

# **TUGAS AKHIR**

**REDESAIN *TROLLEY* UNTUK PERAWATAN *PIPING AC PACKAGE*  
KERETA DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI  
DI BALAI YASA SURABAYA GUBENG**



**Disusun Oleh :**

**EKO ARIANTO**  
**NBI : 1411700002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2022**

**TUGAS AKHIR**  
**REDESAIN *TROLLEY* UNTUK PERAWATAN *PIPING AC PACKAGE***  
**KERETA DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI**  
**DI BALAI YASA SURABAYA GUBENG**



**Disusun Oleh**

**EKO ARIANTO**

**1411700002**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**  
**2022**

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN

NAMA : EKO ARIANTO  
NBI : 1411700002  
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL TA : REDESAIN *TROLLEY* UNTUK PERAWATAN *PIPNG*  
*AC PACKAGE* KERETA DENGAN PENDEKATAN  
ERGONOMI DI UPT BALAI YASA SURABAYA  
GUBENG

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. H. Sajiyo, M.kes

NPP. 20410.90.0197

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945  
Surabaya



Dr. Ir. H. Sajiyo, M.Kes

NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi Teknik Industri  
Universitas 17 Agustus 1945  
Surabaya



Hery Murnawan, S.T., M.T.

NPP. 20410.94.0378

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Eko Arianto  
NBI : 1411700002  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : teknik Industri Untag Surabaya

Menyatakan bahwa isi Sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“REDESAIN TROLLEY UNTUK PERAWATAN PIPING AC PACKAGE  
KERETA DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI”**

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 1 Juni 2022  
Yang membuat pernyataan,



Eko Arianto  
NBI. 1411700002



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
S U R A B A Y A

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl Semolawaru 45 Surabaya  
Tlp. 031 593 1800 (ex.311)

Email : [Perpus@untagsby.ac.id](mailto:Perpus@untagsby.ac.id)

**LEMBAGA PERNYATAAN PERSUTUJUAN PUBLIKASI KARYA  
ILMIAH UNTUK KEPETINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eko Arianto  
NBI/ NPM : 1411700002  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Industri  
Jenis Karya : Skripsi / Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

**REDESAIN TROLLEY UNTUK PERAWATAN PIPING AC PACKAGE KERETA  
DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI DI BALAI YASA SURABAYA GUBENG**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Surabaya  
Pada tanggal : 30 Juni 2022

Yang Menyatakan,



(Eko Arianto)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Re-desain *Trolley* untuk perawatan *AC PACKAGE* Kereta pada unit *piping* di UPT. Balai Yasa Surabaya Gubeng”.

Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Selama penulisan Tugas Akhir ini tentunya penulis mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak yang telah mendukung dan membimbing penulis. Kasih yang tulus serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Kedua orang tua penulis bapak M. Slamet dan ibu Siti Romlah serta istri yang tercinta Shanty Eka Agustina yang senantiasa memberikan motivasi dan dorongan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini .
2. Dr. H. Ir. Sajiyo, M.Kes. selaku dosen pembimbing penulis yang selalu membimbing penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.
3. Hery Murnawan, ST.,MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945.
4. Bapak Sugiantoro dan Bapak Samsul Huda selaku pembimbing selama penelitian di UPT. Balai Yasa Surabaya Gubeng
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis ucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga Allah SWT melimpahkan karuniaNya dalam setiap amal kebaikan kita, Amiin.

Surabaya, 1 Juni 2022

Penulis

## DAFTAR IS

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR IS .....	ii
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
ABSTRAK.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah dan asumsi .....	6
1.4.1 Batasan Penelitian .....	6
1.4.2 Asumsi.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.5.1 Bagi pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi .....	7
1.5.2 Bagi Perusahaan .....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Perancangan .....	8
2.2 Pengembangan Produk .....	8
2.3 Perencanaan Produk .....	9
2.4 Desain Produk .....	10
2.5 Ergonomi.....	11
2.6 Antropometri.....	12
2.7 Pengukuran waktu kerja .....	15
2.8 Gangguan Otot Punggung .....	21
2.9 Kelelahan Kerja.....	22
2.10 Dasar-dasar Biaya operasional Produksi.....	22
2.10.1 Tujuan Perhitungan Harga Pokok Produksi .....	23
2.10.2 Manfaat Mengetahui Harga Pokok Produksi .....	23
2.10.3 Metode Pendekatan Harga Pokok Produksi .....	23

2.10.4	Dasar Operasional Biaya Produksi .....	25
2.11	Penelitian Terdahulu.....	29
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		32
3.1	Jenis Penelitian.....	32
3.2	Tempat dan waktu penelitian.....	32
3.3	Teknik Pengumpulan data .....	33
3.3.1	Pengumpulan data Antropometri .....	33
3.3.2	Pengumpulan data dimensi <i>Trolley</i> .....	33
3.3.3	Pengumpulan data Tingkat kelelahan pekerja.....	34
3.3.4	Pengumpulan data waktu kerja .....	36
3.4	Teknik Analisis data .....	37
3.4.1	Analisis Data Antropometri .....	37
3.4.2	Analisis data biaya redesain.....	37
3.4.3	Analisis data kelelahan pekerja secara subjektif .....	37
3.4.4	Analisa keluhan pekerja secara objektif.....	38
3.4.5	Teknik analisa data waktu kerja.....	38
3.5	Rencana desain baru .....	39
3.6	Alur Penelitian.....	40
BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Analisa desain lama (ukuran, dimensi, sikap kerja desain lama) .....	41
4.1.1	Gambar dan ukuran <i>trolley</i> desain lama.....	41
4.2	Pengolahan data waktu kerja operator (desain lama) .....	42
4.2.1	Uji kecukupan data .....	42
4.2.2	Analisa Waktu Normal .....	48
4.2.3	Analisa waktu standar.....	52
4.2.4	Perhitungan <i>Output Standar</i> .....	55
4.3	Analisa kelelahan kerja.....	55
4.3.1	Analisa kelelahan subjektif.....	56
4.3.2	Analisa kelelahan objektif .....	59
4.3.3	Analisa data denyut nadi.....	62



4.3.4	Rekapitulasi hasil perhitungan denyut nadi .....	65
4.4	Analisa data antropometri pekerja posisi berdiri (desain baru) .....	68
4.4.1	Olah data antropometri .....	69
4.5	desain baru (ukuran dan dimensi desain baru) .....	73
4.5.1	Gambar dan ukuran <i>trolley</i> desain baru .....	74
4.6	Pengolahan data waktu kerja operator (desain baru) .....	76
4.6.1	Uji kecukupan data .....	76
4.6.2	Analisa Waktu Normal .....	82
4.6.1	Analisa waktu standar .....	85
4.6.2	Perhitungan <i>Output Standar</i> .....	88
4.7	Analisa kelelahan kerja desain baru .....	89
4.7.1	Analisa kelelahan subjektif .....	89
4.7.2	Analisa kelelahan objektif .....	92
4.7.3	Analisa data denyut nadi .....	95
4.7.4	Rekapitulasi .....	98
4.8	Estimasi biaya redesain .....	101
4.8.1	Struktur produk .....	102
4.8.2	Biaya Bahan Baku .....	102
4.8.3	Biaya Tenaga Kerja .....	103
4.8.4	Biaya Overhead .....	104
4.9	Hasil dan Pembahasan perbandingan sebelum dan sesudah redesain ....	105
4.9.1	Perbandingan Analisa Waktu kerja sebelum dan sesudah redesain	106
4.9.2	Perbandingan Analisa kelelahan .....	106
BAB 5	.....	108
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	108
5.1	Kesimpulan .....	108
5.2	Saran .....	108
Daftar Pustaka	.....	109
Lampiran 1 <i>trolley</i> sebelum redesain	.....	110
Lampiran 2 kuesioner kelelahan	.....	111

Lampiran 3 proses redesain .....	114
Lampiran 4 setelah redesain .....	115
Lampiran 5 desain <i>trolley</i> baru.....	117
Lampiran 6 struktur produk.....	118
Lampiran 7 biodata penulis .....	119

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 macam percentile dan cara perhitungan dalam distribusi normal .....	15
Tabel 2.2 <i>Westinghouse</i> .....	20
Tabel 2.3 kesimpulan Penelitian terdahulu .....	29
Tabel 3.1 jadwal penelitian .....	32
Tabel 3.2 Pengukuran Antropometri .....	33
Tabel 3.3 Dimensi <i>Trolley</i> lama .....	33
Tabel 3.4 Dimensi <i>Trolley</i> terhadap <i>AC Package</i> .....	33
Tabel 3.5 Kuisisioner Kelelahan kerja .....	34
Tabel 3.6 penumpulan data waktu kerja .....	36
Tabel 3.7 Tabel rumus menggunakan percentile .....	37
Tabel 3.8 Kriteria kelelahan .....	38
Tabel 4.1 Garis besar operator perawatan <i>AC Package</i> .....	43
Tabel 4.2 data waktu kerja elemen mengukur .....	43
Tabel 4.3 Waktu kerja elemen pembentukan.....	45
Tabel 4.4 waktu kerja elemen Pemotongan .....	46
Tabel 4.5 waktu kerja pengelasan .....	47
Tabel 4.6 Performance rating dengan <i>westinghouse</i> system.....	49
Tabel 4.7 penilaian <i>rating factor</i> mengukur .....	49
Tabel 4.8 penilaian <i>rating factor</i> Pembentukan.....	50
Tabel 4.9 penilaian <i>rating factor</i> Pemotongan .....	51
Tabel 4.10 penilaian <i>rating factor</i> Pengelasan .....	51
Tabel 4.11 klasifikasi kelelahan berdasarkan nilai hasil kuesioner.....	56
Tabel 4.12 rekapitulasi skor penilaian kelelahan subjektif .....	57
Tabel 4.13 skor rata-rata kelelahan subjektif.....	59
Tabel 4.14 pengukuran denyut nadi hari senin .....	60
Tabel 4.15 pengukuran denyut nadi hari selasa .....	60
Tabel 4.16 pengukuran denyut nadi hari rabu .....	61
Tabel 4.17 pengukuran denyut nadi hari kamis .....	61
Tabel 4.18 Pengukuran denyut nadi hari jumat .....	61

Tabel 4.19 rata-rata DNK dan DNI hari senin.....	63
Tabel 4.20 rata-rata DNK dan DNI hari selasa.....	63
Tabel 4.21 rata-rata DNK dan DNI hari rabu.....	63
Tabel 4.22 rata-rata DNK dan DNI hari kamis.....	64
Tabel 4.23 rata-rata DNK dan DNI hari jumat.....	64
Tabel 4.24 skor klasifikasi <i>CVL%</i> .....	65
Tabel 4.25 rekapitulasi <i>CVL%</i> hari senin.....	66
Tabel 4.26 rekapitulasi <i>CVL%</i> hari selasa.....	66
Tabel 4.27 rekapitulasi <i>CVL%</i> hari rabu.....	67
Tabel 4.28 rekapitulasi <i>CVL%</i> hari kamis.....	67
Tabel 4.29 rekapitulasi <i>CVL%</i> hari jumat.....	68
Tabel 4.30 rata-rata <i>CVL%</i> .....	68
Tabel 4.31 data pengukuran antropometri kerja berdiri.....	69
Tabel 4.32 antropometri tinggi berdiri tegak.....	69
Tabel 4.33 perhitungan percentile tinggi berdiri tegak.....	70
Tabel 4.34 antropometri tinggi pinggang berdiri.....	70
Tabel 4.35 perhitungan percentile tinggi pinggang berdiri.....	71
Tabel 4.36 antropometri jangkauan tangan kedepan.....	72
Tabel 4.37 perhitungan percentile jangkauan kedepan.....	72
Tabel 4.38 waktu kerja mengukur (setelah redesain).....	76
Tabel 4.39 waktu kerja pembentukan (setelah redesain).....	78
Tabel 4.40 waktu kerja pemotongan (setelah redesain).....	80
Tabel 4.41 waktu kerja pengelasan (setelah redesain).....	81
Tabel 4.42 <i>rating factor</i> mengukur.....	83
Tabel 4.43 <i>rating factor</i> pembentukan.....	83
Tabel 4.44 <i>rating factor</i> pemotongan.....	84
Tabel 4.45 <i>rating factor</i> pengelasan.....	84
Tabel 4.46 klasifikasi kelelahan berdasarkan nilai hasil kuesioner.....	89
Tabel 4.47 skor jawaban operator.....	90
Tabel 4.48 nilai rata-rata jawaban kuesioner.....	92

Tabel 4.49 hasil pengukuran denyut nadi hari senin.....	93
Tabel 4.50 hasil pengukuran denyut nadi hari selasa.....	93
Tabel 4.51 hasil pengukuran denyut nadi hari rabu .....	93
Tabel 4.52 hasil pengukuran denyut nadi hari kamis.....	94
Tabel 4.53 hasil pengukuran denyut nadi hari jumat .....	94
Tabel 4.54 hasil analisa DNK dan DNI hari senin.....	96
Tabel 4.55 hasil DNK dan DNI hari selasa .....	96
Tabel 4.56 hasil DNK dan DNI hari rabu .....	96
Tabel 4.57 hasil DNK dan DNI hari kamis .....	97
Tabel 4.58 hasil DNK dan DNI hari jumat.....	97
Tabel 4.59 klasifikasi %CVL.....	98
Tabel 4.60 rekapitulasi perhitungan %CVL hari senin.....	99
Tabel 4.61 rekapitulasi perhitungan %CVL hari selasa.....	99
Tabel 4.62 rekapitulasi perhitungan %CVL hari rabu .....	100
Tabel 4.63 rekapitulasi perhitungan %CVL hari kamis.....	100
Tabel 4.64 rekapitulasi perhitungan %CVL hari jumat .....	101
Tabel 4.65 rekapitulasi rata-rata %CVL dalam 1 minggu .....	101
Tabel 4.66 <i>bill of material</i> .....	102
Tabel 4.67 perbandingan waktu kerja sebelum dan sesudah redesain .....	106
Tabel 4.68 perbandingan analisa kelelahan sebelum dan sesudah redesain .....	106

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Seorang pekerja melakukan perawatan <i>piping</i> .....	3
Gambar 1.2 Gambar <i>Trolley</i> .....	4
Gambar 1.3 Spesifikasi <i>Trolley</i> tampak depan .....	4
Gambar 1.4 Spesifikasi <i>trolley</i> tampak samping .....	5
Gambar 1.5. Desain <i>Trolley</i> tampak atas.....	5
Gambar 1.6 Desain <i>trolley</i> terhadap <i>AC Package</i> tampak depan.....	5
Gambar 4.1 Desain <i>Trolley</i> Lama tampak atas .....	41
Gambar 4.2 Desain <i>Trolley</i> lama tampak samping .....	41
Gambar 4.3 Desain <i>Trolley</i> lama tampak depan.....	42
Gambar 4.4 tinggi <i>ac package</i> terhadap <i>trolley</i> tampak depan dengan desain lama	42
Gambar 4.5 Grafik keseragaman data elemen mengukur .....	44
Gambar 4.6 Grafik keseragaman data elemen Pembentukan.....	46
Gambar 4.7 grafik keseragaman data elemen pemotongan.....	47
Gambar 4.8 grafik keseragaman data elemen pengelasan.....	48
Gambar 4.9 grafik rata-rata tinggi berdiri tegak .....	70
Gambar 4.10 grafik simpangan tinggi pinggang berdiri .....	71
Gambar 4.11 grafik simpangan jangkauan tangan kedepan.....	72
Gambar 4.12 rencana desain 3d <i>trolley</i> .....	74
Gambar 4.13 desain tampak depan.....	74
Gambar 4.14 tampak samping dengan tinggi maksimum <i>trolley</i> .....	75
Gambar 4.15 desain tampak samping dengan tinggi minimum .....	75
Gambar 4.16 gambar <i>trolley</i> dan <i>AC Package</i> terhadap operator berdasarkan antropometri.....	76
Gambar 4.17 grafik waktu kerja pengukuran .....	78
Gambar 4.18 grafik waktu kerja pembentukan.....	79
Gambar 4.19 grafik waktu kerja pemotongan .....	81
Gambar 4.20 grafik waktu kerja pengelasan .....	82

**ABSTRAK**  
**REDESAIN *TROLLEY* UNTUK PERAWATAN *PIPING AC PACKAGE***  
**KERETA DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI DI BALAI YASA**  
**SURABAYA GUBENG**

Balai Yasa Surabaya Gubeng merupakan salah satu organisasi dibawah perusahaan PT.Kereta Api Indonesia (persero) dimana dalam tugas pokok dan fungsinya Balai Yasa ditugaskan untuk melakukan perawatan sarana kereta api yang sudah ditetapkan oleh kantor pusat. Dimana setiap dua tahun sekali (P24) dan empat tahun sekali (P48) kereta yang melayani angkutan penumpang wajib dimasukkan untuk dilakukan perawatan skala besar disini. Salah satu kegiatan perawatan yang dilakukan di Balai Yasa Surabaya Gubeng adalah perawatan *AC* kereta yang terdiri dari dua jenis, yakni *AC split* dan *AC Package*. Salahsatu perawatannya adalah pemipaan ulang (*piping*), saat operator melakukan perawatan *piping*. Operator melakukan perawatan dengan kondisi membungkuk dikarenakan kondisi *Trolley* yang cukup pendek dan tidak ergonomis. Hal ini menyebabkan banyak keluhan pada operator dalam proses perawatan pemipaan pada *AC*, sehingga perlu dilakukan redesain terhadap *Trolley* agar Sesuai dengan antropometri pekerja ,sehingga beban kerja dapat menurun dan produktivitas perawatan *AC Package* meningkat. Adapun hasil penelitian ini mendapatkan beberapa output hasil analisa setelah dilakukan redesain diantaranya dimana *trolley* bisa dioperasikan naik turun sesuai antropometri kerja berdiri sehingga memiliki spesifikasi tinggi maksimal 129cm, lebar total 182cm, panjang 160cm, dan tinggi minimum 64,7cm. Terjadi penurunan waktu kerja sebanyak 4,3% per hari Untuk output standar sendiri terjadi peningkatan sebesar 8,1% per minggu dan kelelahan subjektif melalui kuesioner yang di sebar pada msing-masing operator terjadi penurunan sebesar 20,83%, (turun dari kategori lelah sedang menjadi kategori lelah ringan.) Analisa kelelahan objektif yang dilakukan dengan cara menghitung denyut nadi juga terjadi penurunan kelelahan pada pekerja sebesar 33,5%. Serta total biaya redesain pada 1 *trolley* sebesar Rp 5.071.000,-

Kata Kunci : Redesain, ergonomi, kelelahan kerja

## **ABSTRACT**

### ***TROLLEY REDESIGN FOR CENTRAL AC OF TRAIN PIPING MAINTENANCE WITH ERGONOMIC STUDY IN BALAI YASA SURABAYA GUBENG***

*Balai Yasa Surabaya Gubeng is one of the organizations under the company PT. Kereta Api Indonesia (Persero) where in its main duties and functions Balai Yasa is assigned to carry out maintenance of train facilities that have been determined by the head office. Where every two years (P24) and every four years (P48) trains serving passenger transportation must be included for large-scale maintenance here. One of the maintenance activities carried out at Balai Yasa Surabaya Gubeng is AC train maintenance which consists of two types, namely split AC and AC Package. One of the treatments is piping, when the operator performs piping maintenance. The operator performs maintenance with a bent condition due to the condition of the Trolley which is quite short and not ergonomic. This causes many complaints to operators in the piping maintenance process on the AC, so it is necessary to redesign the Trolley to suit the anthropometry of workers, so that the workload can decrease and the productivity of AC Package maintenance increases. The results of this study obtained several outputs after the redesign, including where the trolley can be operated up and down according to standing work anthropometry so that it has a maximum height specification of 129cm, a total width of 182cm, a length of 160cm, and a minimum height of 64.7cm. There was a decrease in working time of 4.3% per day. For standard output, there was an increase of 8.1% per week. And Subjective fatigue through questionnaires distributed to each operator decreased by 20.83%, (down from the category of moderate fatigue to light fatigue category.) Objective fatigue analysis which was carried out by calculating the pulse rate also decreased fatigue in workers by 33,5%. And the total cost of redesigning 1 trolley is IDR 5,071,000.*

*Keywords: Redesign, ergonomics, work fatigue*



