

## APLIKASI SISTEM INFORMASI K3 DENGAN METODE RULA DAN NIOSH

TriPujadi<sup>1</sup>, Harisno<sup>2</sup>, Erik Sugiarto<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Nusantara

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Nusantara

Jl. KH. Syahdan No. 0 Palmerah Kebunjeruk Jakarta Barat; Telp.: (021) 5345830

E-mail: tripujadi@binus.ac.id, harisno@yahoo.com, erik\_su@yahoo.com

### ABSTRAK

Artikel ini merupakan hasil penelitian pada berbagai proses produksi untuk menemukan kadar penerapan K3 di suatu perusahaan, mengidentifikasi tingkat bahaya yang muncul dalam pekerjaan serta memberikan rekomendasi penyelesaiannya. Metode dalam perhitungan untuk identifikasi tingkat bahaya dalam bekerja menggunakan persamaan atau rumus pengangkatan beban dari NIOSH (NIOSH Lifting Equation) dan metode RULA (Rapid Upper Limb Assessment). Hasil yang akan dicapai yaitu pengembangan model perangkat lunak aplikasi sistem informasi untuk mendukung perhitungan data sesuai kondisi di tempat kerja tersebut.

*Kata Kunci: RULA, NIOSH, Aplikasi Sistem Informasi*

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia saat ini cukup pesat. Hal ini menuntut pekerja dan pemilik perusahaan bekerja sama dengan baik, agar dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas berproduksi. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi produktivitas adalah masalah keselamatan dan kesehatan kerja(K3)

Gerakan perbaikan dengan menerapkan K3 dipelopori oleh kalangan yang memiliki tanggung jawab moral dan mereka berhasil memperjuangkan melalui perundangan sehingga wajib dilaksanakan. Sejak saat itu K3 menjadi bagian perlindungan tenaga kerja yang pelaksanaannya diatur normatif dalam undang-undang ketenagakerjaan. K3 adalah hak tenaga kerja/pekerja. Perkembangan selanjutnya pada tataran internasional hak ini diakui sebagai bagian dari Hak Asasi Manusia (HAM).

Demi peningkatan produktivitas kerja, pekerjaan harus dilakukan dengan cara dan lingkungan kerja yang memenuhi syarat keselamatan dan kesehatan. Jika persyaratan tersebut tidak terpenuhi, maka terjadi ketidaknyamanan kerja, gangguan kesehatan, penyakit dan kecelakaan. Permasalahan tersebut juga disebabkan oleh ketidakseimbangan antara beban kerja dengan kapasitas atau kemampuan kerja yang dimiliki pekerja. Gangguan kesehatan ini menyebabkan menurunnya daya kerja disebabkan faktor fisik, kimiawi, biologis, fisiologis dan atau mental psikologis yang terdapat dalam pekerjaan dan atau lingkungan kerja. Faktor-faktor tersebut jika tidak dicegah dapat berakibat terjadinya kecelakaan, oleh karenanya harus dapat dikendalikan.

Kegiatan ini bertujuan melakukan penelitian pada berbagai proses produksi untuk menemukan kadar penerapan K3 di suatu perusahaan, identifikasi tingkat bahaya yang muncul dalam pekerjaan serta memberikan rekomendasi penyelesaiannya. Metode dalam perhitungan untuk

identifikasi tingkat bahaya dalam bekerja menggunakan persamaan atau rumus pengangkatan beban dari NIOSH (NIOSH Lifting Equation) dan metode RULA (Rapid Upper Limb Assessment). Hasil yang akan dicapai yaitu pengembangan model perangkat lunak aplikasi sistem informasi untuk mendukung perhitungan data sesuai kondisi di tempat kerja tersebut.

### 2. METODOLOGI

Sebagai objek penelitian untuk analisis pekerjaan pengangkatan beban secara manual tanpa alat bantu, sedangkan pengamatan yang dilakukan adalah pada pekerja pengisi galon kemasan air isi ulang di Jakarta sekitarnya.

#### 2.1 Metodologi Analisis beban kerja

Metode dalam perhitungan untuk identifikasi tingkat bahaya dalam bekerja menggunakan persamaan atau rumus pengangkatan beban dari NIOSH (NIOSH Lifting Equation) dan metode RULA (Rapid Upper Limb Assessment). Penerapan metode ini melalui tahapan:

- Pengumpulan data variabel NIOSH dan RULA
- Perhitungan tingkat bahaya beban dengan metode RULA
- Perhitungan dengan menggunakan metode NIOSH
- Melakukan analisis hasil perhitungan tersebut untuk menentukan rekomendasi usulannya.

#### 2.2 Metode dalam pengembangan aplikasi

Metode dalam perancangan aplikasi menggunakan pendekatan berbasis objek (object oriented analysis), dengan komponennya terdiri dari Rich Picture, Use Case Diagram, Class Diagram, Sequence Diagram, Navigation dan Deployment Diagram. Hasilnya dipakai untuk mengembangkan prototyping aplikasi sistem informasi keselamatan dan kesehatan kerja.

### 3. HASIL ANALISIS DAN PERANCANGAN

#### 3.1 Hasil Analisis dan Pengolahan Data Rapid Upper Limb Assessment(RULA)

##### Posisi RULA Pengangkatan Galon

Penilaian proyeksi tubuh dengan metode RULA menurut McAttamney (1993), Kroemer (2001), saat mengangkat beban ditunjukkan pada tabel 1. Perhatikan Tabel 1, nilai yang dihasilkan sesuai sudut dari posisi lengan pada tubuh..

Tabel 1. Posisi lengan dan pergelangan tangan pada pengangkatan galon

Posisi	Gambar	Keterangan	Nilai
Lengan Atas		20°-45°	2
Lengan Bawah		-60°-100°	1
Pergelangan Tangan		Tangan tertekuk	2
Perputaran Pergelangan Tangan		-	1
<b>Hasil Nilai Berdasarkan Tabel</b>			<b>3</b>
Pergunaan Otot : Postur tidak statis			0
Beban : Lebih dari 10 kg			3
<b>Total Nilai</b>			<b>6</b>

Selanjutnya pengukuran berdasarkan posisi leher, punggung dan kaki waktu mengangkat beban dapat diperoleh nilai berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. Posisi leher, punggung, dan kaki pengangkatan galon

Posisi	Gambar	Keterangan	Nilai
Leher		0°-10°	1
Punggung		0°	1
Kaki		Tubuh seimbang dan ada ruang utk bergerak	1
<b>Hasil Nilai Berdasarkan Tabel</b>			<b>1</b>
Pergunaan Otot : Postur tidak statis			0
Beban : Lebih dari 10 kg			3
<b>Total Nilai</b>			<b>4</b>

Tabel 3 dan Tabel 4 berikut ini, menunjukkan daftar nilai yang diperoleh berdasarkan posisi lengan dan pergelangan maupun posisi leher, punggung dan kaki pada waktu pekerja meletakkan beban.

Tabel 3. Posisi lengan dan pergelangan pangan peletakan galon

Posisi	Gambar	Keterangan	Nilai
Lengan Atas		+45°-90°	3
Lengan Bawah		0°-60°	2
Pergelangan Tangan		-	1
Perputaran Pergelangan Tangan		-	1
<b>Hasil Nilai Berdasarkan Tabel</b>			<b>4</b>
Pergunaan Otot : Postur tidak statis			0
Beban : Lebih dari 10 kg			3
<b>Total Nilai</b>			<b>7</b>

Tabel 4. Posisi leher, punggung, dan kaki peletakan galon

Posisi	Gambar	Keterangan	Nilai
Leher		0°-10°	1
Punggung		60°+	4
Kaki		Tubuh seimbang dan ada ruang untuk bergerak	1
<b>Hasil Nilai Berdasarkan Tabel</b>			<b>5</b>
Pergunaan Otot : Postur tidak statis			0
Beban : Lebih dari 10 kg			3
<b>Total Nilai</b>			<b>8</b>

#### Perhitungan dengan Metode RULA

##### • Posisi Pengangkatan Beban

Nilai Total Posisi Lengan dan Pergelangan Tangan = 6

Nilai Total Posisi Leher, Punggung, dan Kaki = 4

Nilai Akhir (berdasarkan tabel) = 6

Hasil : Investigasi lebih lanjut & perubahan segera

##### • Posisi Peletakan Beban

Nilai Total Posisi Lengan&Pergelangan tangan= 7

Nilai Total Posisi Leher, Punggung, dan Kaki = 8

Nilai Akhir (berdasarkan tabel) = 7

Hasil : Perlu investigasi dan perubahan secepatnya

#### Analisis Tingkat Bahaya Pengangkatan Beban

Perhitungan dengan menggunakan metode RULA dilakukan 2 kali, yaitu pada saat pekerja melakukan pengangkatan dan peletakan beban. Hal ini dilakukan untuk mengetahui posisi kerja mana yang paling beresiko untuk menimbulkan cedera. Nilai RULA pada posisi pengangkatan seperti

ditunjukkan pada Tabel 1 adalah 6, sedangkan pada posisi peletakan beban pada Tabel 3 bernilai 7. Artinya bahwa posisi yang dilakukan dikategorikan beresiko cedera dan segera melakukan perbaikan.

Pada posisi pengangkatan, posisi bahaya adalah posisi pergelangan tangan kanan yang mengangkat galon dengan cara menekuk ke samping. Hal ini mungkin sulit dihindari mengingat galon yang akan diangkat harus dipegang dasarnya untuk memudahkan peletakan. Jika pengangkatan dilakukan dengan cara memeluk galon dengan kedua tangan dan menempelkannya di dekat dada, maka akan sulit saat akan melakukan peletakan galon. Nilai beban juga menunjukkan nilai yang tinggi untuk meningkatkan resiko cedera pada tubuh bagian atas. Berat beban ini tidak dapat dikurangi karena setiap galon air harus diisi memenuhi volumenya.

Pada posisi peletakan beban, nilai yang tinggi adalah nilai lengan atas dan punggung. Pekerja meletakkan beban dengan cara membungkukan badan dan lengan kanan atas harus membentuk sudut 90° terhadap tubuh. Posisi bahaya adalah membungkuk saat meletakkan beban. Karena akan membebani tulang punggung untuk meletakkan beban.

Postur peletakkan beban dengan cara membungkukan tubuh dapat meningkatkan resiko cedera pada pinggang. Dan kegiatan repetitif seperti ini mengakumulasi, menyebabkan cedera pinggang.

### NIOSH Lifting Equation

Tabel 5 berikut ini adalah nilai variabel yang diperlukan dalam menghitung RWL ditempat awal, dan Tabel 6 menunjukkan nilai di tempat tujuan:

Tabel 5. Data persamaan NIOSH di tempat awal

Variabel	Nilai
Jarak Horisontal	30 cm
Jarak Vertikal	93 cm
Jarak Perpindahan	93 cm
Sudut Asimetri	0°
Frekuensi	< 0.2
Durasi	< 1 jam
Pegangan	Cukup baik ( <i>Fair</i> )

Tabel 6 Data persamaan NIOSH tempat tujuan

Variabel	Nilai
Jarak Horisontal	26 cm
Jarak Vertikal	0 cm
Jarak Perpindahan	93 cm
Sudut Asimetri	0°
Frekuensi	< 0.2
Durasi	< 1 jam
Pegangan	Cukup baik ( <i>Fair</i> )

### Perhitungan dengan Persamaan Pengangkatan Beban NIOSH:

#### • RWL (*Recommened Weight Limit*)

Tempat Awal:

➤ *Load Constant* (LC) = 23 kg

➤ *Horisontal Multiplier* (HM)

$$HM = 25/H = 25/30 = 0.83$$

➤ *Vertical Multiplier* (VM)

$$VM = 1 - (0.003 |V-75|) = 1 - (0.003 |93-75|)$$

$$VM = 0.95$$

➤ *Distance Multiplier* (DM)

$$DM = 0.82 + (4.5/D) = 0.82 + (4.5/93) = 0.87$$

➤ *Asymetric Multiplier* (AM)

$$AM = 1 - (0.0032A) = 1 - (0.0032 \times 0^\circ) \rightarrow AM = 1$$

➤ *Frequency Multiplier* (FM)

Frekuensi = Kurang dari 0.2 pengangkatan/menit

Durasi = Kurang 1 jam

FM (berdasarkan tabel *Frequency Multiplier*) = 1

➤ *Coupling Multiplier*

Tipe pegangan adalah cukup baik (*fair*)

CM (berdasarkan tabel *Coupling Multiplier*) = 1

➤ *Recommened Weight Limit*

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$RWL = 23 \times 0.83 \times 0.95 \times 0.87 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$RWL = 15.77 \text{ kg}$$

Tempat Tujuan:

➤ *Load Constant* (LC) = 23 kg

➤ *Horisontal Multiplier* (HM)

$$HM = 25/H = 25/26 = 0.96$$

➤ *Vertical Multiplier* (VM)

$$VM = 1 - (0.003 |V-75|) = 1 - (0.003 |0-75|) =$$

$$0.78$$

➤ *Distance Multiplier* (DM)

$$DM = 0.82 + (4.5/D) = 0.82 + (4.5/93) = 0.87$$

➤ *Asymetric Multiplier* (AM)

$$AM = 1 - (0.0032A) = 1 - (0.0032 \times 0^\circ) = 1$$

➤ *Frequency Multiplier* (FM)

Frekuensi = Kurang dari 0.2 pengangkatan/menit

Durasi = Kurang 1 jam  $\rightarrow$  FM = 1

➤ *Coupling Multiplier*

Tipe pegangan adalah cukup baik (*fair*)  $\rightarrow$  CM = 1

➤ *Recommened Weight Limit*

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$RWL = 23 \times 0.96 \times 0.78 \times 0.87 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$RWL = 14.98 \text{ kg}$$

#### • *Lifting Index*

Beban/load weight (L) = 19 kg

➤ Tempat Awal

$$LI = \frac{L}{RWL} = \frac{19}{15.77} \rightarrow LI = 1.21$$

➤ Tempat Tujuan

$$LI = \frac{L}{RWL} = \frac{19}{14.98} \rightarrow LI = 1.27$$

### Analisis Hasil Hitung Persamaan Pengangkatan Beban NIOSH

Perhitungan persamaan pengangkatan NIOSH juga dilakukan 2 kali. Hal ini bertujuan untuk membandingkan tingkat bahaya pengangkatan beban pada kedua posisi pengangkatan dan peletakan beban. *Lifting Index* pada pengangkatan di tempat awal dan tempat tujuan adalah sebesar 1.17 dan 1.27. Hal ini dikategorikan cukup berbahaya, tetapi tidak bagi semua orang. Bagi beberapa orang yang sudah terbiasa (dalam hal ini pekerja), pengangkatan beban seperti ini mungkin sudah biasa dan menjadi terlatih.

Dengan melihat nilai variabel terkecil pada perhitungan RWL, nilai tersebut ada pada VM dan DM (perhitungan untuk tempat tujuan). Hal ini menunjukkan barang yang diangkat/diletakkan cukup jauh jarak vertikalnya. Untuk mengurangnya, kita harus memperpendek jarak perpindahan vertikal.

### Solusi Pengangkatan Galon

Pekerja meletakkan beban (galon) dengan cara membungkukkan tubuh. Hal ini dapat meningkatkan resiko cedera, ditambah dengan kebiasaan yang selalu membungkukkan tubuh, terakumulasi untuk menimbulkan cedera pinggang. Pekerja sebaiknya meletakkan galon dengan cara menekuk lutut, bukan membungkuk, dengan posisi punggung tetap tegak. Untuk bendanya, yaitu galon, tidak dapat dilakukan perubahan, karena semua galon air sudah dirancang dengan bentuk yang standar.

Perbaikan juga dilakukan dengan menambah meja untuk meletakkan galon. Ini bertujuan untuk menghindari gerakan membungkuk saat meletakkan galon. Menurut NIOSH, tinggi optimum adalah 75 cm dari lantai. Dengan menambahkan meja setinggi 75 cm, akan mengubah variabel VM (*vertical multiplier*/pengali vertikal) pada tempat tujuan menjadi 1. Selain itu, akan memperpendek jarak perpindahan vertikal menjadi 18 cm ( $93-75=18$ cm). Nilai 18 dibulatkan menjadi 25 cm untuk variabel D pada DM. Dengan  $D=25$  cm, maka nilai DM=1.

Perhitungannya menjadi seperti berikut

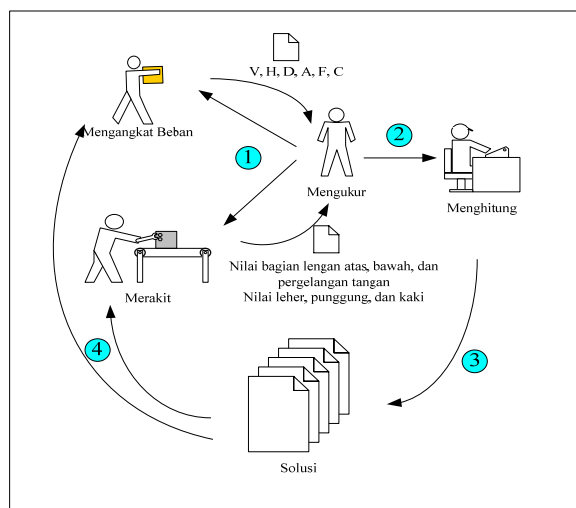
- Tempat Awal  
 $RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$   
 $RWL = 23 \times 0.83 \times 0.95 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 18.14$   
 $LI = 19/18.14 = 1.05$
- Tempat Tujuan  
 $RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$   
 $RWL = 23 \times 0.96 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 22.08$   
 $LI = 19/22.08 = 0.86$

### 3.2 Hasil Perancangan Aplikasi Sistem Kesehatan Keselamatan Kerja

Sistem yang akan dikembangkan meliputi 2 metode, pertama, untuk pengangkatan beban berdasarkan persamaan pengangkatan NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*), dan yang kedua adalah RULA (*Rapid*

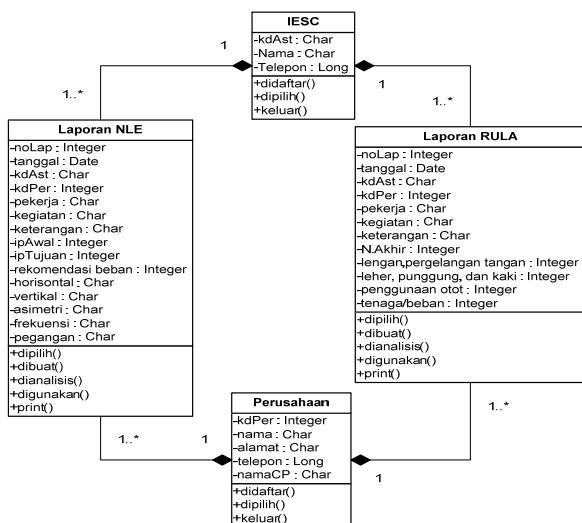
*Upper Limb Assesment*) yang membahas masalah postur tubuh bagian atas. Dari sistem ini dapat digunakan untuk 2 kondisi, yaitu perhitungan cepat menggunakan RULA untuk mengetahui posisi/postur tubuh saat bekerja, menilai hasilnya di sistem, dan memberikan saran perbaikan untuk posisi yang berbahaya. Kondisi yang kedua adalah untuk menganalisis pengangkatan beban, dimana variabel yang diukur lebih rumit. Setelah beberapa variabel dalam persamaan pengangkatan beban NIOSH diukur, maka hasil akan dihitung di sistem, lalu hasil (tingkat resiko cedera) akan segera diketahui beserta saran perbaikan.

Aplikasi ini memudahkan seorang analis untuk menghitung dan membuat solusi. Analisis (langkah 1) me ngukur variabel pengangkatan beban, merakit oleh pekerja. Ia menghitung (langkah 2) dengan acuan pada variabel seperti ditunjukkan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 4. Pada waktu mengolah data hasil perhitungannya, analis itu memilih dua metode yang ada pada sistem ini, yaitu persamaan pengangkatan beban NIOSH dan RULA (langkah 3). Persamaan pengangkatan NIOSH digunakan untuk menganalisis resiko cedera dari pengangkatan beban yang dilakukan. Metode RULA digunakan untuk menganalisis tingkat resiko cedera postur tubuh pekerja saat bekerja. Sistem akan menghasilkan solusi (langkah 4) yang digunakan memperbaiki sistem kerja atau postur tubuh saat bekerja. Proses perhitungan tersebut ditampilkan pada *Rich Picture* seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



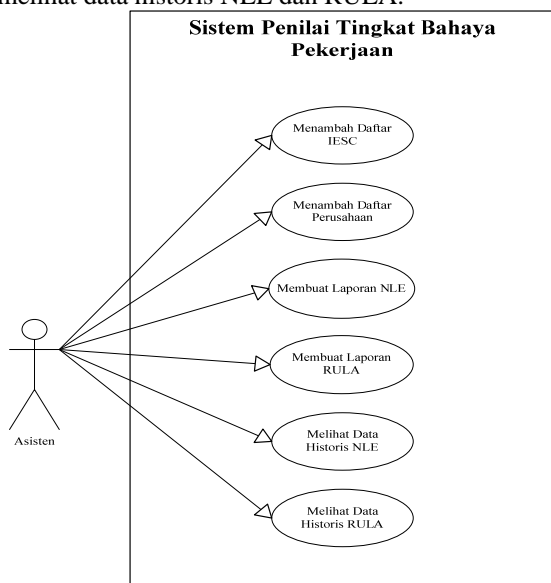
Gambar 1. Rich Picture usulan aplikasi

Berdasarkan rich picture, diidentifikasi objek pada sistem aplikasi ini. Selanjutnya pengelompokan (cluster) objek itu dipakai untuk menentukan class data yang akan dimasukkan ke dalam aplikasi. Gambar 2 menunjukkan Cluster Dokumen yang berisi class Laporan NLE dan Laporan RULA. Sedangkan pada cluster NonDokumen terdiri dari class IESC (asisten) dan class Perusahaan.



Gambar 2. Class Diagram aplikasi usulan

Selain mengidentifikasi cluster, rich picture digunakan untuk menentukan kegiatan atau fungsi utama pada sistem aplikasi yang akan dibangun. Gambar 3 menampilkan fungsi (*use case*) menambah daftar IESC dan daftar perusahaan, membuat laporan NLE dan RULA serta mengisi dan melihat data historis NLE dan RULA.

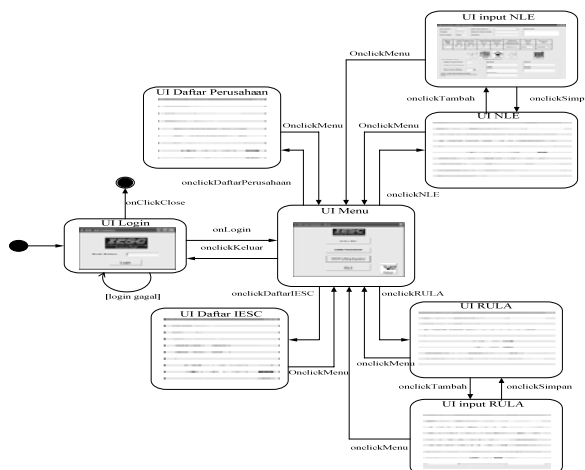


Gambar 3. Use Case Diagram aplikasi usulan

#### 4. MODEL APLIKASI

Model aplikasi secara keseluruhan dirancang dengan mengacu pada *Use Case* diagram, dan ditampilkan pada Gambar 4 *Navigation Diagram* untuk menunjukkan pergerakan aplikasi dari satu antarmuka Login sampai menghasilkan tampilan solusi bagi para pekerja.

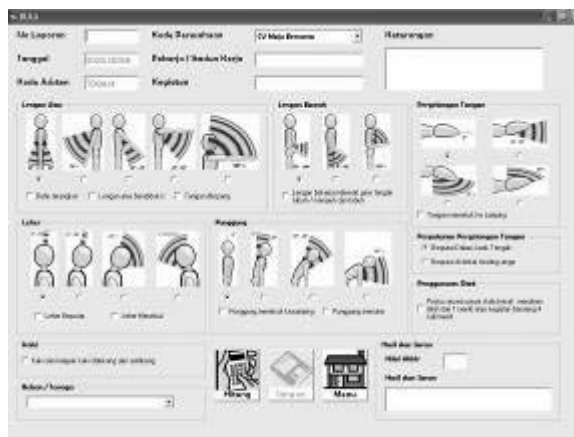
Selanjutnya user memasukkan hasil pengukuran melalui layar menu aplikasi seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Layar input NIOSH. Hasil pengukuran variable dimasukkan ke dalam system melalui layar aplikasi. Selanjutnya aplikasi akan menghitung total dampak berdasarkan nilai tersebut.



Gambar 4. Navigation Diagram aplikasi usulan



Gambar 5. Layar NIOSH lifting equation



Gambar 6. Layar input RULA

Sedangkan untuk memasukkan data RULA dilakukan melalui layer seperti pada Gambar 6 Layar input RULA. Data yang dimasukkan adalah hasil pengukuran posisi pekerja saat mengangkat, menurunkan beban pada saat bekerja. Sistem akan menghitung berdasarkan data yang dimasukkan tersebut.

Setelah seluruh data dimasukkan, aplikasi akan mengolah dan menghasilkan hasil perhitungan sekaligus usulan solusi sebagaimana ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Layar daftar hasil RULA

## 5. SIMPULAN

Pada kegiatan pengangkatan galon, *lifting index* pada tempat awal dan tempat tujuan menunjukkan nilai 1.21 dan 1.27. Nilai menunjukkan kegiatan tersebut tergolong cukup bahaya. Resiko cedera pinggang (*low back pain*) juga menjadi lebih besar karena pekerja tersebut mengangkat dengan cara membungkukkan tubuh.

Sistem informasi yang dikembangkan untuk kepentingan laboratorium PSK&E merupakan sistem yang tidak hanya dapat menilai tingkat resiko cedera pekerjaan pengangkatan beban, tetapi juga menilai tingkat resiko cedera pada postur tubuh saat bekerja.

## PUSTAKA

- Howard, John., Len Welsh (2007), **Cal/OSHA Consultation Service, Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling**. Diakses dari <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-131/>
- Kevin Simonton(2007). *Lesson for Lifting and Moving Material*. Diakses dari <http://www.lni.wa.gov/IPUB/417-129-000.pdf>
- Kroemer, K.H.E. (2001). *Ergonomics, How to Design for Ease and Efficiency*. Second Edition. Prentice Hall, New Jersey.
- Mathiassen, L., Munk-Madsen, A., Nielsen, P. A., Stage, J. (2000). *Object-Oriented Analysis and Design*. Marko, Aalborg.
- McAtamney, L., E. N. Corlett (1993). RULA : a survey method for the investigation of work related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, vol 24 (2), pp 94-1-99.

Niebel, B. W., Freivalds, A. (2003). *Methods, Standards, and Work Design*. Eleventh Edition. McGraw Hill, New York.

Nurmianto, Eko. (1998). *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya, Surabaya.

O'Brien, James A., (2003). *Introduction to Information Systems*. Eleventh Edition. Mc Graw Hill, New York.

Waters, Thomas R., Vern Putz-Anderson, Arun Garg. (1994). *Applications Manual for The Revised NIOSH Lifting Equation*. U.S. Department of Health and Human Services, Ohio.

Whitten, J. L., Bentley, L. D., Dittman, K. C. (2004). *Systems Analysis and Design Methods*. McGraw Hill, New York.

<http://www.depkes.go.id/index.php?option=news&task=viewarticle&sid=1010&Itemid=2>.