

## DESAIN SISTEM INFORMASI UNTUK MODUL KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA LABORATORIUM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI

Tri Pudjadi, Siti Nur Fadlilah, Erik Sugiharto\*

\*)Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, BINUS University  
[tripudjadi@binus.ac.id](mailto:tripudjadi@binus.ac.id), [SitinuR@yahoo.com](mailto:SitinuR@yahoo.com).

### ABSTRAKSI

Cara mengangkat barang yang salah, beban yang terlalu berat, postur tubuh yang statis, kegiatan yang berulang / repetitif, kesemuanya dapat mengakibatkan cedera yang berpengaruh terhadap menurunnya produktivitas kerja. Untuk itu dilakukan penelitian pengembangan model aplikasi berbasis teknologi informasi yang dapat menyediakan informasi yang akurat untuk mendukung program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Sebagai objek penelitian dibatasi khususnya pada masalah pengangkatan beban dan postur tubuh saat bekerja. Metode yang digunakan sebagai dasar untuk mengurangi atau mencegah resiko terjadinya cedera adalah dengan menggunakan metode : (1) persamaan pengangkatan beban NIOSH (NIOSH Lifting Equation) untuk mengurangi / mencegah resiko terjadinya cedera pinggang dan (2) metode RULA (Rapid Upper Limb Assessment) untuk menilai tingkat resiko cedera tubuh bagian atas berdasarkan postur kerjanya.

Dari hasil evaluasi model tersebut di suatu kasus, resiko cedera pinggang dapat dikurangi, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan metode yang tepat akan mengurangi resiko cedera. Selain perhitungan tersebut, juga disampaikan mengenai metode atau cara pengangkatan beban yang lebih baik dengan cara punggung tetap tegak saat mengangkat dan menekuk lutut, bukan dengan cara membungkukkan tubuh.

**Kata kunci** : K3, low back pain, NIOSH Lifting Equation, RULA, sistem informasi

### 1. PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sangat berperan dalam menjamin adanya perlindungan terhadap pekerja. Perlindungan terhadap tenaga kerja meliputi aspek-aspek yang cukup luas, yaitu perlindungan atas keselamatan, kesehatan, pemeliharaan moral kerja serta perlakuan yang sesuai dengan martabat manusia dan moral agama.

Perlindungan kesehatan dan keselamatan tersebut dilakukan agar tenaga kerja secara aman melakukan pekerjaannya dengan kondisi kesehatannya yang baik untuk meningkatkan produksi dan produktivitas kerja. Dengan demikian, tenaga kerja memiliki hak untuk memperoleh perlindungan keselamatan dan kesehatan dari berbagai risiko atau kemungkinan yang dapat menimpa dan mengganggu tenaga kerja serta pelaksanaan pekerjaannya. Kesimpulan tersebut mengemuka dalam Seminar Nasional bertajuk "Peran Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam Menyongsong Globalisasi Industri pada Era Persaingan Pasar Bebas" di Departemen Kesehatan pada tanggal 6 Juli 2005.

Keselamatan dan kesehatan adalah aset yang tidak ternilai harganya. Keselamatan dan kesehatan seseorang merupakan bagian utama kesejahteraan. Kesejahteraan tenaga kerja mustahil diwujudkan dengan mengabaikan keselamatan dan kesehatan tenaga kerja.

Beberapa masalah keselamatan dan kesehatan kerja yang ada adalah kurangnya perhatian perusahaan ataupun pekerja terhadap penggunaan peralatan keamanan, metode-metode pengangkatan beban yang salah, postur tubuh yang kurang baik atau salah pada saat bekerja. Hal-hal tersebut masih sering diabaikan baik oleh si pekerja maupun pemilik perusahaan karena menganggap masalah keselamatan dan kesehatan kerja tidak berdampak langsung terhadap produktivitas perusahaan.

Kesalahan metode pengangkatan beban yang menggunakan tenaga punggung akan menyebabkan cedera pada bagian pinggang (*low back pain*). Postur tubuh yang salah saat bekerja juga dapat mengakibatkan rasa tidak nyaman atau bahkan cedera. Apabila pekerja mengalami cedera, akan berdampak buruk bagi perusahaan dan pekerja. Bagi perusahaan akan mengurangi produktivitasnya dan di lain sisi pekerja akan mengalami cedera yang mungkin akan mudah terulang lagi.

### 2. TUJUAN

- Melakukan pengembangan modul yang dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai masalah keselamatan dan kesehatan kerja, khususnya pengangkatan beban dan postur tubuh pada saat melakukan pekerjaan.

- Menyelesaikan masalah nyata terkait pada kegiatan pengangkatan beban dan postur tubuh saat bekerja yang fokus pada :
  - a. Menentukan tingkat keamanan dari pekerjaan pemindahan material.
  - b. Menginformasikan metode pengangkatan material, postur tubuh yang baik saat bekerja.
  - c. Memberikan solusi bagi pengguna mengenai pekerjaan mengangkat material yang dilakukan.
  - d. Membuat program aplikasi yang dapat menginformasikan tingkat resiko cedera dari pekerjaan yang dilakukan beserta sarannya.

### 3. TINJAUAN TEORI

#### Cedera Pada Pinggang (*Low Back Pain*)

Tulang belakang atau kolom vertebral manusia dewasa, merupakan susunan yang menyerupai huruf S (Niebel, 2003, p161) terdiri dari 25 tulang yang dibagi menjadi 7 tulang *cervical* pada leher, 12 tulang *thoracic* pada punggung (*upper back*), 5 tulang lumbar pada pinggang (*lower back*), dan *sacrum* pada daerah pelvis. Tulang-tulang ini memiliki badan silinder yang berfungsi sebagai tempat otot punggung melekat. Melalui pusat pada setiap vertebra terdapat ruang yang berisi dan melindungi saraf yang berawal dari otak sampai pada kolom vertebra terakhir.

Menurut Kroemer et al. (2001, p64) cedera pinggang (*low back pain*) adalah sensasi rasa sakit / nyeri dari cedera yang terjadi pada daerah pinggang. Cedera pinggang disebabkan oleh berbagai hal, dimana pada umumnya berhubungan dengan perubahan pada kolom spinal dan ligamen beserta otot yang mendukungnya karena proses penuaan. Perubahan ini bisa disebabkan oleh kombinasi trauma yang berulang dan proses penuaan.

Berdasarkan pendapat Bridger (1995, p59), cedera pinggang juga dapat disebabkan oleh lelah otot jika seseorang harus bekerja dengan tulang belakang menekuk maju (misal saat mencuci piring, atau menyetrika). Postur statis ini memberikan beban pada otot pinggang, yang secara cepat lelah. Untuk bekerja yang membutuhkan berdiri, tempat kerja harus dirancang untuk mencegah pekerja berdiri dengan posisi lordosis pada lumbar secara berlebihan atau harus mengadopsi posisi kerja membungkuk

#### Disain Pengangkatan Manual

Beberapa faktor yang memperburuk tekanan postural dalam penanganan material menurut Bridger (1995, p164) :

- Memegang atau menahan beban jauh dari tulang belakang.

- Melakukan gerakan rotasi pada tulang belakang saat menyangga atau mengangkat beban.
- Mengangkat atau menurunkan beban dengan tinggi di bawah lutut atau di atas bahu.
- Mengangkat atau memindahkan beban dengan jarak vertikal atau horisontal yang jauh.
- Menahan atau mengangkat beban untuk periode yang lama.
- Mengangkat atau membawa beban secara sering.
- Mengangkat sambil duduk.

Prosedur pengangkatan yang aman bagi pekerja menurut NIOSH (2007, p19) :

- Mengecek tanda pada beban
- Sebelum mengangkat, selalu menguji beban untuk stabilitas dan beratnya.
- Untuk beban yang tidak stabil dan / atau berat, yang harus diperhatikan adalah penggunaan peralatan, mengurangi berat beban, dan melakukan pengepakan ulang untuk meningkatkan stabilitas.
- Rencanakan pengangkatan
  - Gunakan sepatu yang tepat untuk menghindari jatuh dan tergelincir.
  - Jika menggunakan sarung tangan, gunakan ukuran yang tepat.
  - Mengangkat sebanyak batas aman yang bisa dilakukan.
  - Lakukan pengangkatan pada wilayah kekuatan (diatas lutut, dibawah bahu, dan dekat dengan tubuh), jika memungkinkan.
  - Berhati-hati saat mengangkat beban yang tidak stabil.

Saat mengangkat :

- Menggenggam dengan aman
- Gunakan kedua tangan
- Hindari hentakan, dgn bergerak perlahan
- Menjaga beban sedekat mungkin dgn tubuh
- Jika memungkinkan, gunakan kaki untuk mengangkat beban, jangan membungkuk.

#### 3.3 Persamaan Pengangkatan Beban NIOSH

RWL adalah hasil revisi dari persamaan pengangkatan (*lifting equation*) NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*). RWL didefinisikan untuk sekumpulan kondisi tugas yang spesifik dimana berat beban dapat diangkat oleh hampir seluruh pekerja yang sehat dalam waktu yang cukup lama (misalnya sampai 8 jam kerja) tanpa meningkatkan resiko sakit punggung bawah. RWL didefinisikan dengan persamaan berikut :

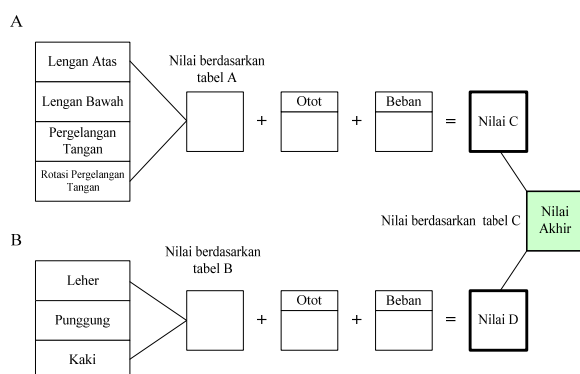
$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

### 3.4 RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

RULA adalah metode survei yang dikembangkan untuk penggunaan investigasi ergonomi dari tempat kerja dimana cedera tubuh bagian atas akibat kerja dapat terjadi. RULA menyediakan metode untuk menyaring sejumlah besar operator secara cepat, tetapi sistem penilaian yang dikembangkan juga menghasilkan indikasi dari tingkat pembebanan untuk setiap bagian tubuh individu.

Untuk menghasilkan metode yang dapat dengan cepat digunakan, tubuh dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok A adalah lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan, sedangkan kelompok B adalah leher, punggung, dan kaki yang akan memberikan pengaruh pada postur tubuh bagian atas. RULA menggunakan konsep pemberian nilai pada postur tubuh (sistem *coding*) yang ringkas dan cepat untuk digunakan.

Penilaian RULA dimulai dengan observasi operator dalam beberapa siklus kerja dengan tujuan memilih tugas dan postur untuk dinilai. Penilaian bisa ditentukan dari postur tubuh yang paling sering dilakukan dalam siklus kerja atau saat dimana beban tertinggi muncul.



Nilai tunggal dibutuhkan dari kelompok A dan B yang menunjukkan tingkat pembebanan postur dari sistem *musculoskeletal* melalui postur bagian tubuh yang dikombinasikan. Langkah pertama untuk menetapkan sistemnya adalah dengan mengurutkan setiap kombinasi dari postur, dari pembebanan yang terkecil sampai yang terbesar berdasarkan kriteria fungsi otot dan biomekanika. Urutan nilai postur ini ada dalam skala 1 sampai 9. Nilai 1 didefinisikan sebagai postur yang pembebanan pada *musculoskeletal* paling kecil.

Sistem penilaian dikembangkan juga termasuk beban tambahan pada sistem *musculoskeletal* yang disebabkan oleh kerja otot statis, gerakan yang repetitif, dan kebutuhan menggunakan tenaga atau menahan beban eksternal saat bekerja. Nilai ini dihitung untuk setiap kelompok A dan B.

**Nilai C**  
**Nilai A + Nilai Penggunaan Otot & Tenaga**  
**Nilai D**  
**Nilai B + Nilai Penggunaan Otot & Tenaga**

Penilaian jumlah dari beban statis atau penggunaan tenaga yang akan menyebabkan kelelahan berikut kerusakan jaringan tergantung pada waktu dimana operator diekspos pada faktor resiko eksternal. RULA menyediakan sistem penilaian yang konservatif dan sederhana yang digunakan sebagai panduan untuk mengindikasikan faktor resiko. Nilai postur bertambah menjadi 1 bila postur tubuh secara umum statis, misalnya menahan lebih dari 1 menit.

Kontribusi dari kegiatan yang memerlukan tenaga atau menahan beban, seperti peralatan tangan, tergantung pada berat objek, lamanya menahan, dan waktu pemulihan, sama seperti postur bekerja yang diadopsi. Jika beban atau tenaga kurang dari 2 kg atau kurang dan menahan sebentar-sebentar, maka nilainya adalah 0. Jika beban 2-10 kg sebentar-sebentar, maka nilainya adalah 1. Jika beban 2-10 kg statis atau berulang-ulang, maka nilainya adalah 2. Nilai 2 juga untuk beban yang lebih dari 10 kg yang sebentar-sebentar. Terakhir, jika beban lebih dari 10 kg dan dikerjakan statis atau berulang, nilainya adalah 3. Jika beban/tenaga yang besar yang dikerjakan / dikeluarkan dengan tiba-tiba nilainya juga 3.

Nilai penggunaan otot dan tenaga untuk bagian tubuh pada kelompok A dan B lalu ditambahkan dengan nilai postur untuk mendapatkan nilai yang disebut nilai C dan D.

### 3.5 Pengembangan Nilai Akhir dan Daftar Kegiatan

Kedua nilai C dan D akan digunakan untuk satu nilai akhir tunggal yang besarnya menentukan panduan untuk prioritas investigasi selanjutnya. Kombinasi nilai itu akan diberi urutan dan disebut nilai akhir (*Grand Score*) dari 1-7 berdasarkan resiko cedera yang dihitung dalam hubungannya dengan pembebanan *musculoskeletal*. Berikut adalah daftarnya :

- Tingkat Kegiatan 1: nilainya 1 atau 2 yang menunjukkan postur tubuh sudah baik jika tidak bertahan atau berulang2 untuk periode lama.
- Tingkat Kegiatan 2 : nilai akhir 3 dan 4 mengindikasikan perlunya investigasi lebih jauh dan perubahan mungkin diperlukan.
- Tingkat Kegiatan 3 : nilai 5 dan 6 mengindikasikan investigasi dan perubahan dibutuhkan segera.
- Tingkat Kegiatan 4 : nilai 7 mengindikasikan investigasi / perubahan dibutuhkan secepatnya.

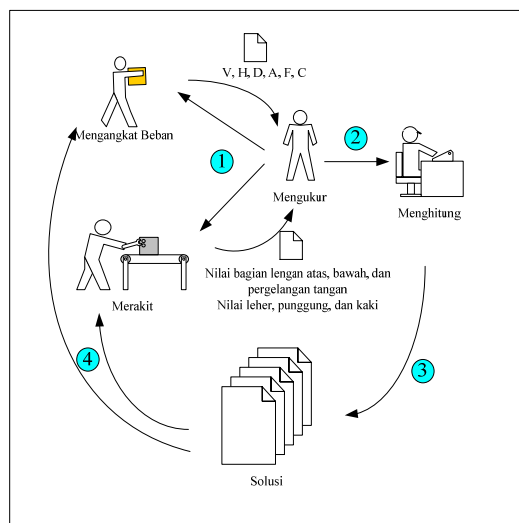
Tabel 1. Nilai Akhir RULA

Nilai C (Tubuh Bagian Atas)	Nilai D (Leher, Punggung, dan Kaki)						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

2. PERMASALAHAN YANG DIHADAPI

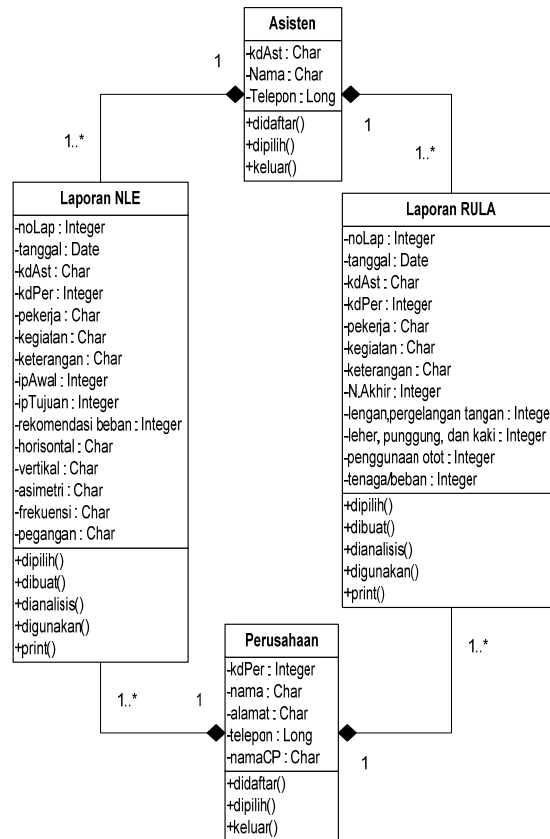
Pada modul K3 yang lama telah menggunakan *software Ergointelligence*, yang memiliki beberapa modul seperti REBA (*Rapid Entire Body Assessment*), RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), *Strain Index*, CTD (*Cummulative Trauma Disorders Risk Index*), dan OCRA, Kekurangan pada *software Ergointelligence* yang dimiliki laboratorium PSK&E adalah *software* ini merupakan versi *trial* / percobaan dengan periode waktu penggunaan yang terbatas serta tidak memiliki modul untuk menyelesaikan masalah pengangkatan beban. Hal ini dapat dilengkapi dengan menggunakan *software* yang dirancang yang dikembangkan dalam penelitian ini yang memiliki 2 modul, yaitu persamaan pengangkatan beban NIOSH (*NIOSH Lifting Equation*) dan RULA.

3. DESAIN APLIKASI SISTEM INFORMASI K3  
Rich picture



Struktur Data / Class Diagram

Cluster Dokumen disini berisi *class* Laporan NLE dan Laporan RULA. Sedangkan pada *cluster* NonDokumen terdiri dari *class* Asisten dan class Perusahaan.



Tabel database yang digunakan :

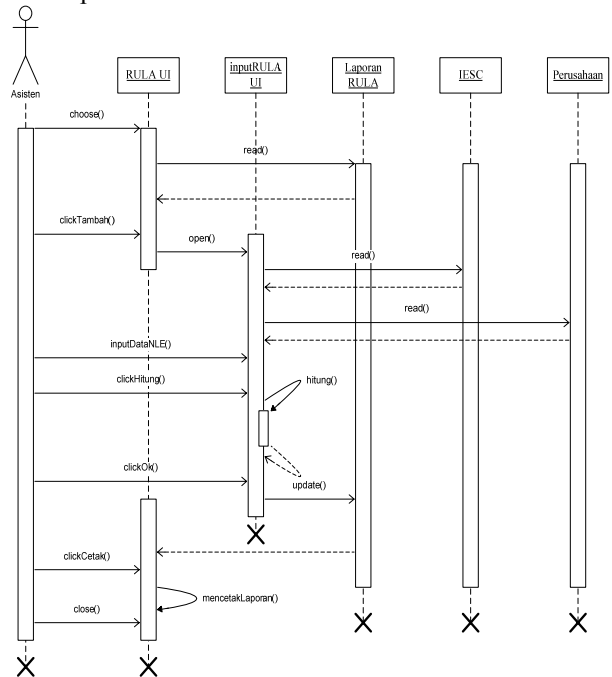
1. Tabel Perusahaan
  - Berupa daftar perusahaan yang didaftar untuk diberikan solusi perbaikan. Atributnya adalah :
    - Kode perusahaan
    - identitas perusahaan(nama, alamat, telepon)
    - nama *contact person*
2. Tabel NLE
  - Berisi solusi/perbaikan pengangkatan beban.
    - nomor & tgl laporan
    - kode perusahaan,
    - pekerja,
    - kegiatan,
    - indeks pengangkatan awal,
    - indeks pengangkatan tujuan,
    - rekomendasi ( horisontal, vertikal, asimetri)
    - frekuensi, dan pegangan.
3. Tabel RULA
  - Berisi informasi kegiatan yang statis dan indeks dari resiko cedera tubuh bagian atas. Atributnya :
    - nomor & tgl laporan
    - kode perusahaan,
    - pekerja,
    - kegiatan,

- nilai akhir,
- kelompok lengan & pergelangan tangan,
- kelompok leher, punggung, dan kaki,
- penggunaan otot, dan tenaga / beban.

**Use Case Diagram**



**b. Sequence Diagram untuk use case Membuat Laporan RULA**



**Navigation Diagram**

Overview ini berisi navigation diagram yang menggambarkan alur transisi window pada sistem. Berikut adalah navigation diagramnya:

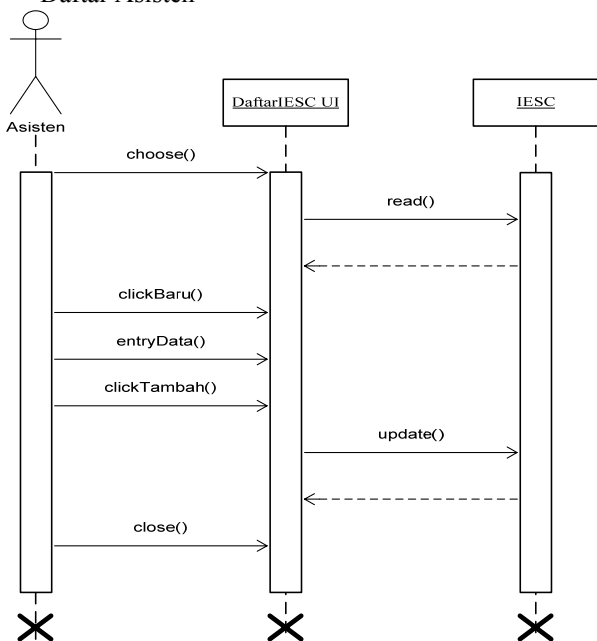
**a. Rancangan layar aplikasi Sistem Informasi K3:**



**Sequence Diagram**

Sequence diagram menggambarkan interaksi antar objek yang ada untuk setiap use case yang ada. Berikut adalah sequence diagram yang ada :

**a. Sequence Diagram untuk use case Menambah Daftar Asisten**





#### b. Technical Platform

Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0*. Perancangan *user interface* menggunakan *form-form* pada *Visual Basic*. Perancangan database menggunakan *microsoft access*. Untuk perancangan laporan menggunakan *Crystal Report 8.5*. Sistem operasi berbasis *Windows*.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat adalah sebagai berikut:

1. 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.

2. Untuk postur tubuh pekerjaan mendisain, nilai akhir berdasarkan metode RULA adalah 5. Nilai ini menunjukkan bahwa postur ini membutuhkan peninjauan lebih lanjut dan perubahan. Dengan melihat lingkungan kerja yang sudah baik, maka pekerja tersebut harus memperbaiki postur tubuhnya saat bekerja.
3. Pada postur tubuh operator mesin *Hot Print*, nilai akhir berdasarkan metode RULA adalah 3, yang menunjukkan perlu adanya peninjauan lebih lanjut. Operator sudah bekerja dengan postur tubuh yang baik, hanya resiko cedera meningkat dengan adanya kegiatan yang repetitif.
4. Aplikasi yang dikembangkan adalah sistem dapat menilai tingkat resiko cedera pekerjaan pengangkatan beban, juga menilai tingkat resiko cedera pada postur tubuh saat bekerja.

#### PUSTAKA

- [1] <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-131/>
- [2] <http://www.depkes.go.id/index.php?option=news&task=viewarticle&sid=1010&Itemid=2>
- [3] <http://www.lni.wa.gov/IPUB/417-129-000.pdf>
- [4] Kroemer, K.H.E. (2001). *Ergonomics, How to Design for Ease and Efficiency*. Second Edition. Prentice Hall, New Jersey.
- [5] Mathiassen, L., Munk-Madsen, A., Nielsen, P. A., Stage, J. (2000). *Object-Oriented Analysis and Design*. Marko, Aalborg.
- [6] McAtamney, L., E. N. Corlett. RULA : a survey method for the investigation of work related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, vol 24 (2), pp 94-1-99.
- [7] McLeod, Jr., Raymond. (2001). *Sistem Informasi Manajemen*. Jilid 1. Edisi Ketujuh. Prenhallindo, Jakarta.
- [8] Niebel, B. W., Freivalds, A. (2003). *Methods, Standards, and Work Design*. Eleventh Edition. McGraw Hill, New York.
- [9] Nurmiyanto, Eko. (1998). *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya, Surabaya.
- [10] O'Brien, James A., (2003). *Introduction to Information Systems*. Eleventh Edition. Mc Graw Hill, New York.
- [11] Turban, Efraim, Rainer, Jr., R.K., Potter, Richard E. (2003). *Introduction to Information Technology*. Second Edition. John Wiley and Sons, Inc, New York.
- [12] 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.
- [13] Whitten, J. L., Bentley, L. D., Dittman, K. C. (2004). *Systems Analysis and Design Methods*. McGraw Hill, New York.

