

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

by Eko Arianto

Submission date: 28-Jun-2022 10:23AM (UTC+0700)

Submission ID: 1863982198

File name: TEKNIK_1411700002_Eko_Arianto.pdf (638.61K)

Word count: 4451

Character count: 21189

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

16

Eko Arianto¹, Sajiyo²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
ekoarianta@gmail.com

ABSTRACT

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

PENDAHULUAN

kegiatan perawatan yang dilakukan di Balai Yasa Surabaya Gubeng adalah perawatan AC kereta yang terdiri dari dua jenis, yakni AC *split* dan AC *Package*. adapun jenis kereta yang terdapat AC *Split* hanya ada di kereta jenis K2 dan K3, sedangkan untuk AC *Package* adalah kereta K1 dan K3 *premium*. Untuk perawatan AC *Package* sendiri dilakukan perawatan khusus dimana dalam proses perawatannya AC dibongkar untuk dilakukan penggantian pada komponen yang rusak seperti penggantian pipa kapiler, *coil condensor*, *coil evaporator*, pengecekan fungsi *Thermostart*, *pressure switch*, penggantian bearing motor *Evaporator* dan *condensor*, serta beberapa perawatan penggantian baut pada *chasing AC* itu sendiri. Dalam proses perawatannya terdapat alat bantu dorong (*Trolley*) untuk menyangga dan memindahkan AC dari cucian untuk selanjutnya dilakukan proses perawatan. Dalam sistem perawatan pada unit perawatan AC *package* terdapat 2 Line produksi untuk merawat AC yang sudah dilepas dari kereta, dimana masing-masing bagian tersebut berisi operator yang melakukan perawatan dan terbagi menjadi 2 bagian besar terdiri dari perawatan pipa kapiler (*piping*) yang juga melakukan perawatan casing AC dan operator yang melakukan perawatan motor *evaporator* dan motor *condensor*. Sehingga dapat disimpulkan pada tabel berikut:

Tabel 1. garis besar perawatan AC Package

Perawatan Pipa (<i>piping</i>) dan perawatan casing	Perawatan motor (blower) evaporator dan Condensor	Total operator
4 orang	1 orang	5 orang
4 orang	1 orang	5 orang

Untuk proses perawatan pipa kapiler (*piping*) dan perawatan casing AC Package terdapat kondisi yang tidak ergonomis sehingga operator di bagian ini sering merasakan lelah berlebihan dan menyebabkan rasa sakit pada pinggang. Dalam prosesnya, *Trolley* yang digunakan sebagai material handling cukup pendek sehingga saat merawat AC Package, operator harus membungkuk dengan waktu yang cukup lama, sedangkan pada proses *piping* sendiri operator di tuntut untuk hati-hati dalam melakukan penyambungan pipa dengan las karena proses ini sangat rentan terhadap kebocoran *refreigerant*. demikian saat perawatan casing yang juga ada proses pengelasan pada setiap sambungan baut dan memastikan semua terpasang dengan rapih. Dalam prosesnya, *Trolley* yang digunakan sebagai material handling cukup pendek sehingga saat merawat AC Package, operator harus membungkuk dengan waktu yang cukup lama, sedangkan pada proses *piping* sendiri operator di tuntut untuk hati-hati dalam melakukan penyambungan pipa dengan las karena proses ini sangat rentan terhadap kebocoran *refreigerant*. demikian saat perawatan casing yang juga ada proses pengelasan pada setiap sambungan baut dan memastikan semua terpasang dengan rapih. Adapun data awal hasil analisa kelelahan kerja secara subjektif menunjukkan setiap operator mengalami beban kerja dalam kategori “lelah”

Table 1. Tabel hasil analisa subjektif

No	Nama Operator	nilai Rata-rata jawaban kuesioner
1	Abdillah Musofi	2.6
2	Tria A	2.5
3	Khoirul Anam	2.7
4	Yulius Handoyo .S	2.2
5	Erik Taufik.A	2.5
6	Ongky Treas. K	2.2
7	Sugiantoro	2.5
8	Achmad Harris	2.0
	Total	2.4

Table 2. kategori skor jawaban Kuesioner

No	Rerata skor jawaban kuesioner	Tingkat kelelahan
1	$\leq 1,5$	Tidak Lelah
2	$>1,5 - 2,0$	Agak Lelah
3	$>2,0 - 3,0$	Lelah
4	$>3,0$	Sangat Lelah

Dengan adanya beban kerja tersebut ditambah dengan fasilitas kerja yang tidak ergonomis ini bisa menyebabkan tingkat produktivitas operator menurun, lebih besar lagi *output* dari perawatan *AC Package* tidak bisa maksimal sesuai yang diharapkan. Beberapa dokumentasi juga menunjukkan sikap kerja yang tidak nyaman, Hal ini dikarenakan *trolley* yang digunakan sangat pendek dan tidak ergonomis sehingga mengakibatkan performa pada operator yang melakukan perawatan menjadi kurang maksimal serta mempengaruhi hasil *output* pada perawatan *AC Package*. Adapun spesifikasi *AC Package* sendiri memiliki ukuran 185cm x 160cm x 38cm dengan berat 310 Kg.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimen, didalam penelitian akan dilakukan eksperimen terhadap hasil redesain *trolley* untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kelelahan kerja, penurunan waktu kerja, peningkatan produktivitas, dan juga akan dilakukan analisis biaya yang dibutuhkan untuk melakukan redesain *trolley* sebanyak satu unit. Pengumpulan data dilakukan dengan mengamati langsung dan mengukur setiap komponen penelitian yang dibutuhkan mulai dari pengukuran waktu kerja, kelelahan kerja baik objektif maupun subjektif, hingga estimasi biaya yang diperlukan dalam melakukan redesain *trolley*.

21

Adapun langkah-langkah pengumpulan data sebagai berikut:

6
 1. Menurut Purnomo (2004) Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metode ini terutama sekali diaplikasikan untuk pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang – ulang (*repetitive*). Adapun Langkah-langkah pengolahan data waktu kerja

a. uji kecukupan data

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N' \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right)^2 \quad (1)$$

b. Uji Keseragaman data

$$BKA = x + k \cdot \bar{\sigma} \quad (2)$$

$$BKB = x - k \cdot \bar{\sigma}$$

c. Standar deviasi

$$SD = \left(\frac{N \sum x^2 - (\sum xi)^2}{N} \right) \quad (3)$$

d. Waktu standar

$$Ws = Wn \times \frac{100\%}{100\% - Alt (\%)} \quad (4)$$

e. Waktu Normal

$$Wn = \bar{x} \times Rf \quad (5)$$

f. Output standar

$$\text{Output standart (OS)} = \frac{1}{Ws} = 1/Ws \quad (6)$$

2. Analisa kelelahan objektif

Menurut S. Widodo (2008) Penggunaan nadi kerja sebagai penilaian beban kerja mempunyai keuntungan, selain mudah, cepat dan Penggunaan nadi kerja sebagai alat ukur beban kerja tidak membutuhkan biaya yang besar serta hasil pengukurannya juga cukup akurat dan tidak mengganggu pekerjaan pekerja yang dipeliasa

a. Metode Analisa Beban Kerja Fisik Palpasi 10 Denyut Nadi

$$\text{Denyut nadi} \left(\frac{\text{Nadi}}{\text{Menit}} \right) = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{waktu perhitungan}} \times 60 \quad (7)$$

b. Perhitungan % CVL

$$\%CVL = \frac{10(DNK - DNI)}{DNM - DNI} \quad (8)$$

Dimana:

DNK = Denyut nadi saat bekerja

DNI = Denyut nadi saat istirahat

DNM = Denyut nadi maksimum

3. Analisa Kelelahan Subjektif

Menurut Sajiyo (2008) analisa beban kerja subjektif dapat dilakukan dengan wawancara melalui 30 pertanyaan kuesioner yang nantinya akan di isi oleh operator adapun tabel pertanyaannya sebagai berikut:

Dari hasil jawaban kuesioner selanjutnya akan dihitung menggunakan rumus berikut

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} \quad (9)$$

Keterangan:

BFS = Beban kerja fisik subyektif

$\sum NK$ = Total nilai kusioner

Kemudian Kriteria tingkat kelelahan seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. skor kategori kelelahan

NO	RERATA SKOR JAWABAN KUESIONER	TINGKAT KELELAHAN
1	$\leq 1,5$	Tidak Lelah
2	$>1,5 - 2,0$	Agak Lelah
3	$>2,0 - 3,0$	Lelah
4	$>3,0$	Sangat Lelah

Sumber : Adiputra,1998

4. Antropometri

Menurut Sajiyo (2019:95) Antropometri adalah ukuran-ukuran tubuh manusia secara alamiah baik melakukan aktivitas statis (ukuran sebenarnya) maupun dinamis (d disesuaikan dengan pekerjaan). Adapun untuk menentukan fasilitas kerja dan operator menggunakan rumus percentile

Tabel 5. Percentile

Percentile	Rumus
1 - St	$\bar{X} - 2,325.\sigma$
2,5 - th	$\bar{X} - 1,96.\sigma$
5 - th	$\bar{X} - 1,645.\sigma$
10 - th	$\bar{X} - 1,28.\sigma$
50 - th	\bar{X}
90 - th	$\bar{X} + 1,28.\sigma$
95 - th	$\bar{X} + 1,645.\sigma$
97,5 - th	$\bar{X} + 1,96.\sigma$
99 - th	$\bar{X} + 2,325.\sigma$

(10)

5. Estimasi biaya redesain 1 unit trolley

Menurut Hansen (2004) perbedaan metode *full costin*, Dalam metode *full costing*, biaya *overhead* pabrik, baik yang berperilaku tetap maupun variabel, dibebankan

pada produk yang diproduksi atas dasar tarif yang ditentukan dimuka pada kapasitas normal atau atas dasar biaya *overhead* pabrik sesungguhnya.

$$\begin{array}{r}
 \text{5} \\
 \text{Biaya bahan baku} \quad \quad \quad \underline{\text{xxx}} \\
 \text{Biaya tenaga kerja langsung} \quad \quad \quad \underline{\text{xxx}} \\
 \text{Biaya } \textit{overhead} \text{ pabrik variabel} \quad \quad \quad \underline{\text{xxx}} \quad + \\
 \text{Total biaya produksi variabel} \quad \quad \quad \underline{\text{xxx}} \\
 \text{Biaya } \textit{overhead} \text{ tetap} \quad \quad \quad \underline{\text{xxx}} \quad + \\
 \text{Harga pokok per unit} \quad \quad \quad \underline{\text{xxx}}
 \end{array}
 \quad (11)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. SEBELUM REDESAIN

a. Analisa data waktu kerja

Tabel 6. data waktu kerja sebelum redesain

Elemen Kerja	pengamatan ke-	Operator								Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Mengukur	1	20	21	23	21	19	22	24	22	20.725
	2	19	20	17	21	20	20	20	20	
	3	19	18	19	24	23	20	22	22	
	4	24	18	23	20	22	18	24	21	
	5	20	22	20	20	20	19	22	20	
Elemen Kerja	pengamatan ke-	Operator								Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Pembentukan	1	145	146	154	149	159	149	154	158	151.68
	2	145	148	150	151	161	150	155	159	
	3	143	150	154	150	158	146	156	156	
	4	145	150	151	151	160	146	151	159	
	5	143	149	150	148	155	147	156	160	
Elemen Kerja	pengamatan ke-	Operator								Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Pemotongan	1	15	18	17	18	18	16	16	16	16.625
	2	17	17	18	18	18	16	16	15	
	3	15	17	16	17	19	16	16	15	
	4	16	18	16	19	18	17	15	16	
	5	17	16	16	17	19	15	15	15	
Elemen Kerja	pengamatan ke-	Operator								Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Pengelasan	1	240	245	242	241	251	255	256	249	247.63

	2	241	246	245	241	250	255	254	251
	3	240	245	243	240	252	254	256	250
	4	241	245	242	242	252	254	255	248
	5	242	246	243	241	250	256	257	249

- Rata-rata nilai *performance rating* berdasarkan tabel *rating factor*

a) mengukur

skill 0.087

Effort 0.035

Condition 0.012

Consistency 0.022 +

Rf 0.16

$$W_n = \bar{x} \times R_f = 20,72 \times (1 + 0,16) = 23,98 \text{ menit}$$

b) pembentukan

skill 0.011

Effort 0.062

Condition 0.033

Consistency 0.027 +

Rf 0.24

$$W_n = \bar{x} \times R_f = 151,57 \times (1 + 0,24) = 188,26 \text{ menit}$$

c) pemotongan

skill 0.14

Effort 0.11

Condition 0.03

Consistency 0.02 +

Rf 0.32

$$W_n = \bar{x} \times R_f = 16,625 \times (1 + 0,32) = 21,98 \text{ menit}$$

d) pengelasan

skill 0.09

Effort 0.07

Condition 0.03

Consistency 0.01 +

Rf 0.21

$$W_n = \bar{x} \times R_f = 257,625 \times (1 + 0,21) = 301,793 \text{ menit}$$

- Allowance time

a) Mengukur

PA 1%

FA 1%

DA 1% +

Total *Alt* 3%

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - Alt (\%)} = 23,98 \times \frac{100\%}{100\% - 3 (\%)} = 24,80 \text{ menit}$$

b) Pembentukan

PA	4%
FA	3%
DA	2%
<hr/>	
Total Alt	9%

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - Alt (\%)} = 188,26 \times \frac{100\%}{100\% - 9\%} = 207,74 \text{ menit}$$

c) Pemotongan

PA	1%
FA	1%
DA	1%
<hr/>	
Total Alt	3%

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - Alt (\%)} = 16,625 \times \frac{100\%}{100\% - 1\%} = 22,70 \text{ menit}$$

d) Pengelasan

PA	5%
FA	4%
DA	2%
<hr/>	
Total Alt	11%

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - Alt (\%)} = 301,793 \times \frac{100\%}{100\% - 11\%} = 340,85 \text{ menit}$$

- *Output standar*

a) Total output standar per hari

Ws pengukuran	24,80
Ws pembentukan	207,74
Ws pemotongan	22,70
Ws pengelasan	340,85+
Total	596,08

$$\frac{596,08}{60 \text{ (menit)}} = 9,8$$

$$\text{Output standart (OS)} = \frac{1}{9,8} = 0,102 \text{ unit/hari}$$

$$0,102 \times 7 \text{ (jam)} = 0,714 \text{ unit/hari}$$

b) Total output standar per minggu

$$0,714 \times 5 \text{ (hari)} = 3,4 \text{ unit/minggu}$$

b. Analisa kelelahan subjektif berdasarkan 30 pertanyaan gejala kelelahan

- Operator 1

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{78}{30} = 2,6$$

- Operator 2

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{77}{30} = 2,5$$

- Operator 3

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{82}{30} = 2,7$$

- Operator 4

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{66}{30} = 2,2$$

- Operator 5

$$\text{BFS} = \frac{\sum NK}{30} = \frac{76}{30} = 2,5$$

- Operator 6

$$\text{BFS} = \frac{\sum NK}{30} = \frac{76}{30} = 2,2$$

- Operator 7

$$\text{BFS} = \frac{\sum NK}{30} = \frac{75}{30} = 2,5$$

- Operator 8

$$\text{BFS} = \frac{\sum NK}{30} = \frac{70}{30} = 2,3$$

- Kesimpulan hasil perhtingan beban fisik subjektif sebagai berikut

Tabel 7. skor nilai kelelahan subjektif sebelum redesain

Operator	1	2	3	4	5	6	7	8	⁵ Total
nilai									
Rata-rata jawaban kuesioner	2.6	2.6	2.7	2.2	2.5	2.3	2.5	2.3	2.46667

Berdasarkan rata-rata hasil kuesioner menunjukkan bahwa operator dalam kategori “lelah” dengan skor rata-rata 2,4.

- c. Analisa kelelahan Objektif berdasarkan denyut nadi

Denyut Nadi diukur dengan metode palpsi 10 denyut, baik pada saat istirahat maupun pada saat bekerja, selanjutnya data hasil pengukuran tersebut dianalisis dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Denyut nadi} = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu perhitungan}} \times 60$$

- Analisa Denyut Nadi Kerja (DNK) :

Dari pengukuran operator 1 pada saat bekerja didapatkan data 10 denyut memerlukan waktu rata-rata = 5,42 detik, sehingga DNK operator tersebut adalah :

$$\begin{aligned} \text{DNK (1)} &= \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu perhitungan}} \times 60 \\ &= \frac{10 \text{ denyut}}{5,42} \times 60 = 110,68 \text{ denyut / menit} \end{aligned}$$

- Analisis Denyut Nadi Istirahat (DNI) :

Dari hasil pengukuran operator 1 pada saat istirahat didapatkan data 10 denyut memerlukan waktu rata-rata = 11,64 detik sehingga denyut DNI Operator adalah :

$$\begin{aligned} \text{DNI (1)} &= \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu perhitungan}} \times 60 \\ &= \frac{10 \text{ denyut}}{8,20} \times 60 = 73,15 \text{ denyut / menit} \end{aligned}$$

- Analisa %CVL

Jika operator 1 pada hari senin :

$$\%CVL = \frac{100\%(DNK - DNI)}{DN \text{ Max} - DNI} = \frac{100 \times (124, -65,64)}{193 - 65,64} = 45,966$$

Keterangan:

DNI = Denyut nadi istirahat

DNK = Denyut nadi kerja

DN Max = Denyut nadi maksimal yaitu

Laki-laki = 220 - umur

Perempuan = 200 - umur

NK = Nadi kerja (DNK - DNI)

Dari hasil perhitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan.

hasil nilai rekapitulasi rata-rata CVL dalam 1 minggu penelitian sebelum dilakukan redesain sebagai berikut:

Tabel 8. skor nilai kelelahan objektif sebelum redesain

Hari	DNK	DNI	DNK Max	%CVL
senin	124.3628	69.00313	191.125	45.28616
selasa	123.9634	72.57727	191.125	43.31075
rabu	115.2453	73.87678	191.125	35.26852
kamis	124.3583	71.63886	191.125	44.07694
rata-rata	121.9825	71.77401	191.125	41.98559

Dari hasilnya terlihat rata-rata %CVL menunjukkan angka 47,98% dimana operator dikategorikan lelah ringan dan perlu diperbaiki

2. SETELAH REDESAIN

- Analisa antropometri sesuai kebutuhan pekerja

Dari pengolahan data percentile dari tiap-tiap pengukuran anthropometri operator perawatan *AC Package* mulai dari Tinggi berdiri tegak (TBT), Tinggi pinggang berdiri, Jangkauan tangan kedepan (JTK) kemudian ditetapkan nilai percentile 5-th untuk penentuan dimensi maksimum dan nilai percentile 95-th untuk dimensi minimum dari perancangan redesain *trolley*. Data dari perhitungan percentile tiap-tiap pengukuran anthropometri pegawai perawatan *AC Package* dikelompokkan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 9. hasil perhitungan percentile

jenis antropometri	\bar{X}	σ	percentile 5th	\bar{X}	percentile 95th
			$\bar{X} - 1,645 \cdot \sigma$		$\bar{X} + 1,645 \cdot \sigma$
TBT	168	2.83	163.34	168.00	163.34

TPB	87,63	1,92	84.46	87,63	84.46
JTK	80,78	3,3	74.78	80,25	74.78

b. Analisa waktu kerja

Tabel 10. data waktu kerja setelah redesain

Elemen Kerja	pengamatan ke-	Operator (menit)								Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Mengukur	1	20	21	18	21	19	22	21	18	19.975
	2	21	20	17	21	21	20	20	20	
	3	18	18	19	22	19	20	22	22	
	4	21	18	23	20	22	18	20	21	
	5	20	20	20	20	19	19	18	20	
Elemen Kerja	pengamatan ke-	Operator								Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Pembentukan	1	145	146	144	149	148	145	143	146	145.48
	2	141	148	148	149	148	147	143	145	
	3	143	144	149	149	145	146	144	145	
	4	142	143	143	149	143	146	145	144	
	5	143	145	145	148	144	147	149	143	
Elemen Kerja	pengamatan ke-	Operator								Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Pemotongan	1	15	18	17	18	14	16	16	16	16.1
	2	17	15	18	18	18	16	15	15	
	3	15	17	16	17	17	15	16	15	
	4	16	17	16	17	16	17	15	14	
	5	17	16	16	17	15	15	15	15	
Elemen Kerja	pengamatan ke-	Operator								Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Pengelasan	1	239	238	242	241	239	243	240	242	240
	2	238	240	242	241	237	246	240	235	
	3	240	239	238	240	233	244	239	237	
	4	239	245	237	242	239	241	237	238	
	5	241	242	240	241	240	246	239	240	

- Rata-rata nilai *performance rating* berdasarkan tabel *rating factor*

a) Mengukur

skill	0.09
Effort	0.035
Condition	0.012
Consistency	0.022 +
<i>Rf</i>	0.16

$$W_n = \bar{x} \times R_f = 19,75 \times (1 + 0,16) = 23,11 \text{ menit}$$

b) pembentukan

skill	0.011
Effort	0.062
Condition	0.033
<u>Consistency</u>	<u>0.027</u> +
<i>Rf</i>	0.24

$$W_n = \bar{x} \times R_f = 150,85 \times (1 + 0,24) = 187,24$$

c) pemotongan

skill	0.14
Effort	0.11
Condition	0.03
<u>Consistency</u>	<u>0.02</u> +
<i>Rf</i>	0.32

$$W_n = \bar{x} \times R_f = 16,62 \times (1 + 0,32) = 21,29 \text{ menit}$$

d) pengelasan

skill	0.09
Effort	0.07
Condition	0.03
<u>Consistency</u>	<u>0.01</u> +
<i>Rf</i>	0.21

$$W_n = \bar{x} \times R_f = 241,95 \times (1 + 0,21) = 294,88 \text{ menit}$$

- Allowance time

a) Mengukur

<i>PA</i>	2%
<i>FA</i>	2%
<u><i>DA</i></u>	<u>1%</u> +
Total <i>Alt</i>	6%

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - Alt (\%)} = 23,11 \times \frac{100\%}{100\% - 6 (\%)} = 24,46 \text{ menit}$$

b) Pembentukan

<i>PA</i>	4%
<i>FA</i>	3%
<u><i>DA</i></u>	<u>2%</u> +
Total <i>Alt</i>	9%

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - Alt (\%)} = 187,24 \times \frac{100\%}{100\% - 9 \%} = 206,61 \text{ menit}$$

c) Pemotongan

<i>PA</i>	1%
<i>FA</i>	1%
<u><i>DA</i></u>	<u>1%</u> +
Total <i>Alt</i>	3%

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - Alt (\%)} = 21,292 \times \frac{100\%}{100\% - 6 (\%)} = 21,98 \text{ menit}$$

d) Pengelasan

PA	5%
FA	4%
DA	2% +
Total Alt	11%

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - Alt (\%)} = 301,793 \times \frac{100\%}{100\% - 11\%} = 340,85 \text{ menit}$$

• Output standar

$$\text{Output standart (OS)} = \frac{1}{W_s} = 1/W_s$$

a) Total output standar per hari

Ws pengukuran	23,90
Ws pembentukan	206,61
Ws pemotongan	21,98
Ws pengelasan	329,16 +
Total	572,02
$\frac{581,65}{60 \text{ (menit)}} = 8,4$ dibulatkan 9,5 menit	

$$\text{Output standart (OS)} = \frac{1}{9,6} = 0,104 \text{ unit/hari}$$

$$0,104 \times 7 \text{ (jam)} = 0,729 \text{ unit/hari}$$

b) Total output standar per minggu

$$0,833 \times 5 \text{ (hari)} = 3,6 \text{ unit/minggu}$$

c. Analisa Kelelahan subjektif

Dari total skor jawaban kuesioner maka kita dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

• Operator 1

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{54}{30} = 1,8$$

• Operator 2

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{58}{30} = 1,9$$

• Operator 3

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{59}{30} = 1,9$$

• Operator 4

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{63}{30} = 2,1$$

• Operator 5

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{60}{30} = 2$$

• Operator 6

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{59}{30} = 1,9$$

• Operator 7

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{54}{30} = 1,8$$

- Operator 8

$$BFS = \frac{\sum NK}{30} = \frac{61}{30} = 2,0$$

Sehingga jika di total keseluruhan maka dapat dihitung hasil kuesioner dapat di dilihat pada tabel berikut:

Tabel 11. skor nilai kelelahan subjektif setelah redesain

Operator nilai	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Rata-rata jawaban kuesioner	1.9	1.8	1.9	2	1.9	1.9	1.8	2	1.9

Dengan total nilai 1,9 maka semua pekerja di unit perawatan *AC Package* berada pada kategori “lelah ringan” berdasarkan klasifikasi hasil kuesioner.

- d. Analisa kelelahan objektif

Denyut Nadi diukur dengan metode palpsi 10 denyut, baik pada saat istirahat maupun pada saat bekerja, selanjutnya data hasil pengukuran tersebut dianalisis dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Denyut nadi} = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu perhitungan}} \times 60$$

- Analisa Denyut Nadi Kerja (DNK) :

Dari pengukuran operator 1 pada saat bekerja didapatkan data 10 denyut memerlukan waktu rata-rata = 5,65 detik, sehingga DNK operator tersebut adalah :

$$\begin{aligned} \text{DNK (1)} &= \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu perhitungan}} \times 60 \\ &= \frac{10 \text{ denyut}}{5,65} \times 60 = 106,19 \text{ denyut / menit} \end{aligned}$$

- Analisis Denyut Nadi Istirahat (DNI) :

Dari hasil pengukuran operator 1 pada saat istirahat didapatkan data 10 denyut memerlukan waktu rata-rata = 8,32 detik sehingga denyut DNI Operator Rotari adalah :

$$\begin{aligned} \text{DNI (1)} &= \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu perhitungan}} \times 60 \\ &= \frac{10 \text{ denyut}}{8,32} \times 60 = 72,12 \text{ denyut / menit} \end{aligned}$$

- Analisa %CVL

Jika operator 1 pada hari senin dengan data berikut:

$$\%CVL = \frac{100\%(\text{DNK}-\text{DNI})}{\text{DN Max}-\text{DNI}} = \frac{100\%(90,21-50,76)}{193-50,76} = 27,740$$

5 Keterangan:

DNI = Denyut nadi istirahat

DNK = Denyut nadi kerja

DN Max = Denyut nadi maksimal yaitu

Laki-laki = $220 - \text{umur}$

Perempuan = $200 - \frac{\text{umur}}{2}$

NK = Nadi kerja (DNK-DNI)

Dari hasil perhitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan.

hasil nilai rekapitulasi rata-rata CVL dalam 1 minggu penelitian setelah dilakukan redesign sebagai berikut:

Tabel 12. skor nilai kelelahan objektif setelah redesign

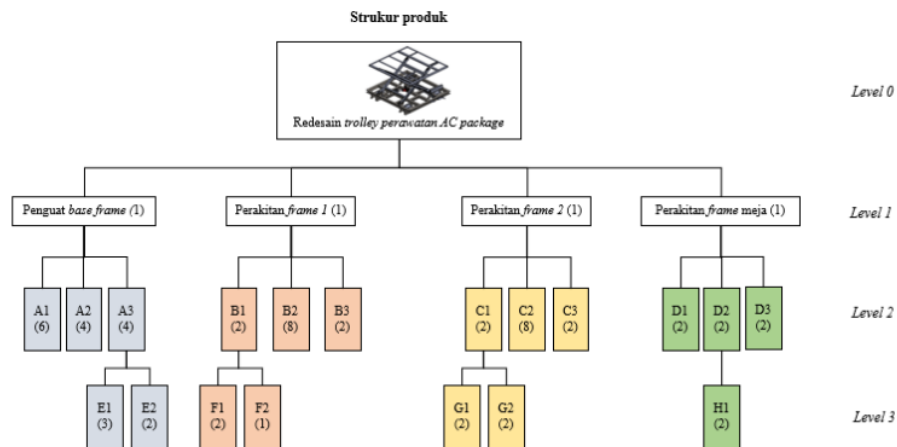
Hari	DNK	DNI	DNK Max	%CVL
Senin	107.4523	70.20444	191.125	30.74799
Selasa	103.5788	71.04066	191.125	27.09391
Rabu	107.9759	71.82223	191.125	30.26022
Kamis	99.98526	71.87795	191.125	23.44735
rata-rata	104.748	71.23632	191.125	27.88737

Dari hasilnya terlihat rata-rata %CVL menunjukkan angka 27,88% dimana operator dikategorikan tidak lelah.

e. Estimasi biaya

- Struktur produk

Gambar 1. Struktur produk setelah redesign



- Bill of material

Tabel 13. *bill of material* redesain trolley

Kode	level	Deskripsi	Spesifikasi	Jumlah	harga
	0	redesain trolley perawatan <i>piping AC Package</i>		1bh	
	1	penguat <i>basic frame trolley</i>		1bh	
A1	2	besi UNP 100	100x10x400	6bh	Rp 300.000
A2	2	rel bawah (besi St 41)	400x10mm	4bh	Rp 60.000
A3	2	engsel UNP 80	80x50x60 mm	6bh	Rp 120.000
E1	2	Pin		3bh	Rp 360.000
E2	2	Dongkrak	10ton	1bh	Rp 250.000
	1	Perakitan <i>frame 1</i>		1bh	
B1	2	besi UNP 50	50x50 mm	2bh	Rp 280.000
B2	2	Bush		8bh	Rp 260.000
B3	2	Rodal nilon	Φ80mm	2bh	Rp 84.000
F1	2	baut	M10x70	2bh	Rp 86.000
F2	2	Pin		1bh	Rp 360.000
	1	Perakitan <i>frame 2</i>		1bh	
C1	2	besi UNP 50	50x50 mm	2bh	Rp 280.000
C2	2	Bush		8bh	Rp 260.000
C3	2	Rodal nilon	Φ80mm	2bh	Rp 84.000
G1	2	Rodal nilon	Φ60mm	2bh	Rp 70.000
G2	2	baut	M10x70	2bh	Rp 86.000
	1	<i>Frame meja atas</i>		1bh	
D1	2	besi siku	50x50x3 mm	1bh	Rp 250.000
D2	2	engsel UNP 80	80x50x60 mm	4bh	Rp 80.000
D3	3	Rel atas (besi st 41)	400x10mm	2bh	Rp 60.000
H1	2	Pin		2bh	Rp 240.000
Total					Rp 3,330.000

- Perhitungan biaya redesain trolley

Biaya redesain trolley *AC Package* baru yakni :

Biaya Bahan Baku : Rp 3.330.000
 Biaya tenaga kerja : Rp 1.490.000
 Biaya *overhead* : Rp 251.809 +
Rp 5.071.000

f. Perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan redesain

- Perbandingan waktu kerja

Tabel 14. Perbandingan waktu kerja

No.	Hasil Analisa	sebelum redesain	Sesudah redesain
1	Waktu standar	596,08/ hari	572,02/ hari
2	output standar	3,4/minggu	3,7/ minggu

Dari tabel diatas maka dapat dilakukan perbandingan prosesntase pada perubahan waktu dan output standar sebagai berikut :

$$\frac{W_{sL}-W_{sB}}{W_{sL}} \times 100\% = \frac{596,08-572,02}{596,08} \times 100\% = 4,03\% \text{ per hari}$$

$$\frac{O_{sB}-O_{sL}}{O_{sB}} \times 100\% = \frac{3,7-3,4}{3,7} \times 100\% = 8,1\% \text{ per minngu}$$

Keterangan :

WsL : Waktu standar lama

WsB : Waktu standar baru

OsB : output standar lama

OsL : Output standar baru

Dari perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa waktu standar berkurang sebesar 4,03%/ hari, sedangkan output standar terjadi peningkatan sebesar 8,1% per minggu

- Perbandingan Analisa kelelahan

Tabel 15. perbandingan kelelahan kerja

No.	Hasil Analisa	sebelum redesain	Sesudah redesain
1	skor kelelahan subjektif	2,4	1,9
2	CVL kelelahan obejktif	41,98%	27,88%

Dari tabel diatas maka dapat dilakukan perbandingan prosesntase pada perubahan waktu dan output standar sebagai berikut :

$$\frac{K_{sL}-K_{sB}}{K_{sL}} \times 100\% = \frac{2,4-1,9}{2,4} \times 100\% = 20,83\%$$

$$\frac{K_{oL}-K_{oB}}{K_{oL}} \times 100\% = \frac{41,96-27,88}{41,98} \times 100\% = 33,55\%$$

Keterangan :

KsL : Kelelahan subjektif lama

KsB : Kelelahan subjektif baru

KoB : Kelelahan objektif lama

KoL : Kelelahan objektif baru

Dari perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa skor kelelahan subjektif berkurang dari kategori lelah menjadi kategori lelah ringan, sedangkan hasil kelellahan objektif berkurang dari 32,62% (kategori lelah) menjadi 29,81% (kategori lelah ringan)

20

KESIMPULAN

Pada bab ini akan dipaparkan beberapa kesimpulan analisa dari hasil redesain trolley untuk perawatan *piping AC package* kereta di UPT.Balai Yasa Surabaya Gubeng. adapun hasil kesimpulan sebagai berikut Berdasarkan hasil antropometri dengan operator tinggi berdiri tegak 163,34cm, tinggi pinggang berdiri 84,46cm dan jangkauan tangan kedepan 74,78cm. Redesain trolley disesuaikan dengan kebutuhan operator 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. Setelah dilakukan redesain pada trolley, Pada waktu standar pengerjaan perawatan *piping AC Package* kereta terjadi penurunan waktu kerja sebanyak 4,3% per hari Untuk output standar sendiri terjadi peningkatan sebesar 8,1% per minggu. Dari analisa 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%. Adapun total biaya redesain pada 1 trolley sebesar Rp 5.071.000,- .

11

Daftar Pustaka

- Adhi Dwi Artha, (2011). Perancangan Ulang Alat Mesin Pembuat Es Puter Berdasarkan Aspek Ergonomi
- Irawan, Purna, Agustinus, (2017). Perancangan dan Pengembangan Produk Manufaktur. Yogyakarta. Andi Offset.
- Jum Natsoba, Jaji (2016). pengaruh posisi ergonomis terhadap kejadian *low back pain* pada penenun sorbet di kampung bni 46
- M. Idham Kholid & Sajiyo, (2018). Rancang bangun alat pemecah kelapa muda di kabupaten sidoarjo dengan pendekatan ergonomi
- Putri Marcheliani Safitri, Indah Kurnia M.L., Lucyana Tresia (2018).. Perancangan Footrest Stairs dan Scissor Lift Table di Area Mesin CNC Bor Melalui Pendekatan Ergonomi dengan Metode Posture Evaluation Index (PEI)di PT Pindad (Pers) Bandung
- Ulrich, Karl T, dan Eppinger, Steven D, (2001). Perancangan dan Pengembangan Produk (Alih Bahasa : Azmi, Nora dan Marie, Iveline Anne). Jakarta. Salemba Teknika.
- Sajiyo dkk, (2019). Ergonomi Industri. Malang, UB press.

Tomi agus, Titisn Isna, Cyrilla Indri (2015). redesain alat pengupas biji mete berbasis ergonomi dan *quality function deployment (QFD)* guna meningkatkan kualitas kesehatan pekerja.

Wignjosoebroto, Sritomo, (2006). Ergonomi studi gerak dan waktu. Surabaya, Prima printing.

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

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	docplayer.info Internet Source	2%
2	www.slideshare.net Internet Source	2%
3	industri.untag-sby.ac.id Internet Source	1%
4	Submitted to Universitas Pelita Harapan Student Paper	1%
5	moam.info Internet Source	1%
6	mafiadoc.com Internet Source	1%
7	es.scribd.com Internet Source	1%
8	dspace.uui.ac.id Internet Source	1%

pt.scribd.com

9	Internet Source	1 %
10	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1 %
11	edoc.site Internet Source	<1 %
12	jurnal.unnur.ac.id Internet Source	<1 %
13	Submitted to Academic Library Consortium Student Paper	<1 %
14	ijins.umsida.ac.id Internet Source	<1 %
15	repository.unja.ac.id Internet Source	<1 %
16	senti.ft.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
17	vdocuments.site Internet Source	<1 %
18	mgmpipskotaserang.wordpress.com Internet Source	<1 %
19	press.umsida.ac.id Internet Source	<1 %
20	adoc.pub Internet Source	<1 %

21

core.ac.uk

Internet Source

<1 %

22

solarite.fmp-usmba.ac.ma

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off