

Perancangan Troli Galon Berbasis Ergonomic Function Deployment (EFD)

Maria Septi Anggraini¹, Heri Setiawan²

Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Musi Charitas

Jalan Bangau No. 60 Palembang

Email: mariasepti2204@gmail.com, heri_setiawan@ukmc.ac.id

ABSTRAK

Menurut Badan Pusat Statistik Kota Palembang dengan persentase rumah tangga dan perkantoran yang menggunakan air minum PAM dan kemasan pada tahun 2016-2018 yaitu 94,32%. Hal tersebut menyebabkan meningkatnya agen pemasaran air galon yaitu depot air minum isi ulang. Salah satu aktivitas yang dilakukan pekerja untuk mengantar galon yaitu mengantar galon melewati anak tangga. Dalam aktivitas tersebut, pekerja mengalami beban kerja berat dan keluhan dibagian tubuh yang menyebabkan produktivitas pekerja terhadap pengangkatan galon tidak maksimal, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk merancangan alat untuk mempermudah aktivitas yang mengurangi beban kerja dan keluhan pada tubuh pekerja, dan mampu meningkatkan jumlah galon yang mampu diantar oleh pekerja. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode EFD dirancang troli dengan panjang 43 cm, lebar 41,55 cm dan tinggi 93,25 cm dengan dilengkapi fitur box pengaman galon dan roda tiga untuk media penggerak saat melewati anak tangga. Keluhan pada bagian tubuh pekerja mengalami penurunan rata-rata 53,5%, DNI pekerja mengalami penurunan 28,81%, DNK pekerja mengalami penurunan 33,24%, NK pekerja mengalami penurunan 36,61% dan rata-rata konsumsi energi pekerja mengalami penurunan 64,42% yaitu sebesar 92,40639707 Kkal/jam. Dengan produktivitas jumlah pengantaran galon meningkat 67,54%. Biaya yang dikeluarkan untuk membuat alat sebesar Rp 1.206.150,-.

Kata Kunci: Troli, Perancangan Alat, Beban Kerja, EFD.

ABSTRACT

According to the Central Statistics Agency of Palembang City, the proportion of households and offices using PAM and bottled drinking water in 2016-2018 is 94.32%. This has led to the implementation of gallon water marketing agents, namely refill drinking water depots. One of the activities carried out by workers to deliver gallons is to take gallons through the stairs. In these activities, workers experience heavy workloads and complaints in body parts that cause worker productivity to gallons are not optimal, therefore it is necessary to do research to design tools to facilitate activities that reduce workloads and complaints on the workers' bodies, and are able to increase the number of gallons that workers can deliver. Based on research using the EFD method, a trolley with a length of 43 cm, a width of 41.55 cm and a height of 93.25 cm was designed with gallon safety features and a tricycle for driving media when passing stairs. Complaints on workers' body parts decreased by an average of 53.5%, workers' DNI decreased by 28.81%, workers' DNK decreased by 33.24%, workers' NK decreased by 36.61% and the average energy consumption of workers decreased 64.42% which is 92.40639707 Kcal/hour. With gallon delivery productivity increased by 67.54%. The cost incurred to make the tool is Rp. 1,206,150,-.

Keywords: Trolley, Tool Design, Workload, EFD

I. PENDAHULUAN

Menurut Badan Pusat Statistik Kota Palembang persentase rumah tangga dan perkantoran yang menggunakan air minum PAM dan kemasan pada tahun 2016 - 2018 yaitu 94,32%, sehingga menimbulkan semakin bertambahnya agen pemasaran air galon seperti Depot Air Minum Fasri berlokasi di Mayor Ruslan, Depot Air Minum Bang Somat berlokasi di Pakri, Depot Air Minum Benhil berlokasi di Sekip Bendung, Depot Air Minum Azzahra berlokasi di Rama Kasih, Depot Air Minum Noni berlokasi di Rama Kasih, Depot Air Minum Akbar berlokasi di Sekip.

Depot tersebut merupakan agen pengisian air minum ulang yang memiliki mesin pengisian ulang air galon sendiri yang pekerjaanya rata - rata berumur antara 20-55 tahun, berat badan 45-95 Kg dan tinggi badan 149-180 cm dan semuanya berjenis kelamin laki-laki. Kegiatan yang berhubungan dengan pengangkatan

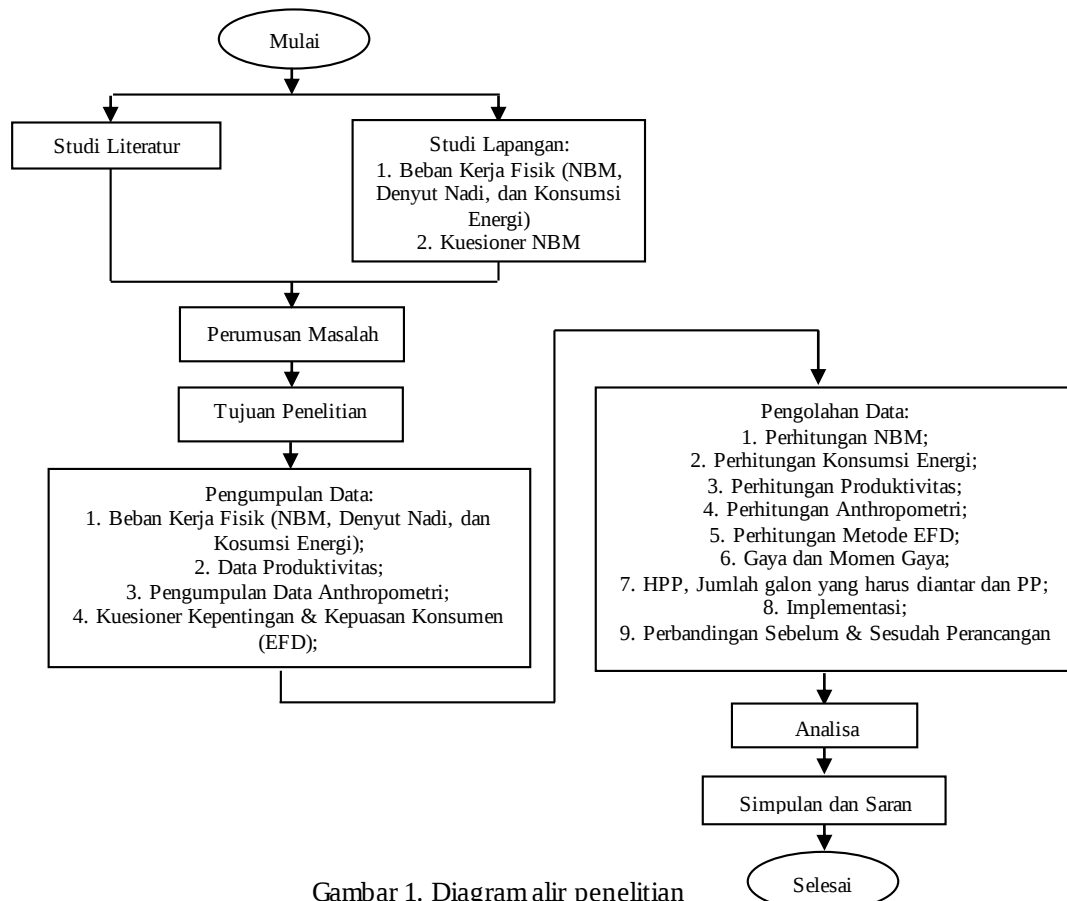
serta pemindahan barang yang dilakukan pada depot tersebut berupa pemindahan galon air yang memiliki berat 19 liter yang dilakukan oleh pekerja dari tempat depot ke rumah – rumah konsumen dan harus melakukan pemindahan galon melewati anak tangga.

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner *Nordic Body Map (NBM)* yang artinya adalah kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan pada para pekerja, dan kuesioner ini paling sering digunakan karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi (Hasrianti, 2016). yang diberikan kepada pekerja terdapat 50% dengan tingkat resiko tinggi sehingga diperlukan tindakan segera dan 46% dengan tingkat resiko sangat tinggi sehingga diperlukan tindakan sesegera mungkin. Dan berdasarkan hasil penyebaran kuesioner terbuka tentang kebutuhan dan kepentingan untuk menggunakan alat bantu troli terdapat 97%. Berdasarkan uraian permasalahan diatas, maka perlu dilakukan suatu penelitian yang dapat menghasilkan suatu rancangan “TRODATI” (Troli Roda Tiga) sebagai alat bantu angkut galon air yang sesuai dengan prinsip - prinsip ergonomi berdasarkan pendekatan antropometri dengan menggunakan metode EFD (*Ergonomic Function Development*). Adapun beberapa peneliti terdahulu yang telah meneliti dengan menggunakan metode EFD antara lain:

1. Perancangan Produk Meja Dan Kursi Alat Bantu Mencanting Yang Ergonomis Menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)* Oleh Ilham Shalahuddin Afif Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro Semarang.
2. Perancangan Alat Bantu Kerja Pengemasan Paper Sack Di Bagian Packaging Teh Untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders Dengan Pendekatan *Ergonomic Function Deployment (EFD)* (Studi Kasus: Pt. Perkebunan Nusantara Viii Ciater, Jawa Barat) Oleh Muhammad Ikhsan Kumiawan Program Studi Teknik Industri Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom.
3. Perancangan Alat Bantu Memanen Karet Ergonomis Guna Mengurangi Resiko Muskuloskeletal Disorder Menggunakan Metode Rula Dan EFD Oleh Muhammad Ikhsan fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.

Metode tersebut digunakan karena penelitian ini fokus dengan pembuatan troli galon sesuai dengan kebutuhan konsumen berdasarkan keergonomisannya. Dengan tujuan dapat mengurangi kelelahan pekerja pada aktivitas pengangkutan galon dengan menaiki anak tangga dan dapat meningkatkan produktivitas.

II. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerja fisik akan mengeluarkan energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi tuntutan fisik yang berlebihan. Kerja fisik (*physical work*) adalah kerja yang memerlukan suatu energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya (*power*). Dalam kegiatan manusia sehari-hari tidak terhindar dari beban fisik, baik dalam melakukan kegiatan ringan atau berat. Dalam sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik dalam kemampuan fisik, maupun kognitif, maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut (Bahri, *et al.*, 2012).

Penelitian ini menggunakan pengukuran beban fisik subjektif dan objektif. Pengukuran beban kerja fisik objektif yaitu dengan mengukur denyut nadi pekerja dan konsumsi energi pekerja, sedangkan untuk pengukuran beban kerja fisik subjektif yaitu dengan menyebarkan kuesioner NBM kepada pekerja yang terdiri dari 30 pekerja. Di bawah ini merupakan hasil rekapitulasi pengukuran dan perhitungan denyut nadi pekerja dan hasil penyebaran kuesioner NBM.

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Pengukuran Denyut Nadi Pekerja

No.	Keterangan	Hasil
1.	Rata-rata DNI (denyut/menit)	71,99
2.	Rata-rata DNK (denyut/menit)	131,32
3.	Rata-rata DN Maks (denyut/menit)	178,73
4.	Rata-rata NK (denyut/menit)	59,32
5.	HR Reverse (%)	55
6.	CVL (%)	55
7.	Rata-rata konsumsi energi (Kkal/jam)	259,6892882

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Kuesioner NBM

Lokasi Keluhan	Jumlah (orang)	Lokasi Keluhan	Jumlah (orang)
Pergelangan Tangan Kiri	100%	Pantat	53%
Tangan Kiri	100%	Siku Kanan	80%
Paha Kiri	43%	Lengan Bawah Kanan	100%
Lutut Kiri	53%	Pergelangan Tangan Kanan	100%
Betis Kiri	43%	Tangan Kanan	100%
Pergelangan Kaki Kiri	63%	Paha Kanan	43%
Telapak Kaki Kiri	66%	Lutut Kanan	50%
Tengkuk	46%	Betis Kanan	46%
Bahu Kanan	76%	Pergelangan Kaki Kanan	63%
Punggung	100%	Telapak Kaki Kanan	63%
Pinggang	100%		

Menurut Santoso *et al* (2014), untuk mengetahui lebih detil bagian tubuh yang mengalami gangguan atau rasa sakit saat bekerja dapat digunakan metode *Nordic Body Map (NBM)*, meskipun bersifat subjektif, namun kuesioner ini sudah terstandarisasi dan valid untuk digunakan. Bagian tubuh tersebut mendapat persentase besar karena pada bagian tubuh tersebut mendapatkan beban dari galon yang harus diangkat dengan melewati anak tangga. Hasil persentase tersebut digunakan sebagai acuan untuk merancang alat bantu.

Menurut Yusuf (2016) produktivitas kerja adalah ukuran yang menunjukkan pertimbangan antara input dan output yang dikeluarkan perusahaan serta peran tenaga kerja yang dimiliki persatuan waktu, atau dengan kata lain mengukur efisiensi memerlukan identifikasi hasil dari kinerja. Di bawah ini merupakan grafik produktivitas pekerja angkat angkut galon sebelum menggunakan alat yang dilihat dari total galon

yang mampu diantar oleh pekerja dalam 1 hari dengan 7 jam pada saat jam kerja. Hasil pengukuran produktivitas pekerja angkat angkut galon tanpa menggunakan alat yaitu sebesar 0,4897359 dengan jumlah galon yang diantar sebanyak 191 galon.



Gambar 2. Grafik Produktivitas Pekerja Angkat Angkut Galon

Berikut merupakan hasil perhitungan anthropometri. Bagian tubuh pekerja yang digunakan sebagai acuan perancangan alat yaitu Lebar Bahu (LB), Tinggi Siku Berdiri (TSB) dan Diameter Genggaman Tangan (DGT). Untuk itu maka dilakukan perhitungan uji kenormalan data, uji kecukupan data dan uji keseragaman data. Menurut Sugiyono (2017), Uji Normalitas adalah uji untuk melihat apakah residual yang didapat memiliki distribusi normal. Uji statistik ini menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Jika nilai signifikan $> 0,05$, maka dapat dikatakan residual berdistribusi normal, dan sebaliknya. Menurut Sutalaksana (2006) Uji keseragaman data dilakukan jika data telah terkumpul. Data dikatakan seragam jika berasal dari sistem sebab akibat yang sama dan berada di antara dua batas kendali, dan dikatakan tidak seragam jika berasal dari sistem sebab akibat yang berbeda dan berada di luar batas kendali, sedangkan Menurut Purnomo (2004), uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan adalah cukup secara objektif

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Uji Kenormalan Data

No.	Deskripsi Data	Kolmogorov-Smirnov Z	Asymp.Sig.(2-tailed)	Kesimpulan
1.	Lebar Bahu (LB)	.759	.612	Data Normal
2.	Tinggi Siku Berdiri (TSB)	1.005	.264	Data Normal
3.	Diameter Genggaman Tangan (DGT)	.767	.598	Data Normal

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Uji Keseragaman Data

No.	Deskripsi Data	$\bar{x}$	σ	BAK	BKB	Kesimpulan
1.	Lebar Bahu (LB)	38,37	1,938	42,246	34,494	Data Seragam
2.	Tinggi Siku Berdisi (TSB)	95,93	1,438	98,806	93,054	Data Seragam
3.	Diameter Genggaman Tangan (DGT)	3,557	0,1755	3,908	3,206	Data Seragam

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Uji Kecukupan Data

No.	Deskripsi Data	N'	Kesimpulan
1.	Lebar Bahu (LB)	4	Data Cukup
2.	Tinggi Siku Berdiri (TSB)	1	Data Cukup
3.	Diameter Genggaman Tangan (DGT)	3	Data Cukup

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Persentil

No.	Deskripsi Data	P5%	P50%	P95%
1.	Lebar Bahu (LB)	35,18	38,37	41,55
2.	Tinggi Siku Berdiri (TSB)	93,25	95,80	98,34
3.	Diameter Genggaman Tangan (DGT)	0,67	3,557	3,84

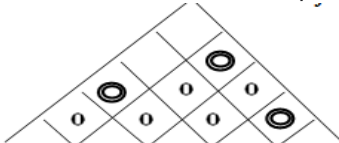
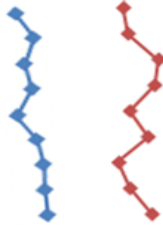
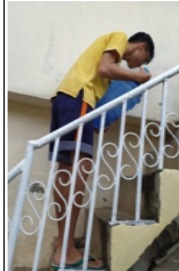
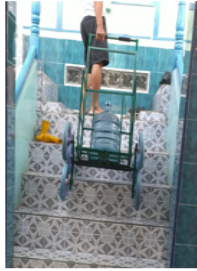
Berdasarkan perhitungan persentil, maka didapat ukuran perancangan alat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Ukuran Rancangan Troli

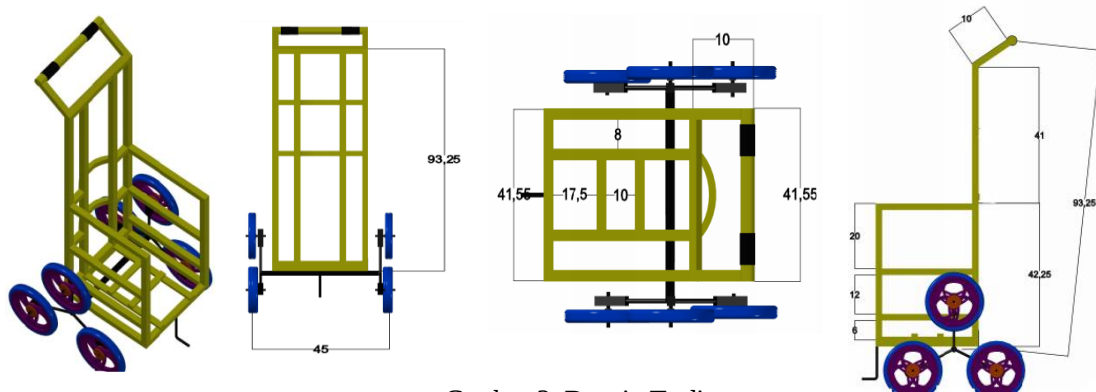
No.	Data Dimensi	Dimensi Alat	Persentil	Ukuran Perancangan Alat
1.	Lebar Bahu	Lebar Troli	P95% = 41,55 cm	41,55 cm
2.	Tinggi Siku Berdiri	Tinggi Troli	P5% = 93,25 cm	93,25 cm
3.	Diameter Genggaman Tangan	Diameter Genggaman Alat	P50% = 3,557 cm	3,557 cm

Ergonomic Function Deployment merupakan pengembangan dari *Quality Function Deployment* yaitu dengan menambahkan hubungan baru antara keinginan konsumen dan aspek ergonomi dari produk (Adrianto *et al.* 2014). Pendekatan EFD digunakan untuk mencapai target prinsip ENASE yaitu Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien. Dengan tercapainya prinsip ENASE, maka perbaikan produk yang ergonomis dapat tercapai dan bisa mengurangi kecelekaan yang terjadi pada operator yang melakukan aktifitas pengantaran galon ke rumah konsumen. Hubungan ini akan melengkapi bentuk matrik *house of quality* yang juga menterjemahkan ke dalam aspek aspek ergonomi yang diinginkan. *House of Ergonomic Quality (HOEQ)* merupakan matriks hubungan yang terdapat pada *Ergonomic Function Deployment (EFD)*, yang dimana matriks ini merupakan upaya dari proses mengkonversikan *Voice of customer* terhadap persyaratan teknis atau spesifikasi dari produk dan fasilitas. Di bawah ini merupakan hasil HOE dari beberapa langkah perhitungan EFD.

Tabel 8. *House of Ergonomic Quality* HOEQ

																	
Product Requirements	Product Characteristic	Importance to customer	Alat dirancang sesuai dengan part anak tangga	Menggunakan bahan baku yang kuat dan sendiri dari pada rangka utama produk	Pekerja nyaman dalam menggunakan produk	Harga sesuai dengan kualitas produk	Awet dan tahan lama	Cost Statistic Performance	Improvement Ratio	Raw Weight	Tanpa menggunakan alat	Menggunakan alat bantu TRODATI	Competitive Analysis (0 = worst, 5 = best)				
													1	2	3	4	5
Troli mudah dalam pengoperasian	4,2	○		○				1,83	2,73	13,75	1,83	4,03					
Troli memiliki konstruksi yang kuat	4,33		○	△	○	○		2,2	2,72	14,74	2,2	4,1					
Troli memiliki desain yang ergonomis	4	○		○	○			1,9	3,125	18,75	1,9	4,56					
Troli memiliki ukuran yang nyaman digunakan	4,067			○				2,03	1,97	12,01	2,03	4,5					
Troli memiliki tingkat keamanan yang baik	4,067	△	○	○				1,6	2,5	15,25	1,6	4,13					
Troli dapat mengurangi keluhan musculoskeletal	4,267	○		○	○			2	2,5	16	2	4,4					
Troli memiliki harga yang terjangkau	4,167		○			○			2,1	1,9	11,87	2,1	3,96				
Troli mudah dalam perawatan	4,2		△					○	2,067	1,93	9,72	2,067	4,13				
Troli memiliki bahan baku yang kuat dan awet	4,167		○			○		○	2,067	1,93	12,06	2,067	4,46				
Target Spec			Terdapat roda tiga sebagai media melewati anak tangga	Menggunakan bahan baku besi hollow tebal 2 mm	Ukuran troli berdasarkan antropometri pekerja, tinggi 93,25 cm, lebar 41,55 cm, diameter genggaman alat 3,55 cm	Harga < Rp 1.500.000,-	7-15 tahun	Gambar alat bantu TRODATI									
																	
Contributin		1,95	2,09	3,04	2,34	1,75	11,17	●	Tanpa alat		●	Menggunakan alat					
Normalized Contribution		11,08%	11,87%	9,68%	9,56%	9,71%											
Urutan Prioritas		4	3	1	2	5											

Dari hasil perhitungan anthropometri dan EFD, maka desain produk TRODATI adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Desain Troli



Gambar 4. Bentuk Fisik Troli



Gambar 5. Implementasi Troli

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan setelah menggunakan troli.

Tabel 9. Hasil Rekapitulasi Pengukuran Setelah Menggunakan Alat

No.	Keterangan	Hasil
1.	Rata-rata DNI (denyut/menit)	51,25
2.	Rata-rata DNK (denyut/menit)	87,67
3.	Rata-rata DN Maks (denyut/menit)	168,75
4.	Rata-rata NK (denyut/menit)	36,41
5.	Produktivitas (galon)	320
6.	Konsumsi Energi (Kkal/menit)	1,94010

Tabel 10. Hasil Rekapitulasi Kuesioner NBM Sebelum dan Setelah Menggunakan Alat

Lokasi Keluhan	Jumlah (orang) Sebelum Menggunakan Alat	Jumlah (orang) Setelah Menggunakan Alat	Selisih
Leher Atas	53%	43%	10%
Bahu Kiri	73%	48%	25%
Lengan Atas Kiri	100%	52%	48%
Lengan Atas Kanan	100%	52%	48%
Pinggul	46%	38%	8%
Siku Kiri	80%	40%	40%
Lengan Bawah Kiri	100%	55%	45%
Pergelangan Tangan Kiri	100%	55%	45%
Tangan Kiri	100%	57%	43%

Lanjutan Tabel 10. Hasil Rekapitulasi Kuesioner NBM Sebelum dan Setelah Menggunakan Alat

Lokasi Keluhan	Jumlah (orang) Sebelum Menggunakan Alat	Jumlah (orang) Setelah Menggunakan Alat	Selisih
Paha Kiri	43%	30%	13%
Pergelangan Kaki Kiri	63%	47%	16%
Telapak Kaki Kiri	66%	36%	30%
Tengkuk	46%	43%	3%
Bahu Kanan	76%	48%	28%
Punggung	100%	58%	42%
Pinggang	100%	55%	45%
Pantat	53%	43%	10%
Siku Kanan	80%	40%	40%
Lengan Bawah Kanan	100%	52%	48%
Pergelangan Tangan Kanan	100%	55%	45%
Tangan Kanan	100%	57%	43%
Paha Kanan	43%	30%	13%
Lutut Kanan	50%	44%	6%
Betis Kanan	46%	13%	33%
Pergelangan Kaki Kanan	63%	47%	16%
Telapak Kaki Kanan	63%	36%	27%

Sumber: Pengolahan Data, 2021

Untuk mengetahui berapa banyak total galon yang diantar untuk mampu mengembalikan biaya investasi atau biaya transaksi yang harus dibayarkan setiap kali investor ingin membeli maupun menjual instrumen investasi, maka sebelum itu perlu diketahui total biaya investasi dalam pembuatan alat ini. Untuk keterangan biaya investasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 11. Biaya Investasi

No	Uraian	Satuan	Kebutuhan	Harga	
				Satuan	Total
1	Besi <i>Hollow</i> Kotak (1,5 x 1,5) mm	batang	2	Rp 50.000	Rp 100.000
2	Besi <i>Hollow</i> kotak (2 x 2) mm	batang	2	Rp 65.000	Rp 130.000
3	Ban busa	buah	6	Rp 65.000	Rp 390.000
4	Mata Gerinda Amplas	buah	1	Rp 12.000	Rp 12.000
5	Cat	kaleng	1	Rp 20.000	Rp 20.000
6	Tiner	botol	1	Rp 7.000	Rp 7.000
7	Kuas	buah	2	Rp 3.000	Rp 6.000
8	Mata Gerinda Potong	buah	6	Rp 3.500	Rp 21.000
9	<i>Bearing</i>	buah	4	Rp 20.000	Rp 80.000
10	Dempul (250gram)	kaleng	1	Rp 25.000	Rp 25.000

Lanjutan Tabel 11. Biaya Investasi

No	Uraian	Satuan	Kebutuhan	Harga	
				Satuan	Total
11	Tali Pengikat	buah	1	Rp 5.500	Rp 5.500
12	Poros atau as	batang	2	Rp 35.000	Rp 70.000
13	Handle Busa	buah	1	Rp 5.000	Rp 5.000
14	Tenaga Kerja Langsung		borongan		Rp 225.000
15	Biaya <i>overhead</i>		10%		Rp 109.650
Total Biaya Investasi					Rp 1.206.150

Sumber: Pengolahan Data, 2021

Suatu analisis biaya diperlukan dalam melakukan investasi. Kelayakan suatu investasi harus dianalisis guna untuk mengetahui bahwa investasi tersebut menghasilkan keuntungan bagi perusahaan (Carter, 2009).

Untuk menghitung jumlah galon yang mampu diantar untuk mengembalikan biaya investasi maka perlu diketahui *capital recovery*, untuk perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

$$D = (P-S) \times (A/P.i.N)$$

$$= (Rp\ 1.206.150) \times (0,162745.10\%.10)$$

$$= Rp\ 178.450,-$$

Capital Recovery per bulan:

$$D = Rp\ 178.450/12\ \text{bulan}$$

$$= Rp\ 14.871,-$$

Perhitungan jumlah minimal galon yang harus diantar (N) ialah sebagai berikut:

$$\text{Biaya Investasi Alat} = Rp\ 14.871 + Rp\ 1.206.150 = Rp\ 1.221.021$$

$$\text{Biaya Pengiriman Galon} = Rp\ 5.000$$

$$N = \frac{\text{Biaya investasi alat}}{\text{Biaya Pengiriman galon}}$$

$$= \frac{1.221.021}{5.000} = 244\ \text{unit}$$

Jadi, total minimal galon yang harus diantar agar bisa mengembalikan biaya investasi ialah sebanyak 244 unit galon.

Payback Periode (PP)

PP pada pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

$$\text{Payback Periode} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Laba bersih}} \times 1\ \text{hari}$$

$$= \frac{Rp\ 1.221.021}{Rp\ 1.600.000} \times 1\ \text{hari}$$

$$= 0,76\ \text{hari} \approx 1\ \text{hari}$$

Berdasarkan data, dalam satu hari melalui 6 depot mampu mengantar galon sebanyak 320 sehingga menurut perhitungan *payback periode* sesuai bahwa dalam 1 hari sudah bisa mengembalikan biaya investasi alat dan lebih dari total minimal galon yang harus diantar.

Proses implementasi merupakan proses penerapan alat yang sudah dirancang untuk diaplikasikan atau digunakan sesuai dengan fungsinya. Proses implementasi TRODATI ini yaitu dengan melakukan penerapan alat yaitu digunakan untuk proses angkat angkut galon dengan melewati anak tangga. Troli ini akan di tawarkan kepada UKM depot air minum isi ulang dan dapat digunakan untuk aktivitas pengantaran galon ke rumah konsumen atau kantor yang memiliki lantai bertingkat.

Kelebihan troli yaitu, terdapat roda tiga yang menjadi media penggerak saat melewati anak tangga dengan ukuran roda yang sesuai dan pas pada part anak tangga, sehingga tidak perlu lagi mengeluarkan energi atau perlakuan penarikan untuk menetapkan roda agar tepat sasaran pada anak tangga ketika hendak melakukan perputaran roda ke atas. Terdapat *box* pengaman untuk menjaga keamanan galon agar tidak jatuh ketika troli dioperasikan. Dan tentunya karena bahan terbuat dari material besi *hollow* yang daya ketahanannya kuat.

Menurut Pratiwi (2021) rata – rata tinggi tangga yang nyaman adalah antara 15 – 19 cm bagi orang dewasa dengan tinggi badan diatas 150 cm. Kemudian lebar yang cukup ideal adalah minimal 29 – 33 cm atau disesuaikan dengan panjang tapak kaki penghuni rumah. Data tersebut merupakan data lebar dan tinggi bentuk anak tangga atau ukuran tekel (keramik) pada anak tangga. Pada semua anak tangga disetiap rumah konsumen dapat menggunakan troli ini, karena ukuran tangga tersebut memiliki lebar dari 45cm. Pada

dasarnya troli ini dapat digunakan untuk semua tangga yang memiliki lebar lebih dari 45 cm dan untuk ukuran ban juga dapat digunakan pada semua ukuran lebar dan tinggi anak tangga.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan pada 6 depot air minum isi ulang maka dapat disimpulkan:

Hasil rancangan alat TRODATI (Troli Roda Tiga) yang digunakan sebagai alat bantu angkut galon melewati anak tangga memiliki dimensi tinggi 93,25 cm, panjang 43 cm dan lebar 41,55 cm. Dan dilengkapi dengan fitur pengaman yaitu *box* troli untuk meletakkan galon, terdapat roda tiga yang berfungsi untuk media gerak troli ketika melewati anak tangga dan *handle* busa untuk membuat kenyamanan pekerja saat menarik galon;

Berdasarkan NBM (beban kerja fisik secara subjektif) keluhan otot pada bagian tubuh bahu (kanan dan kiri) mengalami penurunan 48%, bagian tubuh siku (kanan dan kiri) mengalami penurunan 40%, pada bagian tubuh lengan atas (kanan dan kiri) mengalami penurunan 52%, bagian tubuh lengan bawah (kanan dan kiri) mengalami penurunan 55%, bagian tubuh pergelangan tangan (kanan dan kiri) mengalami penurunan 55%, bagian tubuh tangan (kanan dan kiri) mengalami penurunan 57%, bagian tubuh punggung mengalami penurunan 58%, dan bagian tubuh pinggang mengalami penurunan 55%. Berdasarkan beban kerja fisik secara objektif, rata – rata DNI mengalami penurunan 28,81% yaitu sebesar 51,25 denyut/menit, rata – rata DNK mengalami penurunan 33,24% yaitu sebesar 87,66666667 denyut/menit, dan NK mengalami penurunan 36,61% yaitu sebesar 36,41666667 denyut/menit. Sedangkan hasil rata - rata konsumsi energi pekerja mengalami penurunan 64,42% yaitu 92,40639707 Kkal/jam;

Produktivitas pekerja angkat angkut galon sebelum menggunakan alat mampu mengantarkan galon sejumlah 191 dengan total produktivitas 1,45794454, sedangkan setelah menggunakan alat pekerja mampu mengantarkan galon sejumlah 320 dengan total produktivitas 3,66,382628, yang artinya produktivitas pekerja mengalami kenaikan 67,54%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, R., Desrianty, A. Dan M. F.H. (2014). Usulan Rancangan Tas Sepeda Trial Menggunakan Metode Ergonomic Function Deployment (EFD). *Jurnal Telkom University*, Vol. 2(2), 353-363.
- Badan Pusat Statistik. (2019). Persentase Penggunaan Air Minum. Palembang. Tersedia pada: <https://palembangkota.bps.go.id/subject/7/energi.html>.
- Bahri, S., Syarifuddin, & Gunawan, (2012). Analisis Penentuan Waktu Istirahat Pendek Berdasarkan Beban Kerja Fisik Dan Asupan Energi. *Industrial Engineering Journal*, Vol.1(1), 30-35.
- Carter.K William. (2009). *Akuntansi Biaya*. Buku 1. Edisi Keempat Belas, Jakarta: Salemba Empat.
- Hasrianti, Y. (2016). *Hubungan Postur Kerja Dengan Keluhan Muskuloskeletal Pada Pekerja di PT Maruki Internasional Makasar* (Tesis). Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Pratiwi, A. 2021. Berapa Jarak Antar Anak Tangga yang Ideal?. Jakarta: Kompas.com. Tersedia Pada: <https://www.kompas.com/homey/read/2021/01/02/140500176/berapa-jarak-antar-anak-tangga-yang-ideal-berikut-penjelasan-nya>.
- Purnomo, H. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha ilmu.
- Ramdani, R. (2021). Biaya Investasi : Pengertian, Jenis dan Cara Perhitungannya. Tersedia Pada: <https://www.akseleran.co.id/blog/biaya-investasi-adalah>.
- Santoso, S., Yasra, R., Purbasari, A. (2014). Perancangan Metode Kerja untuk Mengurangi Kelelahan Kerja pada Aktivitas Mesin Bor di Workshop Bubut PT. Cahaya Samudra Shipyard. *Profesiensi*, Vol. 2(2), 155- 164.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : CV Alfabeta.
- Susanti, E., Sugianto, W., Azharman, Z. (2018). Analisis Konsumsi Energi Kerja Karyawan Ketika Melakukan Olahraga Tennis : Studi Kasus Karyawan PT. Aker Solution Batam. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, Vol. 3(2), 117-122.
- Sutalaksana., Aggawisastara., & Tiakraatmadia. (2006). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Jurusan Teknik. Industri, Institut Teknologi Bandung.
- Yusuf, B. (2016). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.