

PERANCANGAN ULANG TROLI UNTUK MENGURANGI KELELAHAN KERJA PENGANGKUTAN KERANG PADA MINA SUMBER MAS INDRAMAYU

Rika Andriyanti Dinata¹, Pipin Anggaliya², Aden Puja Bachtiar³, Ari Hadhiwibowo⁴, Mega Andriyanti Dinata⁵, Nino Setyo Utomo⁶, Rahma Fauziyah⁷, Moh Rizal Ngambah Sagara⁸

Teknik Industri^{1,2,3,5,6,7,8}, Teknik Informatika⁴
Universitas Teknologi Bandung^{1,2,3,4,5,6,7,8}

rika@utb-univ.ac.id, pipinanggaliya@utb-univ.ac.id, adenpuja48@gmail.com, ari@utb-univ.ac.id,
megaandriyantidinata@utb-univ.ac.id, ninosetyoutomo@utb-univ.ac.id, rahmafauziyahh@gmail.com,

Abstrak

Koperasi Produsen Perikanan Hasil Laut Unit Desa “Mina Sumber Mas” Desa ILIR Kecamatan Kandanghaur Kabupaten Indramayu, berperan penting sebagai sarana bagi para nelayan kecil dalam menjual hasil tangkap, khususnya kerang. Saat ini, proses pemindahan hasil tangkap kerang masih dilakukan secara manual. Berdasarkan hasil observasi proses pemindahan hasil tangkap kerang masih dilakukan secara manual yang mengharuskan nelayan mengangkat beban rata-rata beban angkut 17,5 kg dengan jarak 20 meter secara berulang. Aktivitas tersebut berkontribusi terhadap peningkatan kelelahan fisik dan berisiko menyebabkan gangguan *Musculoskeletal Disorder* (MSDs), maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis beban kerja fisik serta merancang alat bantu dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) dan pendekatan Antropometri. Hasil perhitungan *Cardiovascular Load* (CVL) menunjukkan bahwa dari 21 nelayan yang diamati terdapat 10 nelayan membutuhkan perbaikan kondisi kerja, 9 nelayan bekerja dalam durasi singkat, dan 2 nelayan memerlukan tindakan segera akibat konsumsi energi yang melebihi ≥ 351 kkal/jam. Oleh karena itu, diperlukan perancangan alat bantu guna mengurangi beban kerja fisik. Perancangan alat bantu dilakukan dengan metode antropometri yang menghasilkan spesifikasi sebagai berikut: tinggi alat bantu sebesar 110 cm (D4: Tinggi Siku), lebar alat bantu sebesar 48 cm (D17: Lebar Sisi Bahu), panjang pegangan alat bantu sebesar 25 cm (D28: Panjang Tangan), dan lebar pegangan alat bantu sebesar 13 cm (D29: Lebar Tangan). Diharapkan alat bantu ini dapat mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal serta meningkatkan efisiensi kerja nelayan dalam pemindahan hasil tangkap.

Kata Kunci: Antropometri, , Beban Kerja Fisik, *Cardiovascular Load*, Ergonomi, *Musculoskeletal Disorders* (MSDs).

Abstract

The Mina Sumber Mas Village Unit Marine Fisheries Producer Cooperative, located in Ilir Village, Kandanghaur District, Indramayu Regency, plays a crucial role as a platform for small-scale fishermen to sell their catch, particularly shellfish. Currently, the process of transferring the harvested shellfish is still carried out manually. Observations indicate that this manual process requires fishermen to lift an average load of 17.5 kg over a distance of 20 meters repeatedly. This activity contributes to increased physical fatigue and poses a risk of musculoskeletal disorders (MSDs). Therefore, this study aims to analyze the physical workload and design an assistive tool using the Cardiovascular Load (CVL) method and an anthropometric approach. The results of the Cardiovascular Load (CVL) analysis indicate that, among the 21 fishermen observed, 10 require improvements in working conditions, 9 work for short durations, and 2 require immediate intervention due to an energy expenditure exceeding ≥ 351 kcal/hour. Therefore, an assistive tool is needed to reduce the physical workload. The assistive tool is designed using the anthropometric method, yielding the following specifications: a tool height of 110 cm (D4: Elbow Height), a tool width of 48 cm (D17: Shoulder Width), a handle length of 25 cm (D28: Hand Length), and a handle width of 13 cm (D29: Hand Breadth). This assistive tool is expected to reduce the risk of musculoskeletal disorders and enhance the efficiency of fishermen in transferring their catch

Keywords: Anthropometry, , Cardiovascular Load, Ergonomics, Musculoskeletal Disorders (MSDs), Physical Workload.

I. PENDAHULUAN

Industri perikanan kerang merupakan salah satu sektor yang berkontribusi penting terhadap perekonomian Indonesia, terutama di Desa Ilir, Kecamatan Kandanghaur, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. Di desa ini, aktivitas nelayan dalam menangkap dan mengangkut hasil tangkapan kerang masih dilakukan secara manual, termasuk proses pengangkutan dari pelabuhan ke koperasi. Berdasarkan wawancara dengan nelayan yang tergabung dalam Koperasi Produsen Perikanan Hasil Laut Unit Desa “Mina Sumber Mas” Desa Ilir, seluruh nelayan kerang adalah laki-laki dengan rentang usia antara 34 hingga 52 tahun. Dalam menjalankan pekerjaannya, nelayan mengangkut beban rata-rata 17,5 kilogram kerang dari kapal ke tempat pelelangan dengan frekuensi tiga kali bolak-balik dalam jarak 20 meter.

Namun, sebagian besar nelayan di Desa Ilir melakukan aktivitas pengangkutan dengan postur tubuh yang tidak ergonomis, seperti membungkuk terlalu dalam, yang menyebabkan ketidaksesuaian antara postur tubuh

mereka dengan lingkungan kerja [1]. Aktivitas kerja yang tidak ergonomis ini berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan nelayan, terutama dalam bentuk kelelahan dan gangguan *musculoskeletal disorder* [2]. Gangguan ini dapat mencakup cedera otot atau nyeri pada beberapa bagian tubuh, seperti leher, bahu, tangan, pinggang, dan kaki [2]. Selain itu, kondisi kerja yang tidak ergonomis juga dapat menurunkan produktivitas serta kualitas kerja [2].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis beban kerja fisik nelayan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) guna mengukur tingkat beban kerja fisik yang dialami nelayan kerang [3]. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi dalam mengatasi kelelahan kerja akibat aktivitas pengangkutan yang masih dilakukan secara manual [4]. Salah satu solusi yang diusulkan adalah perancangan ulang troli ergonomis untuk mengurangi kelelahan kerja nelayan di Koperasi Produsen Perikanan Hasil Laut Unit Desa "Mina Sumber Mas" Desa Ilir. Penelitian ini menerapkan prinsip antropometri untuk memastikan kesesuaian antara dimensi tubuh pekerja dan alat bantu yang dirancang, yang berpengaruh terhadap postur kerja, tingkat kelelahan, serta produktivitas nelayan. Dengan demikian, diharapkan rancangan troli ergonomis ini dapat meningkatkan kenyamanan kerja, mengurangi risiko cedera, serta meningkatkan efisiensi dalam proses pengangkutan hasil tangkapan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Ergonomi

Ergonomi atau ergonomis berasal dari kata Yunani yaitu *ergo* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum. Ergonomi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari interaksi manusia dengan pekerjaannya. Ilmu ergonomi secara sistematis menggunakan informasi tentang karakteristik, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja. Tujuannya adalah agar individu dapat hidup dan bekerja dengan baik dalam sistem tersebut, mencapai hasil yang diinginkan dengan cara yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien [5].

Ergonomi merupakan disiplin ilmu multidimensi yang berfokus pada pengoptimalan interaksi antara manusia dengan berbagai elemen dalam suatu sistem. Hal ini mencakup berbagai aspek, mulai dari desain ruang kerja, peralatan, pengembangan prosedur, serta program pelatihan dengan tujuan utama meningkatkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan [1]. Sebagai ilmu terapan, ergonomi memastikan bahwa tugas, peralatan, informasi, dan lingkungan kerja disesuaikan dengan kemampuan serta keterbatasan pekerja [5].

Penerapannya, ergonomi mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, seperti anatomi, fisiologi, psikologi, dan teknik, guna menciptakan sistem kerja yang lebih aman, efisien, nyaman, dan efektif [1]. Dengan memahami baik kemampuan fisik maupun kognitif manusia, ergonomi bertujuan mengurangi risiko cedera, meningkatkan produktivitas, dan meningkatkan kepuasan kerja. Dalam bidang kesehatan masyarakat, ergonomi memiliki peran penting dalam mencegah gangguan muskuloskeletal akibat kerja, yang merupakan salah satu risiko utama bagi pekerja di berbagai sektor industri.

Salah satu elemen dasar dalam ergonomi adalah antropometri, yaitu ilmu yang mempelajari pengukuran dimensi fisik dan karakteristik tubuh manusia [6]. Antropometri menyediakan data penting dalam perancangan ruang kerja dan peralatan agar dapat mengakomodasi berbagai ukuran serta bentuk tubuh manusia [7]. Data ini diklasifikasikan berdasarkan kelompok statistik dan persentil ukuran, sehingga memungkinkan perancang untuk mempertimbangkan variasi dalam populasi pekerja [6]. Dengan demikian, penerapan ergonomi berbasis antropometri dapat meningkatkan kenyamanan dan efisiensi kerja, sekaligus mengurangi potensi cedera akibat ketidaksesuaian desain lingkungan kerja dengan karakteristik fisik manusia.

2. Beban Kerja Fisik

Kerja fisik adalah jenis pekerjaan yang mengandalkan tenaga otot manusia sebagai sumber utama dalam menjalankan tugas. Istilah ini juga dikenal sebagai "*manual operation*" di mana performa kerja sepenuhnya bergantung pada tenaga dan kendali manusia. Kerja fisik sering dikaitkan dengan pekerjaan berat, kerja otot, atau pekerjaan kasar karena aktivitas ini memerlukan usaha fisik yang signifikan selama periode kerja. Tingkat konsumsi energi menjadi faktor utama dalam menentukan seberapa berat atau ringannya suatu pekerjaan fisik [7].

a. *Cardiovascular Load*

Cardiovascular Load digunakan untuk mengukur beban kerja fisik berdasarkan peningkatan denyut nadi saat kerja [7]. Beban kerja fisik tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah kalori yang dikonsumsi, tetapi juga oleh jumlah otot yang digunakan, beban statis yang diterima, serta tekanan panas dari lingkungan kerja yang dapat meningkatkan denyut nadi [6]. Peningkatan denyut nadi berperan

penting dalam meningkatkan *cardiac output*, dari kondisi istirahat hingga mencapai kerja maksimum [7]. Jika pengukuran denyut nadi secara manual dengan *repetitive* 10 denyut. Maka dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Denyut nadi (denyut/menit)} = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{waktu perhitungan (detik)}} \times 60 \dots\dots\dots(1)$$

Nadi kerja adalah selisih antara nilai denyut nadi saat bekerja dan nilai denyut nadi saat istirahat[8]. Klasifikasi beban kerja didasarkan pada peningkatan denyut nadi saat bekerja dibandingkan dengan denyut nadi maksimum, yang mengukur beban kardiovaskuler (%CVL) dengan rumus berikut:

$$\% \text{ CVL} = \left(\frac{\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat}}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

TABEL I
KLASIFIKASI PERSENTASE *CARDIOVASCULAR LOAD*

RENTANG	KLARIFIKASI
$X \leq 30\%$	Tidak terjadi kelelahan
$30 < X \leq 60\%$	Diperlukan perbaikan namun tidak mendesak
$60 < X \leq 80\%$	Diperbolehkan kerja dalam waktu yang singkat
$80 < X \leq 100\%$	Diperlukan tindakan perbaikan dengan segera
$X > 100\%$	Tidak diperbolehkan beraktivitas

b. *Konsumsi Energi*

Menentukan konsumsi energi, hubungan antara energi dan kecepatan denyut nadi dinyatakan dalam bentuk persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71711. 10^{-4}X^2 \dots\dots\dots(3)$$

3. Antropometri

Antropometri berasal dari bahasa latin yaitu *antrophos* yang berarti manusia dan *metron* yang berarti pengukuran. Sehingga antropometri diartikan sebagai studi sistematis mengenai pengukuran tubuh manusia, terkait dengan dimensi dan ukuran tubuh [2]. Data ini bisa digunakan untuk perbandingan antropologis dan klasifikasi. Dengan mengetahui ukuran dimensi tubuh manusia, perancangan peralatan dan produk dapat disesuaikan dengan dimensi tubuh manusia sehingga menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman. Data pengukuran tubuh antropometri ini menjadi dasar yang sangat penting dalam merancang fasilitas stasiun kerja, tujuannya adalah untuk memastikan kesesuaian antara dimensi tubuh pengguna dan desain yang digunakan. Penerapan data antropometri juga bukan hanya mencakup karakteristik perlengkapan atau peralatan dalam aktivitas kerja, tetapi juga melibatkan perancangan stasiun kerja.

TABEL II
PERSENTIL ANTROPOMETRI

Persentil	Perhitungan
1	$\bar{X} - 2,325\sigma_x$
2,5	$\bar{X} - 1,96\sigma_x$
5	$\bar{X} - 1,645\sigma_x$
10	$\bar{X} - 1,28\sigma_x$
50	\bar{X}
90	$\bar{X} + 1,28\sigma_x$
95	$\bar{X} + 1,645\sigma_x$
97,5	$\bar{X} + 1,96\sigma_x$
99	$\bar{X} + 2,325\sigma_x$

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

1. Analisis Beban Kerja Fisik.

Untuk mengetahui beban kerja yang dirasakan oleh para nelayan, maka dilakukan perhitungan *Cardiovascular Load* (CVL). Berikut hasil pengolahan data yang diperoleh menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL).

TABEL III
REKAPITULASI PERHITUNGAN CVL

No	Nama	Usia	DNI (Denyut/Menit)	DNK (Denyut/Menit)	DN (Maks)	%CVL	Kkal/jam
1.	Idin	45	91,4	139,21	175	57,37%	465,4296
2.	Darkim	41	93,6	139,86	179	54,16 %	469,6703
3.	Wakin	38	92,02	133,03	182	45,57 %	426,3047
4.	Rasidi	35	85,59	127,11	185	41,76 %	390,8532
5.	Wasjud	50	83,91	153,06	170	80,32 %	560,964
6.	Ato	41	92,3	143,19	179	58,69 %	491,771
7.	Salman	42	84,86	138,56	178	57,65 %	461,2128
8.	Ajim	47	89,55	135,74	173	55,35%	443,1952
9.	Rustam	37	86,83	150,37	183	66,07 %	541,5593
10.	Darin	35	88,62	153,84	185	67,66 %	566,6672
11.	Tarsim	52	85,83	155,03	168	84,21 %	575,4347
12.	Tarja	45	88,23	145,98	175	66,55 %	510,771
13.	Sarkim	45	87,59	143,88	175	64,39 %	496,4289
14.	Karyanto	38	85,59	138,88	182	55,27 %	463,2857
15.	Waryanto	35	91,6	136,98	185	48,58 %	451,0624
16.	Radi	39	89,95	151,89	181	68,02 %	552,4737
17.	Ajay	37	86,33	150,75	183	66,63 %	544,2756
18.	Sudargi	37	84,38	147,42	183	63,92 %	520,7499
19.	Parmin	40	85,1	149,62	180	67,98 %	536,222
20.	Wargi	42	87,2	145,27	178	63,95 %	505,8941
21.	Warim	40	86,08	140,51	180	57,95 %	473,9349
22.	Mawi	39	85,34	148,51	181	66,03 %	528,3814

Berdasarkan rekapitulasi perhitungan *Cardiovascular Load* (CVL), diperoleh hasil sebagai berikut:

- 10 nelayan termasuk dalam klasifikasi “Perlu perbaikan, namun tidak mendesak”;
- 10 nelayan termasuk dalam klasifikasi “Diperbolehkan kerja dalam waktu yang singkat”; dan
- 2 nelayan termasuk dalam klasifikasi “Diperlukan tindakan perbaikan dengan segera”.

Selain itu, Penelitian ini juga menghitung konsumsi energi pada nelayan kerang. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh nelayan kerang masuk dalam klasifikasi “Beban Kerja Berat”.

2. Analisis Perancangan Spesifikasi Alat Bantu.

Hasil pengolahan data menggunakan perhitungan antropometri mencakup analisis nilai rata-rata dan standar deviasi dari data yang telah dikumpulkan. Selain itu, dilakukan beberapa uji statistik, seperti uji kecukupan data, uji keseragaman data, uji normalitas serta perhitungan persentil dengan menggunakan *software* SPSS untuk menentukan nilai signifikansi dan memastikan apakah data berdistribusi normal atau tidak. Nilai rata-rata dan standar deviasi pada setiap dimensi adalah sebagai berikut:

- D4: Nilai rata-rata 107,09 dengan standar deviasi sebesar 1,75.
- D17: Nilai rata-rata 44,95 dengan standar deviasi sebesar 1,68.
- D28 : Nilai rata-rata 22,61 dengan standar deviasi sebesar 1,43.
- D29: Nilai rata-rata 11,23 dengan standar deviasi sebesar 0,99.

Setelah mengetahui nilai rata-rata dan standar deviasi, dilakukan serangkaian uji statistik, termasuk uji kecukupan data, uji keseragaman data dan uji normalitas. Berikut adalah hasil perhitungan uji data:

TABEL IV
REKAPITULASI HASIL UJI DATA ANTROPOMETRI

Dimensi Tubuh	Uji Kecukupan		Uji Keseragaman Data			Uji Normalitas		
	Nilai	ket	BKA	BKB	ket	Statistik	Sig	ket
D4	0,41	Cukup	110,61	103,57	Seragam	0.915	0.039	Normal
D17	2,14	Cukup	48,32	41,57	Seragam	0.91	0.03	Normal
D28	6,09	Cukup	25,48	19,75	Seragam	0.909	0.029	Normal
D29	11,95	Cukup	13,22	9,24	Seragam	0.872	0.005	Normal

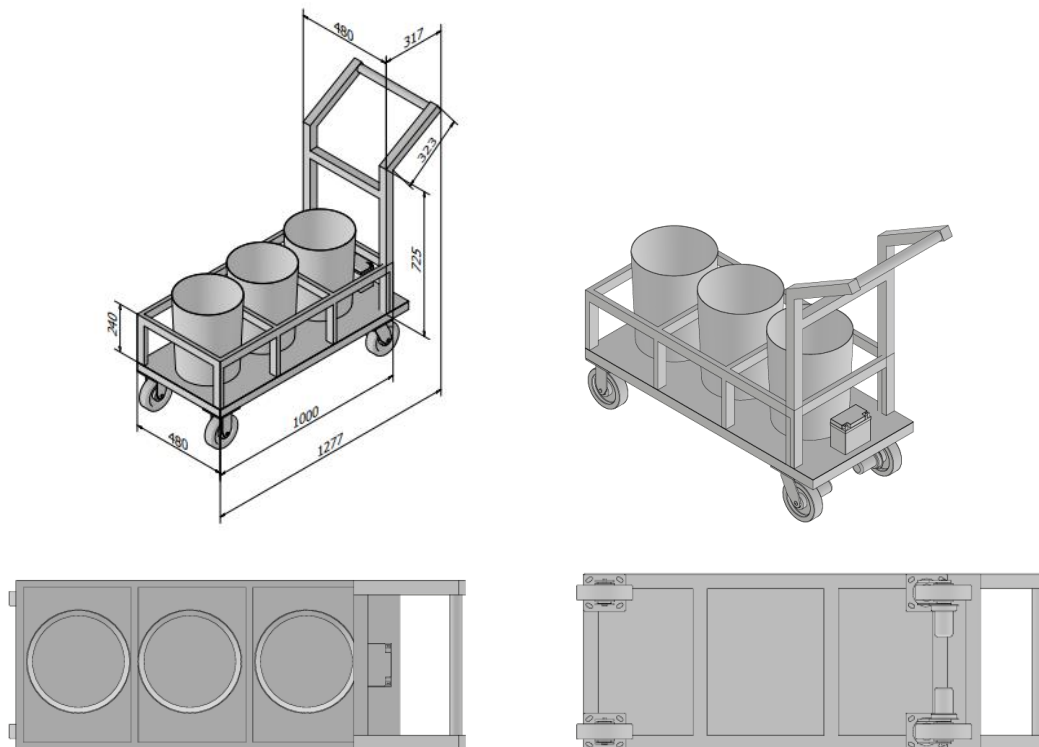
Selain menghitung nilai rata-rata, standar deviasi dan melakukan uji data. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh data dimensi tubuh memenuhi kriteria berikut: cukup berdasarkan uji kecukupan, seragam berdasarkan uji keseragaman data dan normal berdasarkan uji normalitas. Dalam penelitian ini juga dilakukan perhitungan persentil untuk menentukan nilai dimensi tubuh yang akan digunakan dalam perancangan. Berikut adalah hasil perhitungan persentil:

TABEL V
HASIL PERHITUNGAN DATA PERSENTIL

Dimensi	Data Perhitungan Persentil								
	P1	P2.5	P5	P10	P50	P90	P95	P97.5	P99
D4	103,021	103,66	104,211	104,85	107,09	109,33	109,969	110,52	111,159
D17	41,044	41,6572	42,1864	42,7996	44,95	47,1004	47,7136	48,2428	48,856
D28	19,2853	19,8072	20,2577	20,7796	22,61	24,4404	24,9624	25,4128	25,9348
D29	8,92825	9,2896	9,60145	9,9628	11,23	12,4972	12,8586	13,1704	13,5318

Berdasarkan data dimensi tubuh para nelayan, nilai persentil digunakan sebagai acuan dalam perancangan alat bantu. Hasil perhitungan persentil yang akan dijadikan bahan ukuran perancangan alat bantu dan adalah sebagai berikut:

- a. D4: Memiliki nilai rata-rata 107,09 cm dan standar deviasi sebesar 1,75 cm. Data persentil yang digunakan adalah P95 dengan nilai 109,96 cm, yang kemudian dibulatkan menjadi 110 cm. Dimensi ini digunakan sebagai ukuran tinggi alat bantu.
- b. D17: Memiliki nilai rata-rata 44,95 cm dan standar deviasi sebesar 1,68 cm. Data persentil yang digunakan adalah P95 dengan nilai 47,71 cm, yang kemudian dibulatkan menjadi 48 cm. Dimensi ini digunakan sebagai ukuran lebar alat bantu.
- c. D28: Memiliki nilai rata-rata 22,61 cm dan standar deviasi sebesar 1,43cm. Data persentil yang digunakan adalah P95 dengan nilai 24,96 cm, yang kemudian dibulatkan menjadi 25 cm. Dimensi ini digunakan sebagai ukuran panjang pegangan alat bantu.
- d. D29: Memiliki nilai rata-rata 11,23 cm dan standar deviasi sebesar 0,99 cm. Data persentil yang digunakan adalah P95 dengan nilai 12,85 cm, yang kemudian dibulatkan menjadi 13 cm. Dimensi ini digunakan sebagai ukuran panjang pegangan alat bantu.



Gambar 1. Perancangan Troli

Alat yang dirancang untuk mempermudah proses pengangkutan kerang di Koperasi Produsen Perikanan Hasil Laut Unit Desa “Mina Sumber Mas” Desa Ilir, Kecamatan Kandanghaur Kabupaten Indramayu adalah sebuah troli. Perancangan troli ini didasarkan pada data dimensi tubuh para nelayan yang telah dikumpulkan dan dianalisis menggunakan metode antropometri. Dalam proses perancangan, nilai persentil P95 digunakan sebagai acuan untuk memastikan alat dapat menyesuaikan dengan mayoritas pengguna. Adapun dimensi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. D4 (Tinggi Siku): Persentil P95 dengan nilai 110 cm;
- b. D17 (Lebar Sisi Bahu): Persentil P95 dengan nilai 48 cm;
- c. D28 (Panjang Tangan): Persentil P95 dengan nilai 25 cm; dan
- d. D29 (Lebar Tangan): Persentil P95 dengan nilai 13 cm.

Dimensi-dimensi tersebut digunakan sebagai dasar dalam perancangan troli agar sesuai dengan karakteristik fisik para nelayan, sehingga meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dalam penggunaannya

3. Rancangan Spesifikasi Pendukung.

a. Roda Troli

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara langsung seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3, medan yang dilalui oleh para nelayan terdapat jalanan berbatu kerikil dan mulus. Untuk mengatasi masalah tersebut kami menentukan spesifikasi pada roda troli dengan menetapkan ukuran minimal 6 inci dan harus memiliki ulir. Roda dengan ukuran 6 inci diharapkan dapat mempermudah troli dalam melewati medan kerikil. Sedangkan untuk memperbesar gaya gesek pada permukaan mulus diperlukan alur pada roda. Semakin kecil gaya gesek maka kemungkinan roda akan tergelincir akan semakin besar. Maka roda beralur diperlukan untuk memperbesar gaya gesek [9].



Gambar 2. Hasil Penangkapan Kerang



Gambar 3. Aktivitas Pengangkutan Kerang.

b. Ukuran dan Bentuk Wadah

Luas dan bentuk wadah juga perlu diperhatikan dalam rangka efisiensi pekerjaan. Berdasarkan pengamatan diketahui bahwa para nelayan biasanya menggunakan ember bekas cat berdiameter 300 mm dalam aktivitas pengangkutan kerang dari kapal ke tempat pelelangan. Kegiatan pengangkutan barang dari satu tempat ke tempat lain disebut dengan transportasi[10]. Transportasi merupakan bagian dari *waste* atau aktivitas yang harus direduksi atau dihilangkan karena tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* [11].

Hal ini, aktivitas pengangkutan belum bisa dihilangkan sehingga kita hanya dapat mereduksinya. Berdasarkan pengamatan dalam pendahuluan, nelayan melakukan pengangkutan kerang dengan cara bolak-balik selama tiga kali sejauh 20 meter per satu kali perjalanan. Untuk mereduksi aktivitas pengangkutan para nelayan, ukuran wadah troli harus dirancang agar dapat menampung tiga ember sekaligus sehingga dapat mengurangi aktivitas pengangkutan hingga menjadi satu kali saja. Maka dari itu kami menetapkan ukuran wadah troli adalah sebesar 48mmX1000mm dengan tambahan penyangga setinggi 240 mm yang mengelilingi sisi troli untuk menjaga stabilitas ember agar tidak jatuh dalam aktivitas pengangkutan. Ukuran dibuat lebih besar agar lebih fleksibel dalam keluar masuknya ember. Dengan begitu diharapkan akan mengurangi beban pekerjaan nelayan menjadi lebih efisien, sehingga nelayan tidak mudah lelah dalam bekerja.

c. Controlller

Mengurangi beban nelayan dalam transportasi ketika masa-masa musim panen kerang yang lebih dari biasanya. Penggunaan *Controller* dirasa perlu untuk ditambahkan sebagai penunjang tambahan ketika nelayan memiliki beban pekerjaan lebih besar dari biasanya. Dalam penggunaannya *Controller* memuat motor DC dan *Accu* digunakan sebagai alat bantu untuk mengurangi tenaga yang dikeluarkan nelayan ketika panen kerang mencapai kapasitas yang besar dan intensitas pengangkutan yang tinggi. Motor DC dapat mengurangi beban kerja yang dikeluarkan nelayan untuk mendorong troli dengan kapasitas 70 kg/cm yang dapat mengangkut beban hingga 52 Kg. *Controller* akan dihubungkan dengan roda dan diberikan fungsi untuk mengatur kecepatan, sehingga nelayan dapat mengontrol kecepatan yang diinginkan. *Controller* akan dihubungkan pada *Accu* dengan kapasitas tegangan 12 Volt dan Arus 9Ah. Penerapan *Controller* diharapkan mempermudah

pekerjaan manusia dalam mendistribusi barang dari suatu tempat ke tempat yang dituju [12], sehingga nelayan tidak mudah lelah walaupun beban pekerjaan lebih besar dari biasanya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL), nelayan kerang diklasifikasikan kedalam tiga kategori, yaitu 10 nelayan memerlukan perbaikan, 10 nelayan disarankan bekerja dalam waktu singkat, dan 2 nelayan memerlukan tindakan segera. Sementara itu, hasil perhitungan konsumsi energi menunjukkan bahwa seluruh nelayan berada dalam klasifikasi Beban Kerja Berat. Untuk mengurangi kelelahan yang dialami, dilakukan perancangan alat bantu menggunakan metode antropometri dengan mempertimbangkan beberapa dimensi tubuh nelayan, yaitu D4 (Tinggi Siku) dengan nilai 110cm sebagai ukuran tinggi alat bantu, D17 (Lebar Sisi Bahu) dengan nilai 48 cm sebagai ukuran lebar alat bantu, D28 (Panjang Tangan) dengan nilai 25 cm sebagai ukuran panjang pegangan alat bantu dan D29 (Lebar Tangan) dengan nilai 13 cm sebagai ukuran panjang pegangan alat bantu. Sedangkan spesifikasi pendukung adalah ukuran roda minimal 6 inci dengan alur dan luas wadah troli sebesar 60Cmx60Cm dengan penyangga di setiap sisinya dan ditambah Motor DC untuk mengurangi beban kerja yang dikeluarkan nelayan. Motor DC yang digunakan dengan kapasitas 70 kg/cm yang dapat mengangkut beban hingga 52 Kg akan dihubungkan pada *Accu* dengan kapasitas tegangan 12 Volt dan Arus 9Ah. Penerapan motor DC diharapkan mempermudah pekerjaan manusia dalam mendistribusi barang dari suatu tempat ke tempat yang dituju.

REFERENSI:

- [1] O. Prasetyo, F. R. Aji, and F. Kautsar, "MANUAL MATERIAL HANDLING PADA PROSES PENGANGKATAN KARUNG MENGGUNAKAN PENDEKATAN BIOMEKANIKA DAN FISILOGI (MANUAL)," *J. Penelit. Saintek*, vol. 24, pp. 32–38, 2019.
- [2] Radiyah, "IDENTIFIKASI PENGARUH BEBAN KERJA PENGUKUR BBM TERHADAP TINGKAT KELELAHAN KERJA MENGGUNAKAN METODE CARDIOVASCULAR LOAD (%CVL) DI PT. PERTAMINA (PERSERO) TBBM PAREPARE," POLITEKNIK ATI MAKASSAR, 2019.
- [3] Widananto, H., & Nugraheni, D. D., Analisis Beban Kerja Mental Pada Pekerja Di Industri Pembuatan Tempe, *Tekinfo: Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*, 7(2), 87-94, 2019.
- [4] Malik, I., & Abbas, H. H. (2021). Faktor yang Berhubungan dengan Kelelahan Kerja di PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) Makassar. *Window of Public Health Journal*, 2(1), 173-183.
- [5] . Pangaribuan, B. Tambun, L. M. Panjaitan, P. Mutiara, J. Sinaga, and U. D. Agung, "Peranan ergonomi di tempat kerja," vol. 2, no. 1, pp. 26–35, 2022.
- [6] Saras Oktavia, Ratih Rahmahwati Silvia Uslianti, "Pengukuran Beban Kerja. Fisik dan Tingkat Kelelahan Karyawan PT. XYZ Menggunakan Metode CVL dan IRFC ,"*Jurnal.untan*, 5 (1) : 205-210, 2021
- [7] Tarwaka, "Ergonomi Industri".Fw Surakarta: Harapan Offset, 2015.
- [8] A. Tambunan, E. R. Sitanggang, and A. C. S. Mardhatillah, "Design of vernis sprayer using macroergonomic analysis and design," *International Journal of Science Technology & Management*, vol. 1, no. 3, p. 251, 2020. Available: <https://doi.org/10.46729/ijstm.v1i3.58>.
- [9]] Imam Wahyu Hardiansyah. (2021). Penerapan Gaya Gesek Pada Kehidupan Manusia. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA* Vol. 10, No. 1, 2021 (hal 70-73). Available: <https://dx.doi.org/10.20961/inkuiri.v10i1.44531>
- [10]] Benny Kusmayadi, Resista Vikaliana. Pendekatan Konsep Lean untuk Mengurangi Waste Transportasi dengan Optimasi Truk (Studi Kasus Di Perusahaan Distributor PT. XYZ), *Jurnal Manajemen Logistik* Vol.1, No1 ,Januari 2021
- [11] Ikhsan Baharudin, Ahmad Jaka Purwanto, Muchammad Fauzi. Analisis Pemborosan Menggunakan "9 Waste" Pada Proses Produksi PT ABC, *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan* Volume 8, No 1, 15 Desember 2021
- [12] Kurniawan AS, Sutisna SP, Waluyo R, Siregar TH. PENGUJIAN BEBAN DAYA MOTOR ROBOT AGV (AUTOMATED GUIDED VEHICLE) UNTUK PEMINDAH BARANG. *ALMIKANIK*. 2021;3(4):16-25.