

# KAPASITAS ANGKAT BEBAN UNTUK PEKERJA INDONESIA

**Dedik Santoso**

Email: dedik\_2000@yahoo.com

## ABSTRAK

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan MAWL (*Maximum Acceptable Weight of Lift*) untuk orang Indonesia baik pria maupun wanita. Tujuan lain adalah menyusun suatu model yang bisa dipakai untuk memperkirakan MAWL orang Indonesia berdasarkan variabel antropometri (16 variabel) dan variabel yang berhubungan dengan pekerjaan (frekuensi angkatan, tinggi angkatan, jarak vertikal dari angkatan). Ada 80 orang sebagai subyek dalam penelitian ini yang terdiri dari mahasiswi, mahasiswa, pekerja wanita, pekerja pria masing-masing 20 orang. Setiap orang melakukan 9 jenis pekerjaan mengangkat beban (kombinasi antara 3 frekuensi dan 3 ketinggian angkat). Metode yang digunakan dalam menentukan MAWL adalah *psychophysical*. Dengan metode ini, setiap subyek diminta untuk melakukan pekerjaan mengangkat barang sesuai dengan frekuensi dan tinggi angkatan yang ditetapkan seberat mungkin sesuai dengan kemampuan mereka dengan asumsi bahwa mereka harus melakukan pekerjaan tersebut selama 8 jam setiap hari tanpa memaksa diri sendiri (untuk menghindari terjadinya cedera). Model yang dikembangkan diperoleh dari data 75% subyek sedangkan 25% dari subyek digunakan untuk validasi model tersebut. Dari pengujian model diperoleh bahwa model yang dikembangkan secara umum dapat digunakan secara cukup akurat terhadap model yang dikembangkan untuk masing-masing kelompok subyek.

**Kata kunci:** *anthropometry*, tugas mengangkat, populasi Indonesia, kapasitas mengangkat, *psychophysical*, MAWL.

## ABSTRACT

*The main objective of this study was to determine the maximum acceptable weight of lift (MAWL) for Indonesian population both males and females. The secondary objective was to develop models to predict the MAWL for Indonesian population based on anthropometric variables (sixteen variables) and job related variables (lifting frequency, lifting height, vertical distance of lift). A total of 80 subjects (female students, female workers, male students, and male workers) were used in this study, 20 people for each group. The subjects performed nine lifting tasks (combination of three frequencies and three lifting heights). Psychophysical methodology was used to determine MAWL. Subjects were asked to perform the lifting tasks with loads as much as they can without straining themselves and with the assumption that they work for eight hours per day. The models were developed using data from 75% of the subjects. The models were validated using the data from the other 25% of the subjects. Testing of the models revealed that general model developed for all subjects predicted lifting capacity as well as the specific models.*

**Keywords:** *anthropometry, lifting task, Indonesian population, lifting capacity, psychophysical, MAWL.*

## 1. PENDAHULUAN

Menurut data Departemen Tenaga Kerja Amerika Serikat (Accident Facts, 1990), cedera tulang belakang adalah salah satu yang paling umum terjadi (22% dari semua kecelakaan kerja yang terjadi) dan paling banyak membutuhkan biaya untuk pengobatannya. Salah satu penyebab dari cedera ini adalah *overload* yang dipikul oleh tulang belakang (> 60%) dan 60% dari *overload* ini disebabkan oleh pekerjaan mengangkat barang, 20% pekerjaan mendorong atau menarik barang dan 20% akibat membawa barang. Pekerja yang mengangkat beban berat akan mengalami kemungkinan cedera punggung 8 kali lipat dari pekerja yang hanya mengangkat barang secara tidak terus menerus. Banyak ahli yang yakin bahwa cedera punggung memiliki hubungan erat dengan pekerjaan *manual material handling* (MMH). Walaupun penggunaan tenaga mekanik/mesin di industri berkembang dengan cepat dalam MMH, tetapi pada kenyataannya

banyak pekerjaan yang tidak dapat menghindari kegiatan MMH ini terutama mengangkat dan menurunkan barang.

Ada beberapa penelitian yang berhubungan dengan MMH terutama mengangkat barang. Beberapa parameter yang umum digunakan adalah frekuensi angkatan, jarak vertikal angkatan, titik awal angkatan, posisi angkatan (simetri dan tidak simetri), ukuran barang yang diangkat, jarak horisontal barang yang diangkat dengan tubuh, kekuatan otot, daya tahan, dan variabel antropometri. Ada juga beberapa penelitian untuk mengembangkan model matematika dalam penentuan MAWL dengan membandingkan kekuatan dinamis dan statis otot. Namun semua model tersebut hanya dapat digunakan untuk menghitung kemampuan tenaga kerja di AS dan Eropa. Penelitian di Indonesia dengan menggunakan subyek orang Indonesia perlu dilakukan karena adanya perbedaan ukuran badan antara orang Amerika dengan orang Indonesia. Sampai saat ini belum ada penelitian dalam bidang ini untuk orang Indonesia dengan menggunakan faktor-faktor yang telah disebutkan di atas.

*Manual material handling* (MMH) adalah salah satu pekerjaan paling penting yang sering dilakukan bahkan dalam dunia industri modern saat ini dan bidang ini banyak diteliti karena MMH merupakan sumber utama terjadinya cedera punggung. MMH meliputi mengangkat, menurunkan, membawa, mendorong dan menarik barang. Karya ilmiah/buku-buku yang membahas MMH banyak menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas pekerja dalam melakukan MMH. Faktor-faktor yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah frekuensi angkatan, titik awal angkatan, jarak vertikal angkatan, kekuatan otot, variabel antropometri, ukuran dan berat jenis barang yang diangkat.

### **1.1 Faktor-faktor yang berhubungan dengan pekerjaan**

Faktor-faktor yang dimaksud di sini adalah frekuensi, titik awal angkatan, jarak angkatan, tipe angkatan (simetri atau tidak simetri), ukuran dan berat jenis barang yang diangkat. Semua faktor tersebut merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan MAWL kecuali berat jenis barang yang akan diangkat.

#### **1.1.1 Frekuensi**

Dari beberapa penelitian, ditemukan bahwa kenaikan frekuensi berpengaruh secara signifikan terhadap beban yang bisa diangkat. Salah satu studi menyatakan bahwa beban yang diangkat turun sekitar 29% bila frekuensi naik dari 1 menjadi 12 angkatan per menit. Pengaruh dari perbedaan frekuensi ini juga lebih besar dari pengaruh perbedaan ukuran barang yang diangkat (Mital, 1984).

#### **1.1.2 Titik awal angkatan**

Faktor lain yang mempengaruhi MAWL adalah titik awal angkatan. MAWL turun bila titik awal angkatan berubah dari lantai ke bahu (Mital, 1984). Dalam rumusan NIOSH 1981 dan 1991 ada vertical factor yang merupakan titik awal angkatan.

#### **1.1.3 Jarak vertikal**

Makin besar jarak vertikal angkatan, makin rendah berat beban yang bisa diangkat (Ciriello and Snook, 1983)

#### **1.1.4 Tipe angkatan**

Dalam rumus NIOSH yang baru yang dikembangkan sejak tahun 1991, tipe angkatan merupakan salah satu variabel yang ada. Tipe angkatan yang dimaksud adalah simetri dan tidak simetrinya angkatan yang dilakukan. Bila suatu angkatan membentuk sudut antara awal angkatan

dan akhir angkatan, maka dikatakan bahwa angkatan tersebut adalah jenis asimetri. Makin besar sudut ini, makin kecil pula beban yang bisa diangkat. Dalam banyak penelitian, faktor ini merupakan faktor yang signifikan dalam menentukan MAWL.

### 1.1.5 Faktor lain

Faktor lain yang cukup menentukan adalah ukuran dari barang yang diangkat (Ciriello and Snook, 1983) dan berat jenis beban yang diangkat (Mital and Manivasagan, 1983).

## 1.2 Faktor-faktor yang berhubungan dengan pekerja

Faktor-faktor yang termasuk dalam kategori ini antara lain adalah variabel antropometri (ukuran tubuh manusia), kekuatan otot, usia, jenis kelamin, status pekerja (contoh: mahasiswa dan karyawan). Berat badan dan tinggi badan mempunyai pengaruh yang kompleks terhadap resiko cedera dalam MMH (NIOSH, 1981). Berat badan memiliki pengaruh langsung terhadap kebutuhan energi untuk metabolisme pada saat seseorang mengangkat beban (Garg et al., 1978). Orang yang lebih berat cenderung lebih cepat lelah tetapi di lain pihak, orang yang lebih berat bisa lebih kuat kemampuan ototnya. Dalam beberapa studi juga diketahui bahwa ada hubungan positif antara ukuran badan dengan kemampuan mengangkat beban. Bertambahnya ukuran badan, maka secara umum MAWL juga bertambah. Usia ternyata tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap MAWL. Pengalaman kerja yang lebih banyak dengan bertambahnya usia merupakan kompensasi dari faktor usia itu sendiri.

## 1.3 Model-model matematis yang pernah dikembangkan

Ada beberapa studi yang mengembangkan model matematika dalam menentukan MAWL. Beberapa dari studi tersebut dan variabel yang digunakan dapat dilihat dalam tabel berikut.

**Tabel 1. Studi di bidang *manual material handling***

Peneliti	Variabel
Aghazadeh, Jiang (1988)	- <i>Isometric, isoinertial, isokinetic strength.</i> - Jenis kelamin
Ayoub et al. (1978)	- Frekuensi - Tinggi angkatan - Dimensi barang yang diangkat - Jenis kelamin
Snook (1978)	- Frekuensi - Tinggi angkatan - Jarak vertikal angkatan - Dimensi barang yang diangkat - Jenis kelamin
Mital (1984)	- Frekuensi - Tinggi angkatan - Dimensi barang yang diangkat - Jenis kelamin
Genaidy et al. (1990)	- Frekuensi - Tinggi angkatan - Dimensi barang yang diangkat - Prosentase populasi - Lama waktu kerja - Jenis angkatan - Pegangan

#### 1.4 Pendekatan *psychophysical* dalam menentukan MAWL

Yang dimaksud dengan pendekatan ini adalah bahwa subyek bekerja berdasarkan upah (makin banyak yang diangkat, makin banyak mereka dibayar), sesuai kemampuan mereka, tanpa menimbulkan kelelahan yang berlebihan, kelemahan, kepanasan, atau kehabisan napas (Snook, 1978). Yates dan Karwowski (1987) mengkonfirmasi bahwa metode ini adalah salah satu metode yang valid dalam penentuan MAWL dengan frekuensi sekitar 6 kali angkatan per menit.

## 2. RATIONALE DAN OBYEKTIF

Telah banyak studi yang berhubungan dengan MMH khususnya pekerjaan mengangkat barang. Parameter yang umum digunakan dalam studi tersebut antara lain adalah kekuatan otot, variabel antropometri, variabel beban, variabel pekerjaan. Kebanyakan studi dilakukan di Eropa atau AS dan belum ada studi yang menggunakan orang Indonesia sebagai subyek penelitian. Perbedaan ini perlu diperhatikan karena variabel antropometri merupakan salah satu faktor yang sangat signifikan dalam menentukan MAWL. Karena itu, studi ini bertujuan untuk menentukan MAWL dari pekerja Indonesia dan membandingkannya dengan bukan pekerja (dalam studi ini diambil mahasiswa).

## 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah *psychophysical*. Metode ini memungkinkan setiap subyek menentukan sendiri beban awal yang akan diangkat dan diperbolehkan untuk mengurangi atau menambah berat beban yang diangkat selama melakukan tugas tersebut sampai pada beban dimana subyek merasa bahwa beban tersebut adalah yang paling optimum diangkatnya selama 8 jam kerja tanpa menimbulkan kemungkinan cedera atau kelelahan yang berlebihan. Subyek dapat memulai dengan beban yang sangat berat atau sangat ringan sesuai dengan kemauannya sendiri.

### 3.1 Metode pengumpulan data

#### 3.1.1 Subyek

Ada 4 kelompok subyek yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: mahasiswi, mahasiswa, pekerja wanita, pekerja pria dengan jumlah masing-masing kelompok 20 orang. Mahasiswa/i dipilih secara acak dari dua universitas dari etnis yang berbeda-beda. Pekerja juga dipilih secara acak dari beberapa industri mebel dan mereka memiliki pengalaman dalam pekerjaan mengangkat barang. Selama percobaan, pekerja diberi honor sesuai standard tetapi mahasiswa/i tidak diberi honor. Setiap subyek harus dalam kondisi sehat dan tidak pernah mengalami sakit punggung. Sebelum mulai pekerjaan, setiap subyek diberi kesempatan untuk melakukan latihan selama beberapa saat. Data-data antropometri dikumpulkan sebelum melakukan percobaan.

#### 3.1.2 Peralatan

- a. Platform kayu yang dilubangi setinggi 69 cm, 72 cm, 126 cm, 136 cm, 156 cm, dan 164 cm dari lantai. Ketinggian ini masing-masing mewakili ketinggian rata-rata dari subyek yaitu ketinggian lutut, bahu, dan jangkauan tangan ke atas masing-masing untuk wanita dan pria.
- b. Kotak kayu dengan ukuran 30 cm X 30 cm X 20 cm dengan diberi pegangan di sampingnya.
- c. Potongan-potongan besi yang tidak diketahui beratnya sebagai beban.

- d. *Tape recorder* untuk memberikan instruksi kepada subyek kapan mereka harus mengangkat beban sesuai dengan frkuensi yang ditetapkan.

### 3.2 Prosedur percobaan

#### 3.2.1 Pengumpulan variabel antropometri

Sebanyak 16 variabel antropometri diukur dari masing-masing subyek dan nantinya digunakan dalam model yang dikembangkan. Data diukur dalam centi meter kecuali usia dalam tahun dan berat badan dalam kilogram.

#### 3.2.2 Pekerjaan yang dilakukan

Pekerjaan mengangkat beban dengan 3 frekuensi dan 3 titik awal angkatan yang berbeda. Frekuensi yang digunakan adalah 2, 4, dan 8 angkatan per menit. Tinggi angkatan yang digunakan adalah lutut, bahu, dan jangkauan tangan. Dengan demikian maka masing-masing subyek melakukan 9 jenis angkatan.

#### 3.2.3 Prosedur angkatan

Dalam studi ini, untuk menentukan MAWL digunakan metode psychophysical. Setiap subyek dilatih selama beberapa menit sebelum mereka mengangkat beban sesungguhnya. Latihan ini diperlukan untuk memberikan penjelasan kepada mereka tentang metode yang digunakan dan membiasakan mereka dengan instruksi yang diberikan. Setiap subyek diberikan kebebasan mengenai cara mengangkat beban dan menentukan berat beban yang akan diangkat. Setiap subyek diminta mengangkat beban dengan satu frekuensi dan satu ketinggian angkat setiap hari. Mereka diminta mengangkat beban yang telah ditentukan sendiri selama 10 menit dan bila selama itu mereka merasa beban tersebut terlalu berat atau terlalu ringan, maka mereka diberi kesempatan untuk mengubah berat beban. Demikian dilakukan berulang sampai mereka merasa bahwa beban yang diangkat dirasakan cukup untuk bekerja selama 8 jam kerja.

### 3.3 Analisa Statistik

Program statistik yang digunakan dalam studi ini adalah *Systat*, *Statistical Analysis System*, dan *Microsoft Excel*.

## 4. HASIL PENELITIAN

### 4.1 Variabel antropometri

Dari hasil pengukuran variabel antropometri diperoleh data-data seperti dalam tabel berikut.

**Tabel 2. Rata-rata dan standar deviasi untuk subyek wanita**

Variabel antropometri	Mahasiswi			Pekerja		
	Rata2	%	STD	Rata2	%	STD
<i>Age</i>	21.25		1.803	22.75		1.997
<i>Height</i>	156.4	100	2.302	156.1	100	3.563
<i>Weight</i>	47.8		1.838	49.1		2.909
<i>Acromial Height</i>	126.2	80.69	1.414	126.9	81.29	2.968
<i>Standing Iliac Crest Height</i>	88.61	56.66	1.321	89.52	57.35	3.356
<i>Knuckle Height</i>	68.59	43.86	0.917	69.26	44.37	1.865
<i>Knee Height</i>	42.93	27.45	0.942	43.6	27.93	6.808
<i>Forearm-Grip Distance</i>	29.12	18.62	1.024	29.93	19.17	1.185
<i>Chest Width</i>	39.78	25.43	0.603	39.98	25.61	1.625
<i>Chest Depth</i>	18.25	11.67	0.173	18.31	11.73	0.409
<i>Abdominal Depth</i>	13.06	8.35	0.16	13.54	8.67	0.383
<i>Chest Circumference</i>	73.12	46.75	2.849	77.86	49.88	4.356
<i>Abdominal Circumference</i>	57.16	36.55	1.43	58.9	37.73	1.762
<i>Forearm Circumference</i>	24.37	15.58	0.356	24.07	15.42	0.874
<i>Biceps Circumference</i>	25.36	16.21	0.389	25.05	16.05	1.161
<i>Thigh Circumference</i>	44.17	28.2	0.47	44.18	28.3	0.709

**Tabel 3. Rata-rata dan Standar deviasi untuk subyek pria**

Variabel antropometri	Mahasiswa			Pekerja		
	Rata2	%	STD	Rata2	%	STD
<i>Age</i>	21.45		1.504	23.4		3.202
<i>Height</i>	164.8	100	2.266	163.9	100	3.06
<i>Weight</i>	55.4		3.912	52.46		3.35
<i>Acromial Height</i>	136.9	83.07	1.677	136.5	83.28	2.897
<i>Standing Iliac Crest Height</i>	95.08	57.69	1.589	95.56	58.3	3.808
<i>Knuckle Height</i>	71.94	43.65	1.093	72.42	44.19	1.852
<i>Knee Height</i>	46.67	28.32	1.327	47.75	29.13	1.697
<i>Forearm-Grip Distance</i>	30.56	18.54	1.041	31.38	19.15	1.926
<i>Chest Width</i>	40.77	24.74	1.134	41.31	25.2	1.818
<i>Chest Depth</i>	18.5	11.23	0.276	18.9	11.53	0.905
<i>Abdominal Depth</i>	14.72	8.93	0.477	15.31	9.34	1.321
<i>Chest Circumference</i>	72.47	43.97	2.533	76.5	46.67	4.401
<i>Abdominal Circumference</i>	62.52	37.94	2.417	64.06	39.08	3.844
<i>Forearm Circumference</i>	25	15.17	0.495	25.35	15.47	1.017
<i>Biceps Circumference</i>	26.19	15.89	0.477	27.03	16.49	1.519
<i>Thigh Circumference</i>	46.52	28.23	0.788	47.04	28.7	2.048

## 5. MAWL

*Maximum Acceptable Weight of Lift* (MAWL) dapat dilihat dalam tabel berikut ini. Dari tabel tersebut dapat juga dilihat bahwa pekerja dapat mengangkat beban lebih berat dari pelajar. Standar deviasi juga diberikan dalam tabel tersebut (dicetak dalam tanda kurung)

**Tabel 4. Rata-rata dan standar deviasi dari MAWL (kilogram)**

	Mahasiswi	Pekerja wanita	Mahasiswa	Pekerja pria
Lantai-Lutut (2 kali/mnt)	10.725 (0.348)	10.685 (0.392)	12.045 (0.526)	12.535 (0.863)
Lantai-Lutut (4 kali/mnt)	9.845 (0.270)	9.745 (0.472)	11.085 (0.515)	11.820 (0.759)
Lantai-Lutut (8 kali/mnt)	8.320 (0.349)	8.165 (0.800)	9.085 (0.822)	10.985 (0.730)
Lutut-Bahu (2 kali/mnt)	11.475 (0.424)	12.315 (0.532)	12.76 (0.627)	13.77 (0.676)
Lutut-Bahu (4 kali/mnt)	10.560 (0.419)	11.175 (0.626)	11.675 (0.567)	12.805 (0.607)
Lutut-Bahu (8 kali/mnt)	8.980 (0.484)	9.370 (0.626)	9.765 (0.748)	11.255 (0.718)
Bahu-Jangkau (2 kali/mnt)	10.755 (0.513)	11.440 (0.489)	11.790 (0.498)	12.305 (0.686)
Bahu-Jangkau (4 kali/mnt)	9.540 (0.555)	10.345 (0.491)	10.560 (0.661)	11.495 (0.595)
Bahu-Jangkau (8 kali/mnt)	7.635 (0.470)	8.465 (0.366)	8.135 (0.566)	10.415 (0.682)

### 5.1 Model Matematika untuk menentukan MAWL

Dari data-data yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan program statistik yang ada dan dibuatlah model matematika untuk menentukan daya angkat (MAWL). Dalam percobaan ini digunakan regresi linear untuk mengembangkan persamaan matematis dengan menggunakan variabel-variabel antropometri, frekuensi, jenis kelamin, jarak dan tinggi angkatan, dan pekerjaan dari subyek. Model yang dikembangkan juga memanfaatkan adanya korelasi antara beberapa variabel antropometri yang ada sehingga model tersebut dapat disederhanakan.

Dari hasil perhitungan diperoleh model sbb:

$$\text{Beban (MAWL)} = -6.013 + (0.029 \times \text{Berat badan}) + (0.0766 \times \text{Tinggi badan}) - (0.435 \times \text{Frekuensi}) + (0.023 \times \text{Tinggi angkatan}) + (0.076 \times \text{Jarak angkatan}) + (0.264 \times \text{Jenis kelamin}) + (0.218 \times \text{Pekerjaan})$$

## 6. KESIMPULAN

Dalam studi ini data antropometri yang dikumpulkan dari 80 orang subyek tidak berbeda secara signifikan dengan data yang dikumpulkan oleh Suma'mur dan Soedirman dimana mereka menggunakan 20.000 subyek dalam penelitian mereka. Sebagian besar dari variabel antropometri pekerja wanita lebih besar dari mahasiswi. Hal serupa berlaku untuk mahasiswa dan pekerja pria.

Dari pengolahan data yang diperoleh juga didapat bahwa ada beberapa variabel antropometri yang memiliki korelasi yang cukup tinggi ( $> 0.5$ ) sehingga model yang diperoleh dari hasil korelasi tersebut cukup valid digunakan. Hal ini akan sangat menyingkat waktu pengumpulan data sebab pengumpulan data variabel antropometri cukup sulit dan mahal.

Dalam studi ini digunakan pendekatan dengan metode *psychophysical*. Sebetulnya ada 4 metode yang dapat digunakan secara bersama-sama dalam penelitian semacam ini. Empat metode tersebut adalah: *physiological*, *biomechanical*, *epidemiological*, dan *psychophysical*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Accident Facts, National Safety Council, 1990, *National Safety Council*, Chicago, IL.
- Aghazadeh, F., Jiang, B.C., 1988, "Some Considerations in the Use of Isometric, Isoinertial, and Isokinetics Strength Models for Predicting Lifting Capability", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2, 101-110.
- Ayoub, M.M., Bethea, N.J., Deivanayagam, S., Asfour, S.S., Bakken, G.M., Liles, D., Mital, A., Sherif, M., 1978, *Determination and Modeling of Lifting Capacity*, National Institute for Occupational Safety and Health.
- Ciriello, V.M., Snook, S.H., 1983, "A Study of Size, Distance, Height, and Frequency Effects on Manual Handling Tasks", *Human Factors*, 25(5), 473-483.
- Garg, A., Chaffin, D.B., Herrin, G.D., 1978, "Prediction of Metabolic Rates for Manual Material Handling Jobs", *American Industrial Hygiene Association*, 39, 661-674.
- Genaidy, A.M., Asfour, S.S., Mital, A., Waly, S.M., 1990, "Psychophysical Models for Manual Lifting Tasks", *Applied Ergonomics*, 21(4), 295-303.
- Mital, A., Manivasagan, I., 1983, "Maximum Acceptable Weight of Lift as a Function of Material Density, Center of Gravity Location, Hand Preference, and Frequency", *Human Factors*, 25(1), 33-42.
- Mital, A., 1984, "Maximum Weights of Lift Acceptable to Male and Female Industrial Workers for Extended Work Shift", *Ergonomics*, 27(11), 1127-1138.
- NIOSH, 1981, *Work Practices Guide for Manual Lifting*, US Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH.
- NIOSH, 1994, *Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*, US Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH.
- Snook, S.H., 1978, "The Design of Manual Handling Tasks", *Ergonomics*, 21(12), 963-985.
- Yates, J.W., Karwowski, W., 1987, "Maximum Acceptable Lifting Loads During Seated and Standing Work Positions", *Applied Ergonomics*, 18(3), 239-243.