



**USULAN PERANCANGAN KABIN MASINIS KRL COMMUTER LINE
YANG ERGONOMIS MENGGUNAKAN MODEL VIRTUAL
ENVIRONMENT**

SKRIPSI

**DJODI ERLANGGA
1310312057**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
2017**



**USULAN PERANCANGAN KABIN MASINIS KRL COMMUTER
LINE YANG ERGONOMIS MENGGUNAKAN MODEL VIRTUAL
ENVIRONMENT**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

**DJODI ERLANGGA
1310312057**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
2017**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Djodi Erlangga
NRP : 1310312057
Program Studi : Teknik Industri

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 30 Mei 2017

Yang Menyatakan,



(Djodi Erlangga)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Djodi Erlangga
NRP : 1310312057
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Nonekslusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

USULAN PERANCANGAN KABIN MASINIS KRL COMMUTER LINE YANG ERGONOMIS MENGGUNAKAN MODEL VIRTUAL ENVIROMENT

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 30 Mei 2017

Yang Menyatakan,



(Djodi Erlangga)

PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Djodi Erlangga
NRP : 1310312057
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Usulan Perancangan Kabin Masinis KRL *Commuter Line*
Yang Ergonomis Menggunakan Model *Virtual Enviroment*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.



Ir. Siti Rohana, MT

Ketua Penguji



Dr. Ir. Halim Mahfud, M.Sc

Penguji I



Jooned Hendrarsakti, Ph.D

Dekan



Nurfajriah, ST.MT

Penguji II (Pembimbing)



M. As'adi, MT

Ka. Prodi Teknik Industri

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 30 Mei 2017

USULAN PERANCANGAN KABIN MASINIS KRL COMMUTER LINE YANG ERGONOMIS MENGGUNAKAN MODEL VIRTUAL ENVIROMENT

Djodi Erlangga

Abstrak

Ketidakergonomisan ruang kemudi Kereta Rel Listrik (KRL) dapat menyebabkan seorang masinis terkena *Work-related Musculoskeletal Disorder* (WMSDs) yang berdampak pada berkurangnya kemampuan konsenterasi saat mengoperasikan KRL yang cendrung statis. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk memberikan usulan desain ruangan kemudi terbaik, baik dari ukuran kursi dan kabin serta penempatan instrumen pengontrol dan layar pemantau yang dapat mengakomodasi postur kerja masinis agar terhindar dari WMSDs. Penelitian dilakukan dengan menganalisis resiko postur pengemudi dengan metode *Quick Exposure Check* (QEC), serta nilai *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) melalui pengujian *Virtual Enviroment* terhadap desain aktual dan desain usulan menggunakan konfigurasi *Virtual Human Modeling* dari data antropometri masinis yang telah diperoleh. Hasil yang terbaik merupakan desain yang memberikan nilai RULA terendah.

Kata Kunci : Ergonomi, Antropometri, *Quick Exposure Check*, *Rapid Upper Limb Assessment*, *Virtual Enviroment*.

ERGONOMIC DESIGN FOR MACHINIST'S DRIVING CABIN IN COMMUTER TRAIN USING VIRTUAL ENVIRONMENT MODELING

Djodi Erlangga

Abstract

Unergonomic working condition for driving cabin in Commuter train (KRL) can cause a machinist to be exposed to work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) which affects the diminished of concentration capabilities when operating KRL which tends to be static. Research conducted with the aim to give the best design of steeringroom, both from chair and cabin size and the placement of controller and monitor screen insntrumen that can accommodate the machinist work posture to avoid WMSDs. The research was conducted by analyzing the driver's posture using the Quick Exposure Checklist (QEC) method, and the value of Rapid Upper Limb Assessment (RULA) through Virtual Enviroment testing of the actual design and recommend design using the Virtual Human Modeling configuration from the anthropometric data of machinist that been obtained. The best result is the design that gives the lowest RULA value.

Keyword : Ergonomic, Anthropometry, Quick Exposure Check, Rapid Upper Limb Assessment, Virtual Enviroment.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Usulan Perancangan Kabin Masinis KRL *Commuter Line* yang Ergonomis Menggunakan Model *Virtual Enviroment*”. Skripsi ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terwujud dengan baik dengan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, baik secara langsung dan tidak langsung. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak, Ibu, Kakak serta keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun material dan doa.
2. Bapak Jooned Hendrarsakti, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jakarta.
3. Bapak Ir. Muhammad As’adi, MT, selaku Kepala Program Studi Teknik Industri UPN “Veteran” Jakarta.
4. Kak Nurfajriah, ST, MT yang telah bersedia menjadi dosen pembimbing utama sekaligus telah banyak menyediakan waktu, pikiran, dan kesabarannya yang luar biasa untuk mengarahkan penulis dalam penelitian ini.
5. Bapak Mochammad Tharom Baihaqi, ST selaku Staff Perencanaan di PT. KCJ, Depo KRL Depok yang telah banyak membantu prihal perizinan dan proses pengambilan data dalam penelitian ini.
6. Seluruh Masinis KRL *Commuter Line* Jabodetabek di KUPT Crew KA Depok atas waktu dan kesediaanya selama proses pengumpulan data.
7. Dian Surya Prathiwi, A.Md., Putri Cahayani K., dan Iwan Pratama yang telah banyak membantu penulis dalam proses pengambilan data.

8. Seluruh mahasiswa Teknik Industri angkatan 2013 UPN “Veteran” Jakarta terus memberikan bantuan dan dukungan hingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan ini.
9. Seluruh pihak lain yang telah membantu penulis dari awal penelitian sampai selesaiya skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari skripsi ini masih belum sempurna, untuk itu penulis menerima segala saran dan kritikan yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Jakarta, 23 Mei 2017

Djodi Erlangga

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Permasalahan.....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Manfaat Penelitian	4
I.5 Batasan Masalah	5
I.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1 Ergonomi.....	7
II.2 Desain Produk.....	8
II.3 <i>Comfort and Discomfort</i>	9
II.4 <i>Work-related Musculoskeletal Disorder (WMSD)</i>	10
II.5 <i>Quick Exposure Checklist (QEC)</i>	12
II.6 <i>Rapid Upper Limb Assesment (RULA)</i>	14
II.7 Antropometri	21
II.8 Postur Mengemudi.....	30
II.9 <i>Virtual Environment</i>	32
II.10 <i>Software AutoCAD Mechanical 2015</i>	32
II.11 <i>Software Siemens Jack 8.4</i>	32
II.12 Teori Dasar Proses Simulasi.....	35
BAB III METODE PENELITIAN.....	37
III.1 Jenis Penelitian	37
III.2 Tempat dan Waktu Penelitian	37
III.3 Jenis dan Sumber Data	38
III.4 Metode Penelitian.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
IV.1 Objek Penelitian.....	41
IV.2 Pengumpulan Data.....	41
IV.3 Pengolahan Data dan Analisa	63

BAB V PENUTUP.....	82
V.1 Kesimpulan.....	82
V.2 Saran.....	83

**DAFTAR PUSTAKA
RIWAYAT HIDUP
LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skor Pergerakan Lengan Atas	17
Tabel 2.2	Skor Pergerakan Lengan Bawah	18
Tabel 2.3	Skor Pergerakan Pergelangan Tangan	19
Tabel 2.4	Pergelangan Tangan Memutar Penuh ke Arah Kiri/Kanan	19
Tabel 2.5	Skor Pergerakan Leher.....	19
Tabel 2.6	Skor Perubahan Pergerakan Punggung (Batang Tubuh).....	20
Tabel 2.7	Skor Pengangkatan Beban	21
Tabel 2.8	Skor Jenis Pegangan.....	21
Tabel 2.9	Dimensi Antropometri	23
Tabel 4.1	Rekapitulasi Jumlah Stamformasi KRL 2016.....	42
Tabel 4.2	Rekapitulasi Perolehan Skor Exposur Penilaian QEC	48
Tabel 4.3	Dimensi Badan yang di Ukur.....	50
Tabel 4.4	Rekapitulasi Ujian Kenormalan Data Antropometri.....	51
Tabel 4.5	Rekapitulasi Data Keseragaman	53
Tabel 4.6	Rekapitulasi Perhitungan Kecukupan Data.....	55
Tabel 4.7	Data Persentil Masinis KRL <i>Commuter Line</i>	57
Tabel 4.8	Instrumen Kendali <i>Control</i> dan Pemantau Utama	59
Tabel 4.9	Instrumen Kendali <i>Control</i> dan Pemantau Pendukung.....	60
Tabel 4.10	<i>Exposure Level</i> Faktor Bagian Tubuh.....	63
Tabel 4.11	Nilai Level Tindakan Perhitungan QEC	65
Tabel 4.12	Rekapitulasi Total Skor Eksposur QEC.....	65
Tabel 4.13	Keterangan Letak Instrumen Kendali <i>Control</i> dan Pemantau	70
Tabel 4.14	Keterangan Letak Instrumen Kendali <i>Control</i> dan Pemantau Usulan.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kondisi Kabin KRL <i>Commuter Line</i> Saat Ini	2
Gambar 2.1	RULA <i>Employee Assessment Worksheet</i>	17
Gambar 2.2	<i>Range</i> Pergerakan Lengan Atas	18
Gambar 2.3	<i>Range</i> Pergerakan Lengan Bawah.....	18
Gambar 2.4	<i>Range</i> Pergerakan Pergelangan Tangan.....	19
Gambar 2.5	<i>Range</i> Pergerakan Leher	20
Gambar 2.6	<i>Range</i> Pergerakan Punggung	20
Gambar 2.7	Antropometri Tubuh Manusia yang Diukur Dimensinya.....	23
Gambar 2.8	Tahap Pengolahan Antropometri	28
Gambar 2.9	Distribusi Normal dan Perhitungan Persentil.....	29
Gambar 3.1	Diagram Alir Metode Penelitian	40
Gambar 4.1	KRL <i>Commuter Line JR East Seri 205</i>	43
Gambar 4.2	Pilihan <i>Ergonomic Tools</i> Yang Tersedia <i>Software Ergo Fellow 3.0</i>	45
Gambar 4.3	Penginputan Data Kuisoner yang Telah Diisi Oleh Pengamat	45
Gambar 4.4	Penginputan Data Kuisoner yang Diisi Oleh Masinis (<i>Worker</i>)	46
Gambar 4.5	Skor Pengolahan QEC.....	46
Gambar 4.6	Penyimpanan Data QEC.....	47
Gambar 4.7	<i>Database QEC</i>	47
Gambar 4.8	Contoh Peta Kontrol Pada Data Tinggi Badan.....	53
Gambar 4.9	Keadaan Aktual Kabin KRL JR East 205	58
Gambar 4.10	Postur Masinis Langsiran (Penguji) Saat Pengujian Performa KRL.....	62
Gambar 4.11	Chart Identifikasi Level Eksposur Pada Sampel Masinis	64
Gambar 4.12	Desain Aktual KRL JR East 205	69
Gambar 4.13	Tata Letak Kendali Kontrol dan Pemantau Desain Aktual	69
Gambar 4.14	Ukuran Dimensi Ruang Kemudi Aktual Tampak Samping 2D	70
Gambar 4.15	Ukuran Dimensi Ruang Kemudi Aktual <i>NW Isometris</i>	71
Gambar 4.16	Ruang Kendali Masinis KRL <i>Commuter Line</i> Usulan.....	71
Gambar 4.17	Rancangan Kursi Masinis Usulan	72
Gambar 4.18	Penempatan Area Jangkauan Kontrol Metode <i>Tangle Range According</i> Menurut International Union Railway	73
Gambar 4.19	Model Kendali Rancangan Usulan Berdasarkan Metode <i>Tangle Range According</i>	74
Gambar 4.20	Letak Instrumen Kendali <i>Control</i> dan Pemantau Desain Usulan ...	74
Gambar 4.21	Ukuran dimensi Kabin masinis Usulan Tampak Samping 2D.....	75
Gambar 4.22	Hasil Konversi Desain Dari <i>Software Autocad</i> ke <i>Siemens Jack 8.4</i>	76
Gambar 4.23	<i>Command</i> Untuk Membuat <i>Human Virtual</i>	77
Gambar 4.24	Tampilan Modul <i>Bulid Human</i>	78
Gambar 4.25	Tampilan Modul <i>Advance Scaling Build Human</i>	78
Gambar 4.26	<i>Virtual Human Modeling</i> Berdasarkan Data Antropometri Masinis KRL	79
Gambar 4.27	Penentuan Postur Tubuh Mengemudi	80
Gambar 4.28	Penentuan Postur <i>Seated Typing</i>	80

Gambar 4.29 Proses Maniplasi Manekin Mengikuti Postur Tubuh Masinis Saat Mengemudikan KRL.....	81
Gambar 4.30 Hasil Postur Tubuh Masinis saat Mengemudikan KRL.....	81
Gambar 4.31 <i>Command</i> Untuk Penilaian RULA.....	82
Gambar 4.32 Penambahan Informasi Aktiitas dan Beban yang Dikerahkan.....	82
Gambar 4.33 <i>Grand Score</i> RULA Desain Aktual	83
Gambar 4.34 <i>Grand Score</i> RULA Desain Usulan	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Antropometri Sampel Masinis

Lampiran 2 Kuisioner *Quick Exposure Check*

Lampiran 3 Poster Penelitian