

Perancangan Program Aplikasi untuk Analisis Pekerjaan Pengangkatan Berdasarkan Model *Revised NIOSH Lifting Equation*

Henri Winandar*, Irwan Iftadi, dan Lobes Herdiman

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl. Ir. Sutami No.36 Surakarta telp. 57126 fax.532110

Abstrak

Pekerjaan pengangkatan merupakan salah satu penyebab utama *low back pain*. Kompensasi ekonomi yang diberikan perusahaan dalam penanganan *low back pain* sangat besar. Salah satu model analisis pekerjaan pengangkatan yang banyak digunakan yaitu model *Revised NIOSH Lifting Equation*. Tujuan dari model *Revised NIOSH Lifting Equation* adalah mengurangi resiko kecelakaan kerja akibat pekerjaan pengangkatan. Model ini rumit sehingga memerlukan ketelitian tinggi dalam perhitungan manual, khususnya untuk kasus multi task. Program aplikasi untuk model tersebut sudah tersedia tetapi bersifat komersial. Adapun program aplikasi gratis memiliki fitur kurang lengkap. Perancangan program aplikasi menggunakan pendekatan berorientasi objek dengan bahasa permodelan UML. Perancangan user interface program aplikasi berdasarkan diagram UML. Rancangan human model dibuat untuk memodelkan input data berupa *hand location* dan *asymetric angle*. Tahap akhir penelitian yaitu menterjemahkan perancangan ke dalam bahasa pemrograman. Hasil penelitian yaitu program aplikasi yang mendukung penuh analisis model *Revised NIOSH Lifting Equation* baik kasus *single task* maupun kasus *multi task*. Program aplikasi mampu memodelkan data input berupa *hand location* dan *asymetric angle*. Program aplikasi dapat mencetak laporan dengan standar publikasi NIOSH. Disamping itu terdapat beberapa fitur lain, seperti *error message* berupa pesan kesalahan apabila terjadi kesalahan input data dan *help file* yang dapat digunakan oleh pengguna untuk mempelajari program aplikasi.

Kata Kunci : *low back pain*, *Revised NIOSH Lifting Equation*, program aplikasi

1. Pendahuluan

Low back pain merupakan fenomena umum yang terjadi dalam dunia kesehatan dan keselamatan kerja serta mengeluarkan banyak biaya dalam penanganannya [6]. Penyebab utama dari *low back pain* yaitu pekerjaan pengangkatan secara manual. Pengangkatan dengan kondisi membungkuk adalah posisi pengangkatan yang sering digunakan, mekanisme punggung sebagai pengungkit dan pinggul sebagai titik tumpu. Pada aktifitas mengangkat, batang tubuh membungkuk ke depan dan sejumlah kekuatan tarikan harus dihasilkan untuk memelihara keseimbangan sehingga membebani kolom *spinal* pekerja [1]. Tempat yang paling terkena dampak dari pekerjaan pengangkatan yaitu pada tulang belakang bagian *L5/S1* [3]. Penyebab lain *low back pain* adalah mengangkat beban yang terlalu berat atau pekerjaan pengangkatan yang berulang dengan frekuensi yang tidak mampu ditoleransi oleh tubuh pekerja.

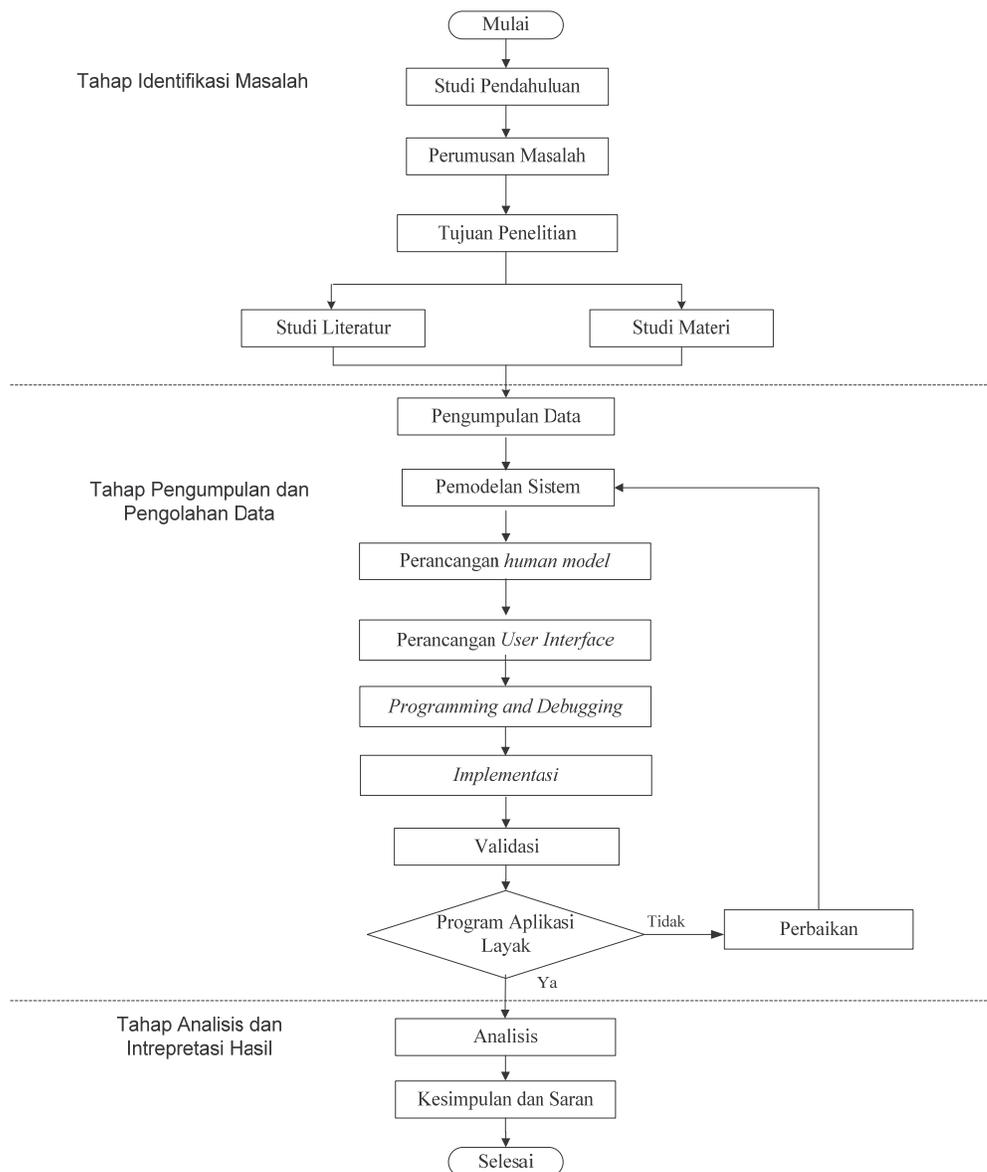
Berdasarkan dari hasil *review* beragam literatur NIOSH merekomendasikan kriteria mengenai kapasitas maksimal pekerja dalam pekerjaan pengangkatan. NIOSH menggunakan kriteria yang dihasilkan untuk membuat formulasi baru mengenai analisis pekerjaan pengangkatan dengan memperhatikan keempat aspek tersebut dan formulasi tersebut dinamakan

* *Correspondence* : henry_ti2004@yahoo.com

Revised NIOSH Lifting Equation. Tujuan dari *Revised NIOSH Lifting Equation* adalah untuk melindungi atau mengurangi resiko kecelakaan kerja yang akan dialami pekerja dalam melakukan aktivitas pekerjaan pengangkatan [6].

Program aplikasi sering membantu manusia dalam membantu memecahkan berbagai masalah dengan cepat dan tepat. Adapun beberapa produk program aplikasi untuk analisis pekerjaan pengangkatan dengan model *Revised NIOSH Lifting Equation* baik komersial maupun non komersial. Diharapkan dengan penelitian ini mampu menghasilkan suatu program aplikasi yang mampu melakukan analisis pekerjaan pengangkatan berdasarkan model *Revised NIOSH Lifting Equation* dengan fitur yang lengkap.

2. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian, sebagai berikut:

- i. **Studi Pendahuluan.** Studi pendahuluan ini dilakukan untuk mengetahui segala sesuatu tentang analisis pekerjaan pengangkatan dari berbagai jenis model dan aplikasi umum yang biasa digunakan untuk melakukan analisis pekerjaan pengangkatan.
- ii. **Perumusan Masalah.** Merumuskan permasalahan yang diangkat dalam penelitian secara ringkas, jelas, dan fokus sebagai sebuah pertanyaan yang harus dapat dijawab dengan hasil penelitian.
- iii. **Tujuan Penelitian.** Dalam tahapan ini ditentukan tujuan yang hendak dicapai oleh penelitian sebagai jawaban atas permasalahan yang telah dirumuskan pada tahapan sebelumnya.
- iv. **Studi Literatur.** Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan penunjang materi untuk membuat penelitian ini.
- v. **Studi Materi.** Tahapan ini dilakukan sebagai persiapan untuk pengumpulan data berupa materi analisis pekerjaan pengangkatan dari berbagai sumber.
- vi. **Pengumpulan Data.** Tahapan ini merupakan inti dalam penelitian yaitu mengumpulkan semua data yang terkait terdiri dari 2 tahapan, yaitu penjelasan model serta alur logika model analisis pekerjaan sesuai dengan model *Revised NIOSH Lifting Equation*.
- vii. **Pengolahan Data.** Tahapan pengolahan data dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan telah terkumpul untuk kemudian diolah lebih lanjut. Ada empat tahap pengolahan data yaitu permodelan sistem, perancangan *human model*, perancangan *user interface* dan tahap *programming and debugging*.
- viii. **Analisis dan Interpretasi Hasil.** Tahapan analisis yaitu mengevaluasi aplikasi dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.
- ix. **Kesimpulan dan Saran.** Tahapan terakhir yang dilakukan adalah penarikan kesimpulan serta mengemukakan saran dan penelitian lanjutan.

3. Hasil dan Perancangan

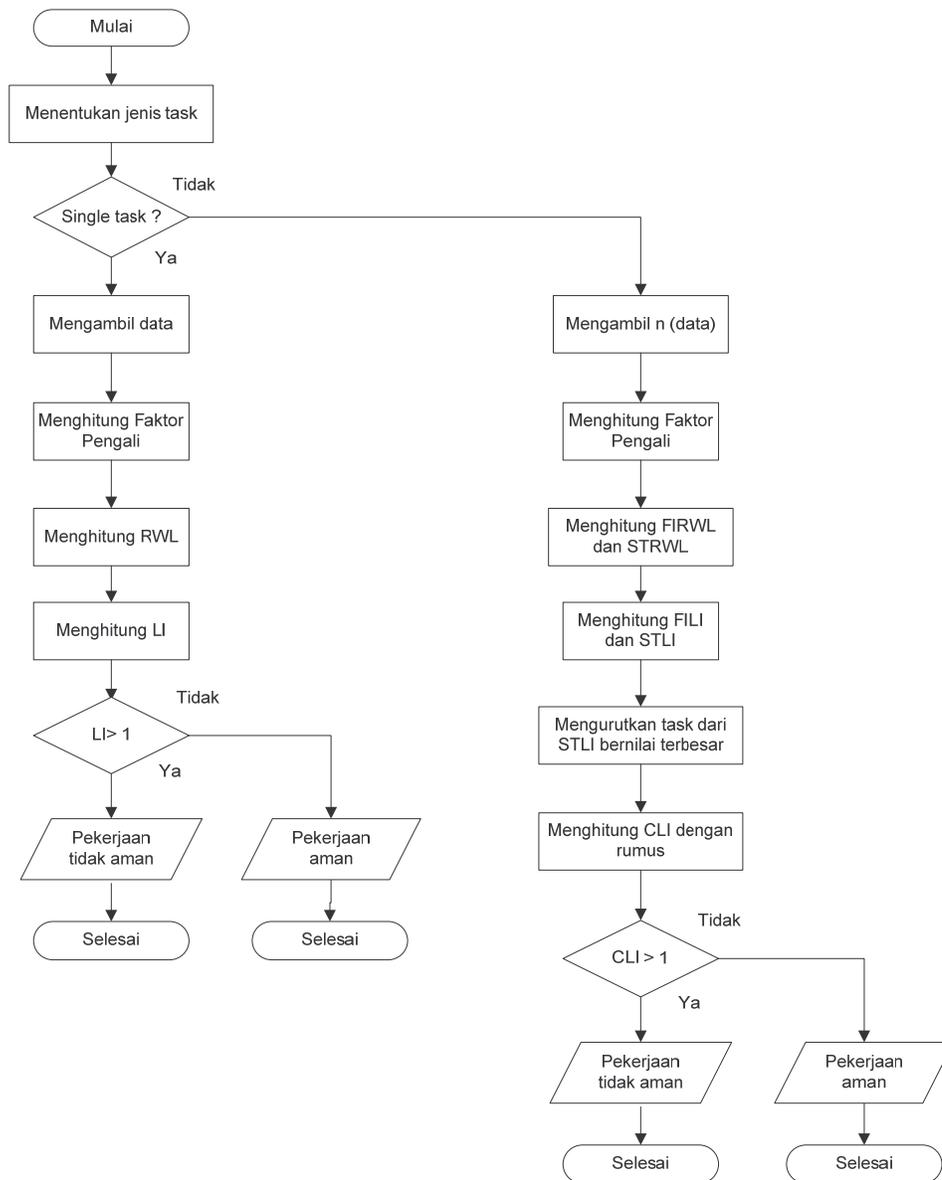
3.1. Model *Revised NIOSH Lifting Equation*

Model *Revised NIOSH Lifting Equation* merupakan model analisis pekerjaan pengangkatan yang memerlukan berbagai data pendukung untuk dihitung dalam persamaan-persamaan dalam model. Model *Revised NIOSH Lifting Equation* adalah sebuah alat bantu penghitungan yang digunakan untuk mengetahui tekanan fisik dari pengangkatan manual dengan dua tangan. Sebagaimana alat penghitungan yang lain, aplikasi dari persamaan ini terbatas pada kondisi yang telah dirancang oleh NIOSH. Persamaan ini dirancang untuk kondisi pengangkatan yang spesifik yang erat kaitannya pada segi biomekanika, fisiologi kerja, dan asumsi psikologis serta data yang telah teridentifikasi

Gambar 2. merupakan alur logika model *Revised NIOSH Lifting Equation* secara umum. Adapun keterangan yang lebih spesifik dapat dijelaskan, sebagai berikut:

1. Pemilihan task

Model *Revised NIOSH Lifting Equation* adalah suatu alat untuk mengakses tekanan fisik akibat pekerjaan pengangkatan manual, sama seperti kebanyakan alat lain, aplikasi nyatanya sangat terbatas pada kondisi yang telah dirancang. Analisis bergantung pada pilihan pekerjaan yang dianalisis yaitu *single task* atau *multi task* dan *significant control* yang diperlukan pada pekerjaan pengangkatan.



Gambar 2. Alur logika model *Revised NIOSH Lifting Equation*

2. Pengumpulan data

Variabel dari suatu pekerjaan yang akan dianalisis harus diukur secara hati-hati dan dicatat dalam format yang telah ditentukan. Data yang diperlukan setiap *task*, sebagai berikut:

- a. Berat objek yang diangkat
- b. Hand location
- c. Asymmetric angle (A)
- d. Frekuensi (F)
- e. Durasi pengangkatan
- f. Coupling (C)

3. Perhitungan Faktor Pengali

Faktor pengali merupakan komponen penting untuk penghitungan RWL. Rumus dan besaran faktor pengali menggunakan desain kriteria dari model biomekanik, fisiologi dan psikofisik. Adapun langkah perhitungan faktor pengali, sebagai berikut:

- a. Horizontal Multiplier (HM)
- b. Vertical Multiplier (VM)
- c. Distance Multiplier (DM)
- d. Asymmetric Multiplier (AM)
- e. Frequency Multiplier (FM)
- f. Coupling Multiplier (CM)

4. Perhitungan untuk Single Task

Ada dua prosedur utama untuk analisis pekerjaan pengangkatan dengan kategori *single task* yaitu menghitung *RWL* dan *Lifting Index* untuk kemudian dianalisis. Adapun penjelasannya, sebagai berikut:

- a. Menghitung *RWL*
- b. Menghitung *Lifting Index*. *Lifting Index* merupakan output dalam analisis pekerjaan pengangkatan menggunakan model *Revised NIOSH Lifting Equation*. *Lifting Index* yang aman adalah kurang atau sama dengan 1.

5. Perhitungan untuk Multi Task

Ada lima prosedur untuk analisis pekerjaan pengangkatan dengan kategori *multi task*, sebagai berikut:

- a. Menghitung *Frequency Independent Recommended Weight Limit* (FIRWL)
- b. Menghitung *Single Task Recommended Weight Limit* (STRWL)
- c. Menghitung *Frequency Independent Lifting Index* (FILI)
- d. Menghitung *Single Task Lifting Index* (STLI)
- e. Menghitung *Composite Lifting Index* (CLI)

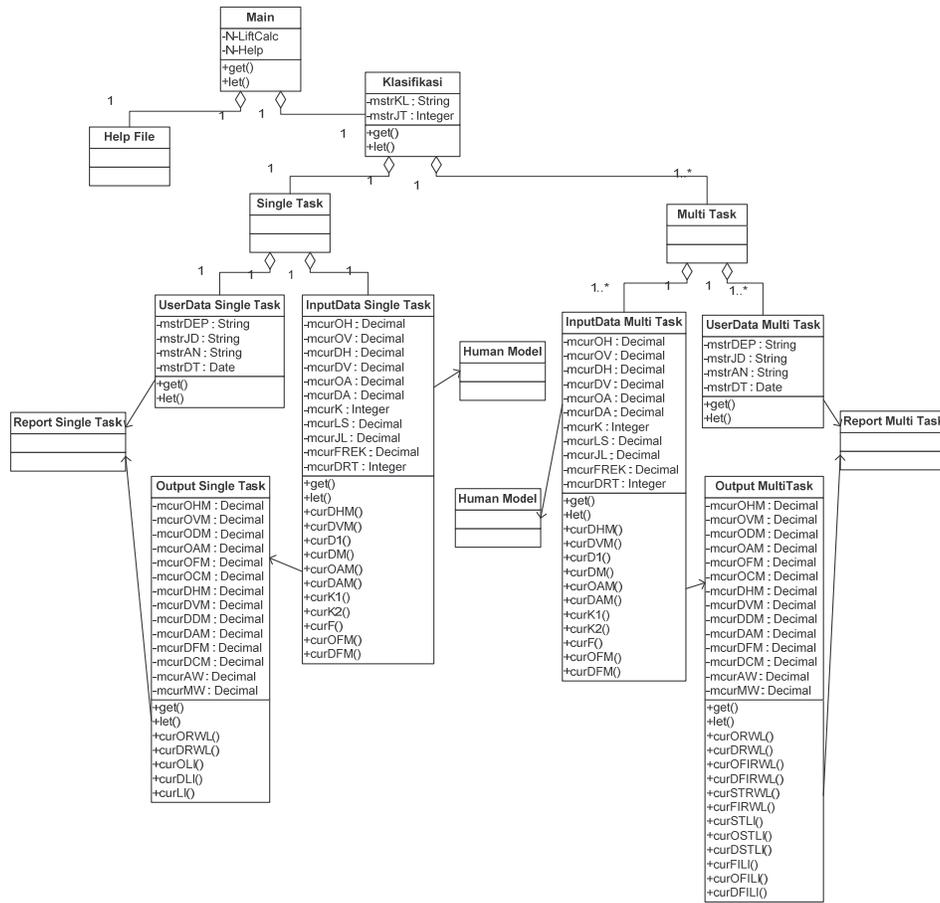
6. Standar NIOSH untuk Model Revised NIOSH Lifting Equation

NIOSH memberikan standar bahwa apabila nilai LI atau CLI lebih besar dari 1 maka pekerjaan pengangkatan beresiko mengakibatkan kecelakaan kerja pada bagian punggung. LI kurang dari 1 secara tidak langsung berarti pekerja memiliki *Disc Compression Force* pada *L5/S1* kurang dari 3.4 kN, dengan Energi Expenditur diantara 2.28 kcal/min – 3.18 kcal/min [1].

3.2. Permodelan Sistem

Langkah awal pengembangan program aplikasi, terlebih dahulu harus memodelkan program aplikasi ke dalam bahasa permodelan *software*. Dalam penelitian ini digunakan permodelan berorientasi objek dengan bahasa permodelan UML 2.0.

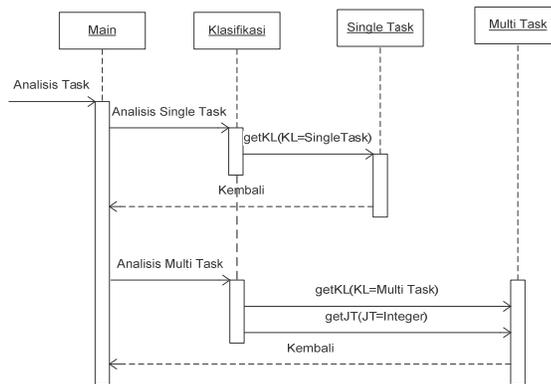
Dalam permodelan berorientasi objek suatu *software* dibedakan menjadi 2 macam yaitu *monolithic sistem* dan *distributed sistem*, dalam penelitian ini program aplikasi yang akan dibuat hanya akan bekerja untuk satu komputer atau *monolithic* [5]. Untuk sistem *monolithic* maka *view* yang dipakai dalam permodelan terbatas pada dua *view* yaitu *use case view* dan *desain view*. *Use case view* dalam UML 2 direpresentasikan oleh *use case diagram* dan *desain view* direpresentasikan oleh *class diagram* dan *sequence diagram* [4].



Gambar 4. Class diagram program aplikasi

3.5. Sequence Diagram

Sequence diagram merupakan bagian dari diagram interaksi dalam UML 2.0, fungsi utama dari *sequence diagram* yaitu untuk memperlihatkan perilaku objek dalam suatu kasus [4]. Dari *sequence diagram* dapat menunjukkan kolaborasi antar objek dalam sistem. *Sequence diagram* pada gambar 5. menunjukkan bagaimana interaksi objek pada waktu melakukan analisis suatu pekerjaan pengangkatan. Ada 4 objek yang berperan dalam analisis pekerjaan pengangkatan yang diwakili oleh 4 class yaitu main, klasifikasi, single task dan multi task.



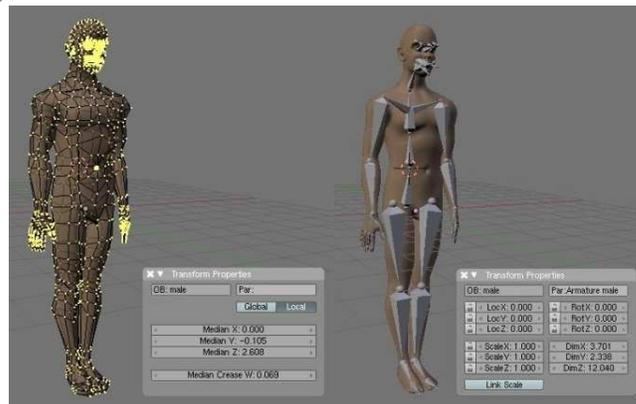
Gambar 5. Sequence diagram program aplikasi

3.6. Database

Aplikasi membutuhkan *database* sebagai *storage file* yang berguna untuk keperluan *report* dan *saving output* aplikasi. Adapun pembuatan *database* menggunakan Microsoft Access 2003. Karena fungsi *database* hanya sebagai *storage file* maka tidak diperlukan rancangan khusus dan komponen *database* yang dibutuhkan dibuat berdasarkan *class diagram* aplikasi. Dari *class diagram* dapat dilihat bahwa terdapat dua klasifikasi data yaitu data *single task* dan data *multi task* sehingga *database* dibagi menjadi dua tabel data.

3.7. Perancangan Human Model

Human model digunakan untuk memodelkan posisi postur manusia dari data *input* ke dalam bentuk gambar model manusia. Model manusia yang digunakan yaitu model manusia *basemale.blend* yang diperoleh dari www.katorlegaz.com dan diolah dengan aplikasi *Blender 3D*. Untuk kemudian file hasil *render* yaitu file *picture* dengan ekstensi *.jpg* diaplikasikan ke *Visual Basic 6*. Dalam program aplikasi, *human model* digunakan untuk memodelkan posisi *horizontal location* (H) dan *vertical location* (V) serta *asymmetric angle* (A) dari suatu pekerjaan pengangkatan.



Gambar 6. Human model dengan Blender 3D

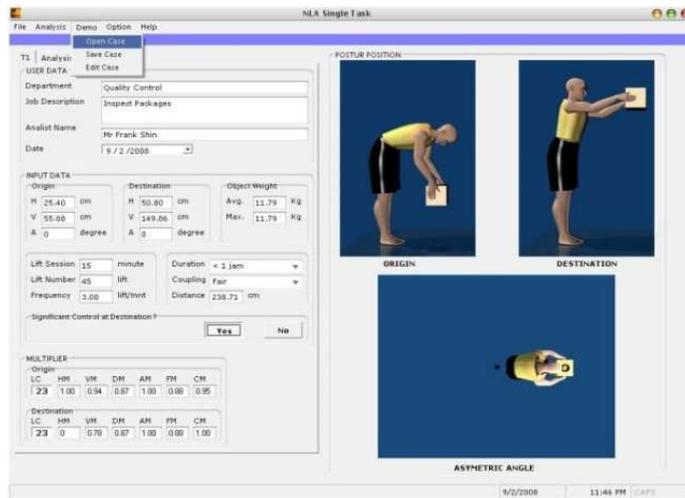
3.8. User Interface Program Aplikasi

User interface program aplikasi dibuat berdasarkan diagram UML serta memperhatikan alur logika model *Revised NIOSH Lifting Equation*. Adapun bahasa pemrograman yang digunakan berupa bahasa BASIC dengan aplikasi *Microsoft Visual Basic 6*.



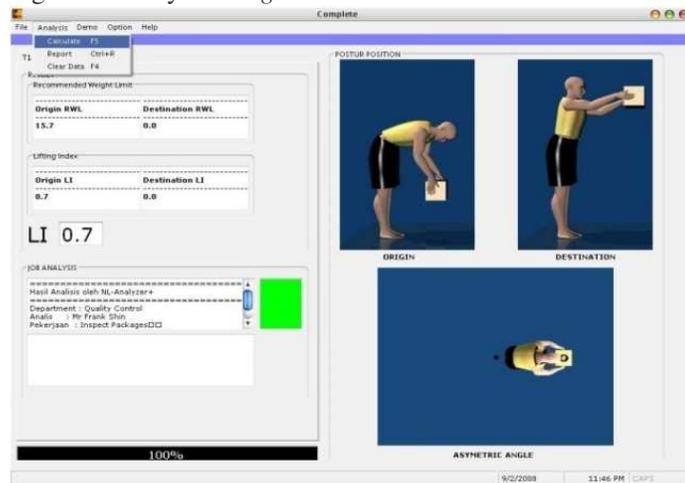
Gambar 7. User interface form utama dan klasifikasi form program aplikasi

Dalam program aplikasi terdiri dari 4 form utama yaitu *main form*, *klasifikasi form*, *single task form* dan *multi task form*. Adapun langkah dalam analisis pekerjaan pengangkatan melalui program aplikasi terdiri dari 4 langkah utama yaitu membuka program aplikasi, memasukkan data, eksekusi hasil dan membuat laporan. *User* tinggal memasukkan data yang diperlukan untuk keperluan analisis pekerjaan pengangkatan setelah terlebih dahulu menentukan klasifikasi pekerjaan pengangkatan yang akan dianalisis. Ada dua pilihan yang disediakan oleh program aplikasi dalam melakukan *input data* yaitu secara manual dan membuka file *database* yang disediakan.



Gambar 8. User interface input program aplikasi

Program aplikasi akan menghitung berdasarkan model dengan *output* berupa hasil analisis berupa *RWL* dan *Lifting Index*. Disamping itu program aplikasi mampu memodelkan posisi *hand location* dan *asymetric angle* dari *input data* yang dimasukkan secara *real time*. *Output* program aplikasi ada dua yaitu hasil analisis yang dikeluarkan dalam *output form* dalam program aplikasi dan *report file* dalam format standar yang dapat langsung dicetak. *Output* Aplikasi merupakan keluaran dari aplikasi, tetapi masih berada dalam *form input*. *Output* aplikasi berupa hasil perhitungan dan analisis dalam bentuk *text* serta *human model*. *Output* aplikasi disesuaikan dengan *input* aplikasi yang ada yaitu akan ada 2 *output* aplikasi dengan klasifikasi *task* yang dilakukan yaitu *single task* dan *multi task*.



Gambar 9. User interface output program aplikasi

Output report merupakan keluaran aplikasi tetapi berbentuk *report form* yang telah terformat dan langsung dapat dicetak.



NL-Analyzer+

NIOSH Single Task Analysis Section
Laporan Hasil Perhitungan
IE-Dept Of 11th March University, Surakarta - Jl Ir Sutami No. 36 A

Tuesday, July 01, 2008 Hal: 1 dari 1

SINGLE-TASK JOB ANALYSIS WORKSHEET													
Departemen : Produksi						Deskripsi Pekerjaan							
Analis : Mr. Henri Winandar, Ph. D						Mengangkat rom							
1. Input Data													
Berat Objek		Hand Location (cm)				Jarak Vertikal	Sudut Asimetri (derajat)		Frekuensi	Durasi	Kopling		
Kg		Origin		Destination		V	Origin	Destination	F	D	C		
Rata	Max	H	V	H	V	V	A	A	F	D	C		
18	18	20	20	20	20	0.00	20	20	1.33	< 1 jam	Good		
2. Hasil perhitungan Faktor Pengali													
	HM	VM	DM	AM	FM	CM	Recommend Weight Limit (Kg)						
Origin	1.00	0.84	1.00	0.94	0.93	1.00	25.9						
Destination	1.00	0.84	1.00	0.94	0.93	1.00	25.9						
3. Perhitungan Lifting Index (LI)													
Origin	LI	= $\frac{\text{Berat Objek Angkat}}{\text{Recommended Weight Limit}}$					=	18	=	0.9	LI = 0.9		
Destination	LI	= $\frac{\text{Berat Objek Angkat}}{\text{Recommended Weight Limit}}$					=	18	=	0.9			
4. Hasil Analisis													
Pekerjaan pengangkatan						Aman Bagi Pekerja							

Gambar 10. User interface output report program aplikasi

Report form disamping berfungsi sebagai laporan hasil analisis program aplikasi dalam bentuk *print out* juga sebagai *tool* dokumentasi karena terdapat fitur *save* dalam berbagai format *file* yang sudah tertanam didalamnya. Dalam *Visual Basic 6* format *file* yang didukung yaitu *.html* dan *.txt* [2]. Penggunaan *report form* memerlukan komponen *data environment* yang otomatis memerlukan *file database*. Untuk itu dibuat *file database* dimana memuat keseluruhan *input* dan *output* program aplikasi untuk digunakan dalam *data environment*.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian, sebagai berikut:

- a. Hasil perancangan adalah program aplikasi untuk analisis pekerjaan pengangkatan berdasarkan model *Revised NIOSH Lifting Equation*. Program aplikasi terdiri dari *form-form* yang berisi kode pemrograman, rancangan *human model*, rancangan *report* dan rancangan sistem pendukung *user*.
- b. Penyusunan *form* dan proses menggunakan perancangan berorientasi objek dengan bahasa permodelan yang digunakan UML 2.
- c. Rancangan *human model* berupa posisi postur manusia yang mewakili *input data* berupa *hand location* dan *asymmetric angle*.
- d. Rancangan *report* digunakan untuk keperluan dokumentasi pengguna berupa laporan yang telah terformat sesuai dengan publikasi NIOSH.
- e. Rancangan sistem pendukung *user* berupa *error message* dan *help file*.

Daftar Pustaka

- [1] Blanton, Douglas. (2004). *Effects of Increased Body Mass on Biomechanical Stresses Affecting Worker Safety and Health during Static Lifting Tasks*, Master Thesis. University Of Cincinnati. Cincinnati.
- [2] Bradley, Julia Case. (1999). *Programming in Visual Basic, version 6.0*. Irwin/McGraw-Hill. Boston
- [3] Chaffin D.B, Andersson G.B.J, Martin B.J. (1999). *Occupational Biomechanics*, Third Edition. John Wiley & Sons. New York
- [4] Fowler, Martin. (2003). *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language*, Third Edition. Addison Wesley. Boston.
- [5] Ojo Adegboyega, Elsa Estevez. (2005). *Object Oriented Analysis and Design with UML Training Course*. Diakses 14 Februari 2008, dari <http://www.emacao.gov.mo/documents/18/01/report19.pdf>
- [6] Waters, Thomas R. (1994). *Applications Manual for The Revised NIOSH Equation*. Diakses 23 April 2008, dari <http://www.cdc.gov/niosh/94-110.html>.