebih rinci tentang faktor risiko. Metode *RAMP* ini lebih tepat diimplementasikan pada sektor industri manufaktur dan logistik karena masih banyak kegiatan *material handling*-nya. Metode penulisan yang digunakan yaitu dengan studi literatur dan *review* abstraksi jurnal scopus dalam rentang waktu tahun 2004 - 2017. Hasil penelitian menunjukkan implementasi metode *RAMP* ini dapat mengurangi gejala muskuloskeletal, penderitaan manusia, hilangnya produktivitas dan ekonomi biaya tinggi namun implementasi metodologi *RAMP* di Indonesia terbilang sedikit.

Kata kunci: Risiko, Penilaian, Skrining, *RAMP*, *Musculoskeletal*, *handling*.

1. Pendahuluan

Sudah banyak upaya untuk mengurangi efek samping yang berbahaya terhadap fisik para pekerja terkait dengan operasi penanganan manual (*manual handling*), dimana banyak terjadi paparan berbahaya seperti beban terlalu berat atau berulang terus menerus, salah posisi tubuh terutama pada lengan tangan, getaran yang tinggi terhadap seluruh tubuh. Paparan ergonomis terhadap fisik ini dianggap secara substansial berkontribusi pada sebagian besar gangguan muskuloskeletal (*musculoskeletal disorders*) dan penyakit lain akibat pekerjaan *manual handling* di banyak sektor industri seperti industri manufaktur dan logistik. Untuk mengurangi eksposur berbahaya ini (faktor risiko), intervensi dan strategi desain pekerjaan dapat memanfaatkan penilaian risiko, yang juga merupakan persyaratan untuk pekerjaan yang melibatkan operasi penanganan manual atau eksposur berbahaya. Meskipun beberapa perangkat berbasis observasi untuk mendukung penilaian risiko pekerjaan penanganan manual, kebutuhan telah diidentifikasi dari alat berbasis observasi yang mendukung praktisi kesehatan dan keselamatan kerja dengan penilaian rinci dari berbagai faktor risiko yang terkait dengan penanganan manual dan yang mendukung masing-masing langkah dalam manajemen lingkungan kerja yang sistematis.

Tujuan dari review ini adalah untuk menyajikan model pengangkatan yang baru-baru ini dikembangkan untuk menilai risiko fisik dalam pengangkatan manual dan menurunkan operasi dan untuk mengevaluasi kegunaannya pada populasi yang terdiri dari ergonomis / fisioterapis. Model pengangkatan adalah bagian dari alat manajemen risiko, dimaksudkan untuk memfasilitasi langkah-langkah untuk mengurangi gangguan muskuloskeletal dan gejala yang terkait dengan operasi

penanganan manual di industri manufaktur dan logistik (Rose et al., 2011 ; Lind et al., 2012; Lind et al., 2015). RAMP (lihat tabel 1) terdiri dari dua modul penilaian (RAMP I dan RAMP II), modul Hasil yang memvisualisasikan hasil dari penilaian dalam RAMP I dan RAMP II, dan modul Action yang menyediakan metode untuk membangun rencana aksi (Rose et al., 2015). RAMP I dimaksudkan untuk skrining cepat terjadinya kemungkinan faktor risiko, sementara RAMP II memberikan analisis yang lebih rinci tentang faktor risiko yang terkait dengan penanganan manual. RAMP I dan RAMP II memberikan penilaian: postur kerja, mengangkat / menurunkan dan mendorong / menarik beban, gerakan berulang dan penyisihan pemulihan, genggaman tangan, getaran tangan dan seluruh tubuh, stres panas dan dingin, faktor psikososial, dilaporkan menuntut fisik bekerja dan ketidaknyamanan yang dirasakan.

Tabel 1. Empat modul dalam alat RAMP.

RAMP I Skrining resiko	RAMP II Penilaian Resiko
Modul Hasil Memvisualkan hasil	Modul Aksi Membangun rencana aksi

RAMP dikembangkan dalam proyek yang dibentuk oleh para peneliti di KTH Royal Institute of Technology dan oleh dua perusahaan manufaktur global di industri makanan dan kendaraan. Perusahaan-perusahaan ini tidak dapat menemukan alat penilaian yang dapat mereka gunakan untuk menilai berbagai operasi penanganan manual (MHO) dan yang mendukung seluruh proses manajemen risiko, dari identifikasi faktor risiko (terkait dengan MHO) hingga pembangunan rencana aksi.

Penanganan manual (misalnya mengangkat, menurunkan, membawa, mendorong, dan menarik) adalah penyumbang utama gangguan dan gejala muskuloskeletal yang berhubungan dengan pekerjaan (NRC, 2001), menyebabkan penderitaan manusia, hilangnya produksi dan biaya ekonomi yang tinggi bagi masyarakat (Palmer et al., 2012). Penanganan manual umumnya dilakukan di industri, misalnya, lebih dari 30% pekerja di Eropa setiap hari menangani muatan berat secara manual setidaknya seperempat dari hari kerja mereka (Eurofound, 2012). Pengangkatan berat terkait dengan nyeri punggung / gangguan rendah (LBR / D) (N.R.C, 2001; Heneweer et al., 2011) dan gangguan lutut (Jensen, 2008). Beban puncak dan kumulatif diyakini secara independen berkontribusi terhadap peningkatan risiko nyeri pinggang (Norman et al., 1998; Coenen et al., 2013). Selanjutnya, mengangkat pada atau di atas bahu tinggi telah dikaitkan dengan peningkatan risiko gangguan muskuloskeletal atau nyeri di daerah bahu dan leher (Harkness et al., 2003; Andersen et al., 2007; Choobineh et al., 2010).

Beberapa alat ada yang dapat digunakan oleh praktisi untuk menilai risiko fisik dalam operasi penanganan manual tetapi beberapa dari ini telah divalidasi dalam studi longitudinal untuk kemampuan mereka memprediksi gangguan muskuloskeletal dan gejala (Fallentin et al., 2001; Takala et al., 2010). Namun, persamaan lifting NIOSH (RNLE) (Waters et al., 1993) telah terbukti dapat memprediksi peningkatan risiko LBP / D dalam beberapa penelitian longitudinal (misalnya Sesek et al., 2003; Garg et al., 2014; Lu et al., 2014). RNLE (*Revised NIOSH lifting equation*) memiliki beberapa batasan yang telah ditemukan untuk menghambat penggunaannya ketika menilai mengangkat dan menurunkan tugas. Misalnya, RNLE terbatas pada lift dengan dua tangan dan satu orang, dengan jarak horizontal kurang dari 64 cm yang dilakukan pada suhu ruangan sedang (19-26 °C). Sesek dkk. (2003), Dempsey (2002) dan van der Beek dkk. (2000) menemukan bahwa 44,

35 dan 57% tugas pengangkatan dalam studi mereka memiliki setidaknya satu parameter yang tidak dapat dinilai menggunakan RNLE (seringkali karena mengangkat satu tangan). Selain itu, Waters dkk. (1999) dan Dempsey (2002) melaporkan bahwa jarak horizontal (63 cm) terlampaui dalam 30% dan 18% tugas. Selain itu, beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa RNLE tidak cukup konservatif ketika mengangkat dari ketinggian vertikal yang rendah (misalnya Marras et al., 1997; Marras et al., 1999; Lavender et al. 2003; Hoozemans et al., 2008). Dalam evaluasi lima alat penilaian (OWAS, MAC, REBA, RNLE dan QEC), para penilai memberi peringkat RNLE dan QEC sebagai yang paling sulit digunakan (Pinder, 2002). Dempsey (2002) menemukan bahwa pengguna memiliki kesulitan dalam menilai genggam tangan (penggandengan), memuat asimetri dan durasi angkat dan bahwa pengguna menilai genggam tangan secara subyektif dan tidak secara ketat berdasarkan definisi kuantitatif dan kualitatif. Hasil serupa dilaporkan oleh Waters et al. (1998) yang menemukan bahwa penilaian pegangan tangan (kopling) dan asimetri beban memiliki akurasi terendah dari faktor yang dinilai. Misalnya, hanya 59% yang membuat penilaian yang benar untuk faktor penggandengan. Selain itu, Burdorf dan van der Beek (1999) menyuarakan keprihatinan terkait keandalannya ketika menilai pekerjaan pengangkatan yang lebih bervariasi yang umum dilakukan di industri.

Berdasarkan kebutuhan dari perusahaan yang berpartisipasi dan pembatasan yang diidentifikasi dalam RNLE, maka diputuskan untuk mengembangkan model yang dapat digunakan oleh praktisi untuk penilaian mengangkat dan menurunkan operasi dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

- (1) Pembatasan yang lebih longgar dari RNLE,
- (2) Tingkat kegunaan yang lebih tinggi,
- (3) Lebih konservatif dalam mengangkat secara vertikal rendah dan tinggi dibandingkan dengan RNLE,
- (4) Dan yang dapat digunakan oleh praktisi di perusahaan dan layanan kesehatan kerja.

2. Metode

Metode dalam melakukan penulisan penelitian ini yaitu melalui studi literatur terkait metode RAMP I dan RAMP II di sektor manufaktur dan logistik sebagai pendahuluan dan memberikan pandangan mengenai keberhasilan metode ini diterapkan di sector yang lain. Selanjutnya penelitian terkait metode dilakukan dengan review bstraksi jurnal, *proceeding*, artikel, dan buku dari web scopus (www.scopus.com) dengan kata kunci “RAMP” dan “musculoskeletal disorder” dan “manual handling” pada rentang waktu penelitian tahun tahun 2004 sampai 2017. Selanjutnya dilakukan segmentasi berdasarkan bidang di industri manufaktur dan logisitik yang dikaji.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Pengembangan model pengangkatan

Alat RAMP dikembangkan oleh para peneliti di KTH Royal Institute of Technology bekerja sama dengan perusahaan kecil menengah dan besar di industri manufaktur dan logistik (Lind. et al, 2015). Alat ini dikembangkan menggunakan proses iteratif, dengan umpan balik dari manajer, personil produksi dan ergonomis (Lind et al., 2014). Model pengangkatan yang disajikan di sini, dibangun menggunakan RNLE sebagai basis. Faktor tambahan (mengangkat satu tangan, mengangkat tim dan mengangkat dalam suhu lingkungan yang panas), termasuk dalam model, terutama didasarkan pada studi psikofisik dan biomekanik, standar ergonomis Eropa (EN 1005-2:

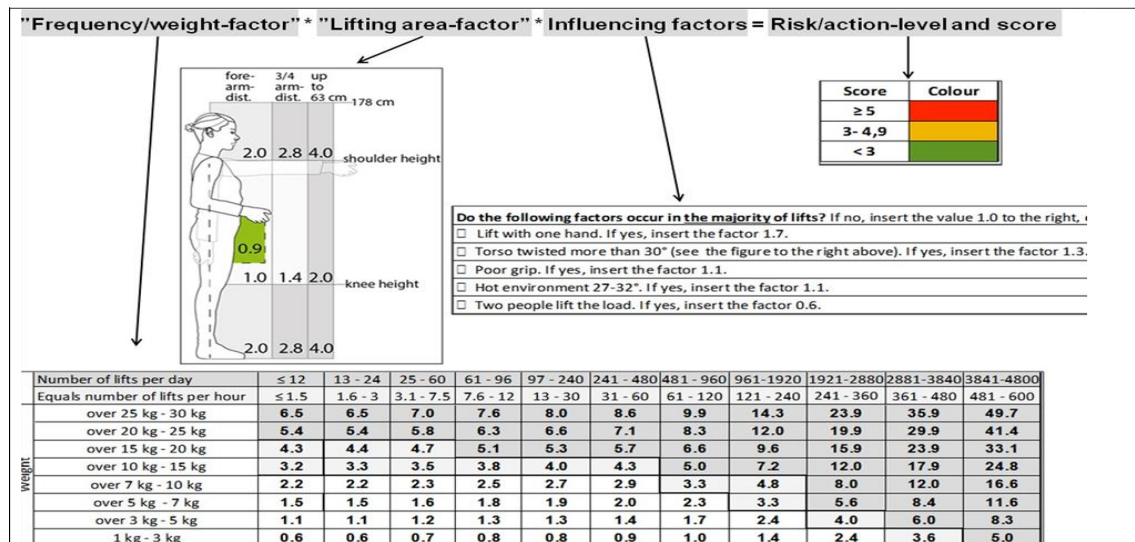
2008) dan penilaian dari kelompok ahli (terdiri dari peneliti dan ahli ergonomi yang berpengalaman). Presentasi singkat latar belakang disajikan di bawah ini sementara presentasi yang lebih menyeluruh dari latar belakang disajikan dalam Lind and Rose (2015).

b. Pengembangan kriteria model

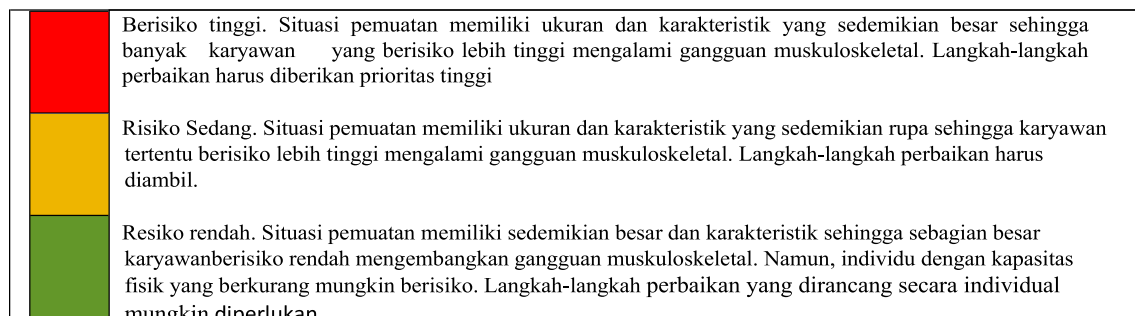
Pengangkatan tim meningkatkan kemampuan mengangkat, tetapi sering dikaitkan dengan penurunan kapasitas angkat individu sekitar 10-20% untuk tim dari dua (Lind dan Rose, 2015). Selanjutnya, pengangkatan satu tangan dapat secara signifikan meningkatkan gaya geser lateral tulang belakang dan pengurangan berat angkat maksimum yang dapat diterima (MAWL) dan EN 1005-2 menyarankan pengurangan 40% dari berat untuk satu-tangan angkat. Pengurangan MAWL juga ditemukan ketika pengangkatan dilakukan dalam suhu lingkungan yang panas. Hafez dan Mital (1991) menemukan pengurangan rata-rata MAWL sekitar 13% ketika mengangkat dilakukan pada 32°C, dibandingkan dengan 22°C pada berbagai frekuensi. Selain itu, penimbangan baru yang lebih konservatif terhadap ketinggian vertikal angkat ditambahkan berdasarkan studi eksperimental terbaru (Marras et al., 1997; Marras et al., 1999; Lavender dkk. 2003; Hoozemans dkk., 2008; Marras dan Hamrick, 2006) dan penilaian ahli. Untuk memfasilitasi penilaian, angkat-asimetri dan genggaman tangan (penggandengan) didikotomisasi sebagai lebih dari 30° atau tidak, dan penggandengan yang buruk atau tidak didasarkan pada saran oleh Dempsey dan Fathallah (1999) bahwa tingkat detail dari faktor asimetri dalam RNLE terlalu tinggi, dan akurasi rendah dari penilaian faktor kopling (Waters et al. 1998).

c. Presentasi model pengangkatan

Model pengangkatan (gambar 1) memungkinkan penilaian risiko ergonomis fisik yang terkait dengan pengangkatan atau penurunan objek secara manual. Baik situasi mengangkat rata-rata dan puncak, mewakili beban kumulatif dan puncak, dinilai. Hasil penilaian dalam tingkat risiko / tindakan menggunakan sistem kode warna lampu lalu lintas dan skor (gambar 3), menunjukkan tingkat keparahan tugas yang dinilai. Warna merah menunjukkan risiko tinggi dan situasi pemuatan dan langkah-langkah peningkatan harus diberikan prioritas tinggi. Warna kuning menunjukkan tingkat risiko yang lebih rendah tetapi langkah-langkah perbaikan harus tetap dilakukan. Kode warna hijau menunjukkan risiko yang umumnya rendah, tetapi beberapa individu dengan kapasitas fisik yang berkurang mungkin masih berisiko mengalami gangguan muskuloskeletal, gejala dan atau nyeri punggung bawah.



Gambar 2. Memvisualisasikan model pengangkatan dan bagaimana menghitung tingkat risiko / tindakan dan skor menggunakan pengganda dalam model pengangkatan dalam RAMP II. (Lind et al, 2015)



Gambar 3. Tingkat risiko / tindakan dalam model pengangkatan. (Sumber : Lind et al, 2015)

Skor risiko / tindakan dihitung dengan mengalikan tujuh faktor yang mempengaruhi kapasitas angkat dan / atau risiko mengembangkan gangguan muskuloskeletal (dan atau nyeri pinggang):

- Frekuensi angkat / lebih rendah dan berat beban (Faktor frekuensi dan berat)
- Lokasi vertikal dan horizontal di tempat asal atau tujuan lift / lebih rendah (Faktor area angkat)
- Mengangkat / menurunkan satu tangan
- Pemintalan batang lebih dari 30°
- Genggaman tangan (kopling)
- Mengangkat / menurunkan suhu lingkungan panas (27-32°C)
- Pengangkatan tim (dua orang)

Skor dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

Skor = "Frekuensi / faktor berat × "Faktor area pengangkatan" × Faktor-faktor yang mempengaruhi (Faktor angkat satu tangan × faktor × batang tangan × faktor pegangan tangan × faktor lingkungan yang panas × faktor tim-angkat)

Disarankan bahwa penilaian harus dilakukan oleh atau bersama-sama dengan seseorang dengan pengetahuan tentang pekerjaan atau tugas pekerjaan yang akan dinilai dan individual pada individu yang mewakili mereka yang melaksanakan tugas. Sampling yang cermat dari pekerjaan juga dianjurkan, untuk meminimalkan efek karena intra variasi dan inter variasi serta untuk meningkatkan akurasi penilaian.

d. Contoh

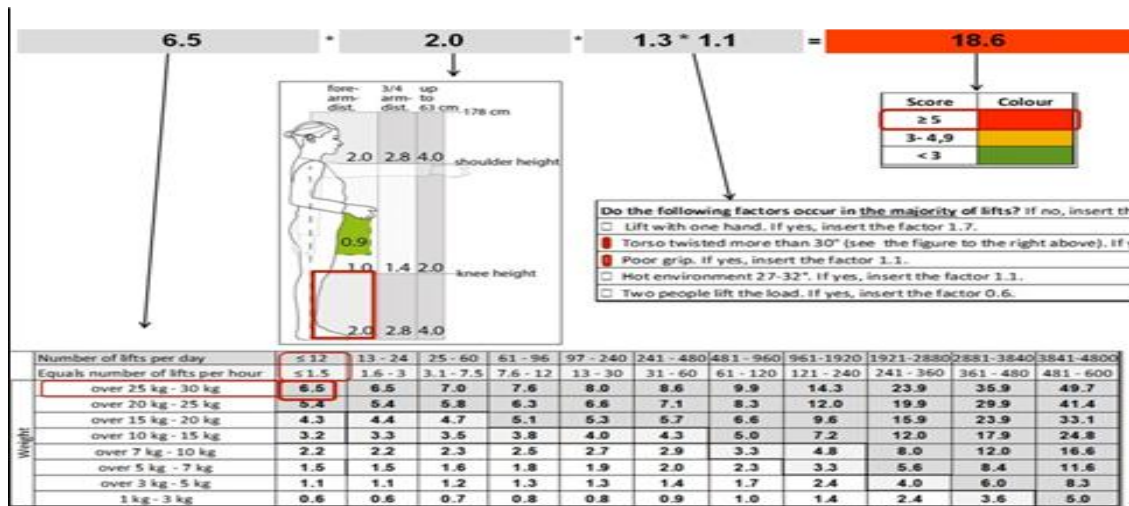
Kasus pengangkat hipotetis digunakan untuk memberikan contoh tentang cara menggunakan model pengangkatan:

Seseorang mengangkat 450 kotak berisi buah apel setiap hari kerja. Kotak-kotak memiliki berat rata-rata 6,5 kg dan diangkat pada ketinggian pinggul dari jarak horizontal 3/4 jarak jangkauan lengan (pusat gravitasi kotak) ke posisi yang dekat dengan tubuh juga pada ketinggian pinggul. Selain sekitar lima kali per hari, kotak yang lebih berat (30 kg) terangkat dari ketinggian lantai (pegangan sekitar 15 cm di atas ketinggian lantai). Kedua jenis kotak tidak memiliki pegangan dan mengharuskan orang untuk memutar bagasi 60° (diukur dari antara kaki dan di antara bahu).

Pertama, angkat rata-rata dihitung dan kemudian angkat puncak ("kasus terburuk"). Angkat puncak ("kasus terburuk") bisa misalnya, menjadi angkat berat yang jarang terjadi atau pengangkatan yang lebih ringan sering terjadi. Untuk penyederhanaan, lima angkat yang lebih berat dapat diabaikan di sini, saat menghitung rata-rata pengangkatan. Perhitungan rata-rata dan angkat puncak divisualisasikan pada Gambar 3-4.



Gambar 4. Perhitungan rata-rata angkat



Gambar 5. Perhitungan puncak angkat ("kasus terburuk"). (Sumber : Lind et al, 2015)

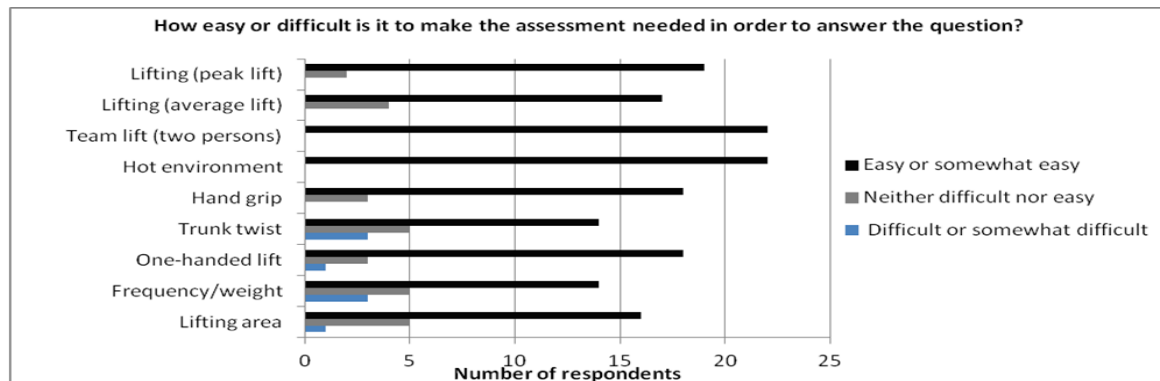
Jika asal angkat akan berada jauh dari tubuh (misalnya lebih dari 63 cm) di luar kotak di "area angkat", titik tambahan akan ditambahkan ke nilai kotak terdekat. Ini berarti bahwa angkat di pinggul-tinggi, dengan jarak horizontal melebihi 63 cm (dari buku-buku jari ke titik tengah antara tulang pergelangan kaki bagian dalam) akan menghasilkan skor tambahan dibandingkan jika jarak vertikal adalah 63 cm.

e. Uji coba kegunaan

Dua puluh empat ergonomis / fisioterapis Norwegia memberikan informasi yang menyeluruh dan menjawab kuesioner mengenai kegunaan alat RAMP (dimodifikasi setelah Sandahl, 2013). Jumlah rata-rata tahun mereka telah bekerja sebagai ergonomis / fisioterapis adalah enam tahun (kisaran 0-30). Dua pertiga (65%) melakukan penilaian risiko sekitar sekali setiap bulan ketiga atau lebih sering dan 39% melakukan penilaian risiko sekitar sekali setiap bulan atau lebih sering. Para peserta berpartisipasi dalam kursus pelatihan satu hari yang mencakup sekitar 2-2,5 jam penilaian operasi penanganan manual dari rekaman video menggunakan alat RAMP. Pada akhir hari pelatihan, para peserta menanggapi kuesioner tentang kegunaan aspek yang berbeda dari alat RAMP. Pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan seberapa mudah atau sulitnya pengguna menganggap penilaian, dari faktor-faktor dalam model, serta penilaian rata-rata dan kasus pengangkatan puncak. Faktor-faktor (lihat gambar 5) dinilai menggunakan skala Likert (1 = mudah, 2 = agak mudah, 3 = tidak sulit dan tidak mudah, 4 = agak sulit, 5 = sulit). Pertanyaan-pertanyaan itu di Swedia dan diuji terlebih dahulu pada seorang fisioterapis Norwegia untuk memvalidasi pembacaannya dalam populasi ergonomis / fisioterapis Norwegia. Para peneliti berpartisipasi selama sesi ini untuk menjawab pertanyaan potensial mengenai kuesioner.

Dari 24 peserta, 22 menjawab pertanyaan tentang model pengangkatan. Dari jumlah tersebut, 22 peserta, 81% dan 90% menjawab bahwa mereka merasa mudah atau agak mudah untuk menilai rata-rata dan kasus pengangkatan terburuk masing-masing menggunakan model. Selanjutnya, semua responden menjawab bahwa penilaian suhu lingkungan dan tim-mengangkat mudah atau agak mudah untuk dinilai, sementara 86%, 82% dan 73% menjawab bahwa itu mudah atau agak mudah untuk menilai pegangan tangan (kopling), lift satu tangan dan asal vertikal atau horizontal atau tujuan lift ("area angkat"). Penilaian belitan batang dan faktor-faktor frekuensi-berat dianggap

sebagai faktor yang paling sulit. Empat belas persen merasa sulit atau agak sulit untuk dinilai sementara 64% melaporkan bahwa faktor-faktor ini mudah atau agak mudah dinilai.



Gambar 6. Pertanyaan mengenai seberapa mudah atau sulit yang dirasakan pengguna untuk membuat penilaian untuk setiap bagian dari model. (Sumber : Lind et al, 2015)

Model praktisi baru yang disajikan dalam kajian ini memberikan pengguna kemungkinan untuk menilai jangkauan yang lebih luas dari mengangkat dan menurunkan operasi dengan memasukkan beberapa faktor yang umum diamati dalam pekerjaan industri. Selanjutnya, model pengangkatan lebih konservatif ketika pengangkatan dilakukan pada ketinggian vertikal rendah dan tinggi dibandingkan dengan RNLE, berdasarkan hasil terutama dari studi eksperimental terbaru (Marras et al., 1997; Marras et al., 1999; Lavender et al., 2003; Hoozemans et al., 2008). Ketika menilai tugas angkat, penilaian menghasilkan skor risiko / tindakan untuk beban kumulatif dan puncak, karena ini diyakini secara independen berkontribusi terhadap peningkatan risiko nyeri pinggang (Norman et al., 1998; Coenen et al., 2013). Tujuannya harus untuk merancang pekerjaan sehingga kedua nilai berada pada tingkat tindakan / risiko rendah. Untuk meningkatkan kemudahan penggunaan model baru, ia dirancang dengan tingkat yang lebih sedikit (langkah-langkah terpisah) dari parameter tugas dibandingkan dengan RNLE. Meskipun ini dapat meningkatkan kegunaannya ketika menilai pekerjaan dengan variabilitas besar, itu bisa di sisi lain mengurangi akurasi ketika merancang stasiun kerja karena presisi yang lebih rendah. Model mengangkat berfokus pada mengangkat tugas dengan ketegangan fisik yang tinggi. Oleh karena itu, diasumsikan di sini bahwa ketegangan yang lebih rendah mengandung risiko yang lebih rendah. Meskipun ini tidak mungkin terjadi, untuk banyak pekerjaan yang tidak bergerak di mana peningkatan pemuatan fisik sering disarankan untuk meningkatkan kesehatan fisik. Namun, pekerjaan menetap ini berada di luar ruang lingkup model pengangkatan dan alat RAMP.

Hasil dari survei menunjukkan bahwa sebagian besar peserta yang termasuk dalam penelitian menemukan bahwa mudah atau agak mudah untuk melakukan penilaian terhadap tugas mengangkat rata-rata dan puncak meskipun beberapa faktor (kombinasi berat dan frekuensi dan belitan batang) mungkin masih memerlukan beberapa peningkatan untuk meningkatkan kegunaan alat. Satu pertanyaan, tentang kegunaan keseluruhan model (mengenai betapa mudah atau sulitnya mereka menganggapnya untuk membuat penilaian menggunakan model) hanya dijawab oleh sembilan responden dan karena itu dikeluarkan. Dari sembilan responden, delapan menjawab bahwa mudah atau agak mudah menilai mengangkat menggunakan model, sementara yang satu menjawab bahwa itu tidak sulit dan tidak mudah. Evaluasi terbaru dari model, yang terdiri dari tiga fisioterapis /

ergonomis dan tiga fisioterapis, menemukan tingkat tinggi perjanjian antar penilai (87%) untuk penilaian rata-rata dan angkat puncak (Holm, 2015). Tingkat risiko / tindakan model harus diperlakukan sebagai hipotesis sampai penelitian telah mengevaluasi validitas prediktifnya. Evaluasi lebih lanjut dari model ini dianjurkan, untuk menguji keandalan model intra dan antar penilai pada populasi yang lebih besar.

4. Simpulan

Kajian ini menyajikan model baru, yang ditujukan bagi praktisi untuk menilai operasi pengangkatan dan penurunan manual. Model, yang untuk sebagian besar didasarkan pada persamaan lifting NIOSH yang direvisi, dapat digunakan untuk menilai berbagai tugas pengangkatan yang lebih luas yang biasa diamati dalam industri termasuk satu pengangkatan tangan, pengangkatan oleh tim dan pengangkatan dalam suhu lingkungan yang panas. Selain itu, beberapa faktor yang termasuk dalam RNLE telah dimodifikasi untuk meningkatkan kegunaannya bagi praktisi dan karena variabilitas parameter pengangkatan yang diamati dalam industri. Evaluasi kegunaan model menunjukkan, bahwa sebagian besar (81% dan 90%) dari praktisi, menemukannya mudah atau agak mudah untuk menilai rata-rata dan angkat puncak menggunakan model.

Daftar Pustaka

- Andersen, J. H., J. P. Haahr, and P. Frost. 2007. Risk factors for more severe regional musculoskeletal symptoms: A two-year prospective study of a general working population. *Arthritis and Rheumatism* 56 (4):1355-1364.
- Burdorf, A., and A. Van der Beek. 1999. Letter to the Editor: Accuracy of measurements for the revised NIOSH lifting equation. *Applied Ergonomics* 30 (4):369-370
- Choobineh, A., M. Movahed, S. H. Tabatabaie, and M. Kumashiro. 2010. Perceived demands and Musculoskeletal Disorders in Operating Room nurses of Shiraz city hospitals. *Industrial Health* 48 (1):74-84
- Coenen, P., I. Kingma, C. R. L. Boot, J. W. R. Twisk, P. M. Bongers, and J. H. Van Dieën. 2013. Cumulative Low Back Load at Work as a Risk Factor of Low Back Pain: A Prospective Cohort Study. *Journal of Occupational Rehabilitation* 23 (1):11-18.
- Dempsey, P. G. 2002. Usability of the revised NIOSH lifting equation. *Ergonomics* 45 (12):817-828.
- Dempsey, P. G., and F. A. Fathallah. 1999. Application issues and theoretical concerns regarding the 1991 NIOSH equation asymmetry multiplier. *International Journal of Industrial Ergonomics* 23 (3):181-191.
- Eurofound. 2012. Fifth European Working Conditions Survey. Luxembourg: Publications Office of the European Union. European Committee for Standardization (CEN), 2008. Safety of Machinery e Human Physical Performance e Part 2:
- Evaluation of the revised NIOSH lifting equation - A cross-sectional epidemiologic study. *Spine* 24 (4):386-394.
- Fallentin, N., E. Viikari-Juntura, M. Waersted, and A. Kilbom. 2001. Evaluation of physical workload standards and guidelines from a Nordic perspective. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health* 27:1-52.
- Garg, A., S. Boda, K. T. Hegmann, J. S. Moore, J. M. Kapellusch, P. Bhoyar, M. S. Thiese, A. Merryweather, G. Deckow- Schaefer, D. Bloswick, and E. J. Malloy. 2014. The NIOSH lifting equation and low-back pain, part 1: Association with low-back pain in the BackWorks prospective cohort study. *Human Factors* 56 (1):6-28.
- Hafez, H. A., and M. M. Ayoub. 1991. A psychophysical study of manual lifting in hot environments. *International Journal of Industrial Ergonomics* 7 (4):303-309.

- Harkness, E. F., G. J. Macfarlane, E. S. Nahit, A. J. Silman, and J. McBeth. 2003. Mechanical and psychosocial factors predict new onset shoulder pain: A prospective cohort study of newly employed workers. *Occupational and Environmental Medicine* 60 (11):850-857.
- Heneweer, H., F. Staes, G. Aufdemkampe, M. Van Rijn, and L. Vanhees. 2011. A physical activity and low back pain: A systematic review of recent literature. *European Spine Journal* 20 (6):826-845.
- Holm, M. 2015. Evaluation of Risk management Assessment tool for Manual handling Proactively (RAMP) 2 in an automotive industry - by comparison with KIM 2 regarding assessment methodology reliability and result. Master's thesis (In Swedish), IMM Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institutet.
- Hoozemans, M. J. M., I. Kingma, W. de Vries, and J. van Dieën. 2008. Effect of lifting height and load mass on low back loading. *Ergonomics* 51 (7):1053-1063.
- Jensen, L. K. 2008. Knee osteoarthritis: Influence of work involving heavy lifting, kneeling, climbing stairs or ladders, or kneeling/squatting combined with heavy lifting. *Occupational and Environmental Medicine* 65 (2):72-89.
- Lavender, S. A., G. B. J. Andersson, O. D. Schipplein, and H. J. Fuentes. 2003. The effects of initial lifting height, load magnitude, and lifting speed on the peak dynamic L5/S1 moments. *International Journal of Industrial Ergonomics* 31 (1):51-59.
- Lind, C., L. Rose and H. Franzon 2012. RAMP - Development of a risk assessment tool. In *Proceedings of the 44th Nordic Ergonomics Society Annual Conference*, 14.
- Lind, C., L. Rose, H. Franzon, and L. Nord-Nilsson. 2014. RAMP: Risk Management Assessment Tool for Manual Handling Proactively. In *Proceedings of the 46th Nordic Ergonomics Society Annual Conference*, 107-110.
- Lind, C., and L. Rose. 2015. A basis for quantitative assessments of risk factors in manual handling. Manuscript.
- Lu, M. L., T. R. Waters, E. Krieg, and D. Werren. 2014. Efficacy of the revised NIOSH lifting equation to predict risk of low-back pain associated with manual lifting: A one-year prospective study. *Human Factors* 56 (1):73-85.
- Marras, W. S., K. P. Granata, K. G. Davis, W. G. Allread, and M. J. Jorgensen. 1997. Spine loading and probability of low back disorder risk as a function of box location on a pallet. *Human Factors and Ergonomics In Manufacturing* 7 (4):323-336.
- Marras, W. S., K. P. Granata, K. G. Davis, W. G. Allread, and M. J. Jorgensen. 1999. Effects of box features on spine loading during warehouse order selecting. *Ergonomics* 42 (7):980-996.
- Marras, W. S., and C. Hamrick. 2006. The ACHIH TLV for low back risk. *Fundamental and Assessment Tools for Occupational Ergonomics*:50-115.
- N.R.C, 2001. *Musculoskeletal Disorders and the Workplace: Low Back and Upper Extremities*. National Academy Press, Washington, DC.
- Norman, R., R. Wells, P. Neumann, J. Frank, H. Shannon, M. Kerr, and Oubps Grp. 1998. A comparison of peak vs cumulative physical work exposure risk factors for the reporting of low back pain in the automotive industry. *Clinical Biomechanics* 13 (8):561-573.
- Palmer, K. T., E. C. Harris, C. Linaker, M. Barker, W. Lawrence, C. Cooper, and D. Coggon. 2012. Effectiveness of community- and workplace-based interventions to manage musculoskeletal-related sickness absence and job loss: A systematic review. *Rheumatology* 51 (2):230-242.
- Pinder, A. D. 2002. Benchmarking of the Manual Handling assessment Charts (MAC) [Internet]. Sheffield (United Kingdom): Health & Safety Laboratory; 2002 [cited 29 July 2015]. Report 31. Available from: http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2002/hsl02-31.pdf.

- Westgaard, R.H., and J. Winkel. 2010. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health* 36 (1):3-24.
- Rose, L., C. Lind, H. Franzon, L. Nord-Nilsson, and A. Clausén. 2011. Development, Implementation and dissemination of RAMP: risk management assessment tool for manual handling proactively. In *Proceedings of the 43rd Nordic Ergonomics Society Annual Conference*, 255–260, Oulu, Finland.
- Rose, L., and C. Lind. 2015. Introducing RAMP: A Risk Assessment and Management tool for manual handling Proactively. Submitted *Proceedings 19th Triennial Congress of the IEA*, Melbourne 9-14 August 2015
- Sandahl, B. 2013. An evaluation of the development of the ergonomic risk assessment method Risk management Assessment tool for Manual handling Proactively (RAMP). Master's thesis (In Swedish), IMM Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institutet.
- Sesek, R., D. Gilkey, P. Drinkaus, D. S. Bloswick, and R. Herron. 2003. Evaluation and quantification of manual materials handling risk factors. *International journal of occupational safety and ergonomics : JOSE* 9 (3):271-287.
- Takala, E. P., I. Pehkonen, M. Forsman, G. A. Hansson, S. E. Mathiassen, W. P. Neumann, G. Sjogaard, K. B. Veiersted,
- Van der Beek, A. J., S. E. Mathiassen, A. Burdorf, J. Windhorst, M. H. W. Frings-Dresen, and H. F. Van der Molen. 2000. Strategies to identify lifting tasks in scaffolding with highest priority for intervention. Paper read at *Proceedings of the XIVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and 44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Association*, 'Ergonomics for the New Millennium'.
- Waters, T. R., V. Putz-Anderson, A. Garg, and L. J. Fine. 1993. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 36 (7):749-776.
- Waters, T. R., S. L. Baron, L. A. Piacitelli, V. P. Anderson, T. Skov, M. Haring-Sweeney, D. K. Wall, and L. J. Fine. 1999.