

**PERANCANGAN *MATERIAL HANDLING EQUIPMENT* PADA  
PROSES MOBILISASI SAMPAH PLASTIK MENGGUNAKAN  
METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT* PADA BANK  
SAMPAH HIJAU LESTARI**

**DESIGN OF MATERIAL HANDLING EQUIPMENT IN THE PLASTIC  
WASTE MOBILIZATION PROCESS USING THE ERGONOMIC  
FUNCTION DEPLOYMENT METHOD IN THE GREEN WASTE  
BANK**

Ananda Keanu Aji Prawira, Dr. Sri Martini, Ir., M.T. 2, Dr. Erna Febriyanti, S.Si., M.Si.  
S.T., M.T., Ph.D<sup>3</sup> 1,2,3 Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom  
1ryangamasagromega@telkomuniversity.ac.id,  
2martini@telkomuniversity.ac.id@gmail.com, 3efebriyanti@telkomuniversity.ac.id

---

**Abstrak**

Sampah plastik merupakan benda yang umum dan sering dijumpai di berbagai sudut dunia. Setiap tahunnya masyarakat terus meningkatkan konsumsi terhadap sampah plastik, tetapi tidak diimbangi dengan pengolahan sampah yang komprehensif. Bank Sampah Hijau Lestari adalah salah satu pengelola sampah yang mampu mengatasi permasalahan tersebut, terlebih sampah plastik. Pengelolaan yang dilakukan Bank Sampah tersebut dilalui dengan proses mobilisasi, pencacahan, pencucian, hingga diakhiri dengan pengeringan. Seluruh proses tersebut tidak dilakukan secara otomatis secara keseluruhan, hanya 2 diantaranya yang menggunakan mesin optimasi. Pada proses mobilisasi ditemukan beberapa kendala ergonomi, karena proses yang dilakukan manual, sehingga pada momen tertentu, operator pada workstation terkait memungkinkan terkena dampak Musculoskeletal Disorders (MSDs). Dengan demikian perlu dilakukan intervensi ergonomi, yaitu dengan melakukan perhitungan dengan assessment tertentu, seperti RULA dan REBA. Setelah dilakukan penelitian didapat keduanya memiliki potensi untuk adanya perbaikan. Didapat nilai RULA sebesar 3 dan REBA sebesar 11. Kedua nilai tersebut diperbaiki dengan melibatkan Material Handling Equipment. Proses perancangan desain produk, difasilitasi oleh metode Ergonomic Function Deployment sebagai acuan dalam proses desain. Produk tersebut berupa Bucket Elevator. Setelah mendapatkan rancangan yang sesuai dengan kebutuhan, penelitian berhasil menurunkan nilai grand RULA dan REBA, sebesar 2 dan 6, yang menunjukkan adanya perbaikan pada aspek ergonomi.

**Kata kunci:** RULA, REBA, Alat Bantu, MHE (Material Handling Equipment), EFD (Ergonomic Function Deployment), MSDs (Musculoskeletal Disorders), Bucket Elevator.

---

**Abstract**

Plastic waste is a common object and is often found in various corners of the world. Every year the community continues to increase consumption of plastic waste, but it is not matched by comprehensive waste management. Lestari Green Waste Bank is one of the waste managers who is able to overcome these problems, especially plastic waste. The management carried out by the Waste Bank is passed through the process of mobilization, enumeration, washing, until it ends with drying. The whole process is not done automatically as a whole, only 2 of them use the optimization engine. In the process of mobilization found some ergonomic constraints, because the process is carried out manually, so that at certain moments, the operator at the workstation involved may be affected by Musculoskeletal Disorders (MSDs). Thus the ergonomics intervention needs to be done, namely by calculating with certain assessments, such as RULA and REBA. After doing research, it is found that both of them have the potential for improvement. Obtain RULA value of 3 and REBA of 11. Both values are corrected by involving Material Handling Equipment. The product design design process, facilitated by the Ergonomic Function Deployment method as a reference in the design process. The product is a Bucket Elevator. After getting a design that suits your needs, the research succeeded in reducing the value of the grand RULA and REBA, by 2 and 6, which showed an improvement in ergonomic aspects.

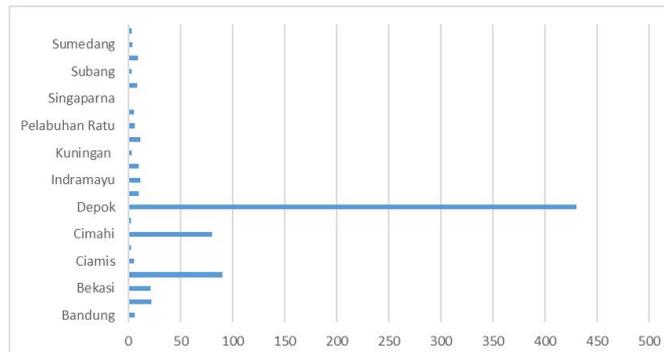
**Keywords:** RULA, REBA, Alat Bantu, MHE (Material Handling Equipment), EFD (Ergonomic Function Deployment), MSDs (Musculoskeletal Disorders), Bucket Elevator

---

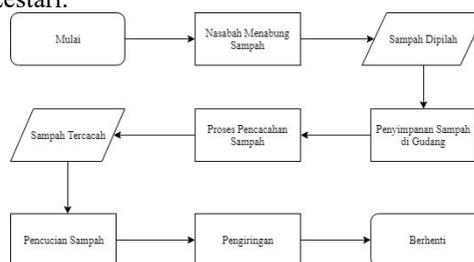
## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Sampah memberikan potensi yang buruk jika terus menerus dilerantarkan tanpa adanya pengelolaan yang intensif. Pada tahun 2016, sebanyak 65.200.000 ton sampah dihasilkan dari penduduk Indonesia. Diperkirakan sampah akan terus bertambah dan diprediksi akan menduduki angka 2,2 miliar per tahun di tahun 2025 [1] Berdasarkan data yang dihimpun SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional) terhitung pada tahun 2017-2018 terdapat 743 bank sampah yang tersebar di Jawa Barat, meliputi induk maupun unit, berikut ini adalah grafik jumlah bank sampah yang terdapat di Jawa Barat. Berikut ini adalah grafik jumlah bank sampah yang terdapat di Jawa Barat.



Berdasarkan data dari Gambar (1.1) jumlah bank sampah yang ada di Bandung berjumlah 6 (induk/unit). Salah satunya adalah Bank Sampah Hijau Lestari. Bank Sampah Hijau Lestari telah beroperasi selama 8 tahun lamanya. Pengalaman, serta kinerja yang baik, membuat pemerintah kota Bandung mempercayai Bank Sampah Hijau Lestari sebagai induk bank sampah, sehingga membuat Bank Sampah Hijau Lestari menjembatani 118 kecamatan di kota Bandung untuk mengolah sampah. Seluruh sampah yang berada di kecamatan tersebut diakomodir untuk dapat menyalurkan sampah, sehingga mampu untuk dimanfaatkan sebagai nilai jual. Sampah – sampah yang sudah terkumpul biasanya diolah untuk disalurkan ke berbagai perusahaan. Salah satunya, yaitu sampah plastik. Jumlah sampah plastik di sana terlampau banyak. Banyak sekali tumpukan – tumpukan yang tersebar disetiap sudut Bank Sampah Hijau Lestari. Untuk itu, Bank Sampah Hijau Lestari memiliki concern lebih terhadap penanganan sampah plastik. Proses tersebut dilalui dengan mobilisasi sampah dari gudang ke mesin pencacah. Kemudian, sampah dicacah hingga menjadi potongan – potongan kecil. Selanjutnya, dicuci di dalam kolam khusus dan diakhiri dengan pengeringan dengan mesin blower. Berikut ini adalah alur proses pengolahan sampah plastik Bank Sampah Hijau Lestari.



Gambar 1. Alur Produksi Bank Sampah Hijau Lestari

Pada proses pengolahan sampah plastik ini, ada salah satu proses yang masih menggunakan tenaga manusia atau bisa disebut dengan proses manual. Proses ini terjadi pada pencucian dan pemindahan potongan plastik yang masih dilakukan secara manual atau belum ada alat yang membantu untuk mencuci, mengangkat dan meniriskan potongan plastik yang mengalir dari tempat pemotong. Pencucian plastik ini dilakukan dengan wadah saringan yang seharusnya alat ini digunakan untuk penampung nasi pada rumah makan sehingga sampai sekarang belum ada alat khusus dalam proses ini. Pada tahap ini yang dilakukan oleh operator adalah mengangkat cucian plastik, mengaduk cucian plastik, lalu cucian plastik ditiriskan, dan diangkat untuk dipindahkan ke wadah atau karung pengumpul.

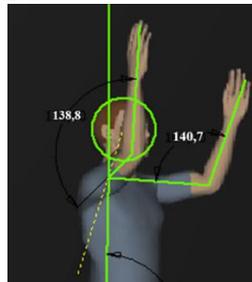
Mobilitas yang terjadi saat proses pemindahan sampah plastik ke mencacah pencacah, dilakukan secara manual, tanpa ada bantuan alat bantu sekalipun, sehingga memaksa operator untuk melakukan proses tersebut dengan mengandalkan kekuatan otot. Operator di sana melakukan mobilisasi dengan cara melempar ke atas. Kemudian, dirapihkan dan disesuaikan dengan jenis sampah plastik yang harus dimasukkan ke dalam mesin. Proses mobilisasi yang dilakukan oleh operator disana memiliki potensi buruk terhadap kesehatan postur tubuh. Kemungkinan yang terjadi adalah terjangkit Musculoskeletal Disorder. Permasalahan tersebut bukanlah hal yang biasa,

mengingat kegiatan ini dilakukan secara berulang – ulang. Pengulangan gerakan, beban dan getaran atau postur yang janggal secara terus menerus memungkinkan pekerja terkena dampak musculoskeletal disorder (NIOSH, 1997). Oleh karena itu proses mobilisasi ini harus ditindak lanjuti. Berikut adalah gambaran proses mobilisasi yang dapat dilihat dari Gambar (1.3) berikut:



Gambar 1. Proses Pelemparan

Parameter yang bisa dilakukan untuk mengukur permasalahan di atas, yaitu bisa dengan menggunakan analisis RULA dan REBA. Nilai RULA yang didapat pada postur operator saat mobilisasi plastik sebesar 3, nilai ini menunjukkan menunjukkan perlu adanya pemeriksaan lanjutan dan juga perubahan – perubahan. Berikut ini adalah postur yang sudah ditransformasi ke dalam bentuk sudut, untuk *assessment* RULA.



Gambar 2. Sudut RULA

Selanjutnya, nilai REBA yang didapat pada postur operator saat mobilisasi potongan plastik sebesar 11, nilai ini menunjukkan menunjukkan perlu adanya pemeriksaan lanjutan dan juga perubahan – perubahan, karena masuk ke dalam kategori beresiko. Berikut ini adalah postur yang sudah ditransformasi ke dalam bentuk sudut, untuk *assessment* REBA.

Dua parameter di atas menunjukkan hasil yang buruk, sehingga perlu pengendalian Teknik untuk menghilangkan sumber resiko. Dengan cara menerapkan konsep ilmu rekayasa mesin untuk memperbaiki cara kerja dan sistem, kerja. Salah satu implementasinya adalah Material Handling Equipment (MHE) [2]

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil analisis metode RULA dan REBA pada postur dan gerakan dari pekerja di setelah menggunakan MHE?
2. Desain MHE usulan seperti apa yang ergonomis dalam proses mobilisasi sampah dari gudang ke mesin pencacah?

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui hasil analisis metode RULA dan REBA pada postur dan gerakan pekerja saat melakukan proses pelemparan sampah setelah menggunakan MHE
2. Dapat membuat MHE usulan yang ergonomis dalam proses pemindahan barang

## 2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

### 2.1 Ergonomi

Ergonomi adalah studi tentang orang-orang di tempat kerja. Istilah ini muncul pada tahun 1949, ketika sekelompok individu berkumpul di Oxford, Inggris untuk membahas topik kinerja manusia. Kelompok ini terdiri dari ahli anatomi, fisiologi, psikolog, petugas medis industri, ahli kesehatan industri, insinyur desain, insinyur studi kerja, arsitek, insinyur penerangan, dan pekerjaan berkaitan dengan beberapa aspek kinerja manusia. Sebuah proposal diajukan pada pertemuan dan terciptalah, ergonomi, yang merupakan pasangan dari *ergos*, kata Yunani untuk bekerja, dengan kata *nomos*, yang berarti hukum alam [3]

### 2.2 Antropometri

Pada abad 19, antropometri menjadi salah satu disiplin ilmu dalam mengukur bentuk tulang menilai proporsi ukuran tubuh manusia. Antropometri dibagi atas antropometri struktural dan fungsional. Antropometri statis dapat diartikan sebagai pengukuran terhadap keadaan dan ciri fisik dalam keadaan diam dengan meninjau, seperti panjang tubuh, lingkar badan, dan berat tubuh. Sementara itu, antropometri dinamis adalah pengukuran di saat manusia melakukan pergerakan ketika melakukan aktivitas, seperti tinggi duduk, panjang jangkauan dan sebagainya [4]

### 2.3 MSDs (*Musculoskeletal Disorders*)

*Musculoskeletal disorders* adalah keluhan pada bagian-bagian otot rangka yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Otot yang menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau cidera pada sistem *musculoskeletal*. [5]

### 2.4 *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

RULA dikembangkan untuk menyelidiki paparan pekerja terhadap faktor risiko yang terkait dengan kelainan pada upper limb disorders. Pengembangan RULA terjadi dalam tiga fase. Pertama adalah pengembangan metode untuk merekam postur kerja, kedua adalah pengembangan sistem penilaian, dan yang ketiga adalah pengembangan skala tingkat tindakan yang memberikan panduan untuk tingkat risiko dan kebutuhan untuk melakukan penilaian yang lebih rinci [6]

### 2.5 *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

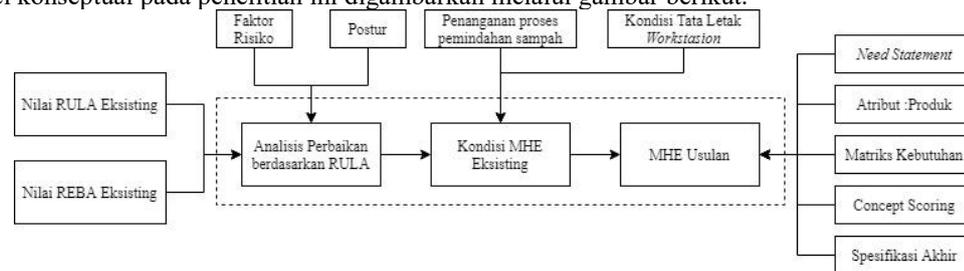
Rapid Entire Body Assessment adalah sebuah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi dan dapat digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan pergelangan tangan dan kaki seorang operator. Selain itu metode ini juga dipengaruhi faktor *coupling*, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktifitas pekerja. Penilaian dengan menggunakan REBA tidak membutuhkan waktu yang lama untuk melengkapi dan melakukan *scoring general* pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan resiko yang diakibatkan postur kerja operator [7]

## 2.6 Ergonomic Function Deployment (EFD)

Ergonomic Function Deployment (EFD) merupakan salah satu metode pengembangan dari metode Quality Function Deployment (QFD). Perancangan HOE tersebut bertujuan sebagai langkah awal dalam proses perancangan interior yang sesuai dengan kebutuhan penumpang sehingga upaya perusahaan untuk meningkatkan kepuasan dan kenyamanan penumpang dapat dipenuhi (Gita, 2018). Namun, terdapat perbedaan dalam tahapan QFD dan EFD, Jika QFD menggunakan House of Quality dalam pengembangannya, EFD menggunakan House of Ergonomic untuk mengetahui tingkatan kebutuhan yang diperlukan.

## 2.7 Metodologi Penelitian

Model konseptual adalah serangkaian hubungan dalam mewujudkan penelitian yang ditujukan untuk memahami proses secara keseluruhan meliputi hal – hal minor hingga major. Model konseptual pada penelitian ini digambarkan melalui gambar berikut.



Gambar 4. Metodologi Penelitian

Penelitian ini fokus terhadap perancangan usulan untuk proses pemindahan sampah dari gudang hingga ke mesin pencacah. Proses penelitian dilalui dengan proses observasi dan wawancara secara langsung dengan narasumber terkait. Pemindahan sampah pada penelitian ini dinilai belum baik. Hal tersebut dibuktikan melalui analisis RULA yang masih perlu dilakukan perubahan – perubahan, sehingga adanya Material Handling Equipment dapat menjadi solusi alternatif untuk memperbaiki kondisi eksisting. Untuk merancang usulan MHE dibutuhkan variabel pembantu, diantaranya seperti need statement, atribut produk, matriks kebutuhan, concept scoring, dan spesifikasi akhir. Rancangan yang akan diusulkan nantinya akan dibantu oleh metode EFD (Ergonomic Function Deployment) untuk mempertimbangkan sisi ergonomis dari sebuah rancangan produk.

### 3. Pembahasan

#### 3.1. Metode Ergonomic Function Deployment

##### 3.1.1 Identifikasi Atribut Kebutuhan Produk

Penentuan atribut produk dilalui dengan mengidentifikasi hasil dari observasi dan wawancara di atas. Pada tahapan ini, rancangan ditentukan dengan menggunakan aspek ergonomic, yaitu EASNE (Efektif, Sehat, Aman, Sehat, Nyaman, dan Efisien). Kelima aspek tersebut diperjelas dengan kebutuhan atribut produk, berdasarkan hasil pernyataan dari pekerja stasiun terkait. Berikut merupakan atribut produk yang berhasil untuk dianalisis lebih jauh lagi, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Atribut Kebutuhan

No.	Aspek Ergonomi	Atribut Kebutuhan Produk
1	Efektif (Tercapainya sasaran atau target yang telah ditentukan)	Alat bantu kerja mampu membantu memobilisasi sampah plastik
2	Aman (Kondisi seseorang dalam keadaan bebas dan penuh risiko)	Alat bantu dilengkapi sistem operasi yang aman Alat bantu kerja menerapkan sistem otomatis
3	Sehat (Mampu menghilangkan gangguan kesehatan)	Alat bantu kerja tidak menimbulkan kerusakan pada postur tubuh
4	Nyaman (Kondisi seseorang tidak cemas)	Alat bantu kerja mudah saat dioperasikan
5	Efisien (Mampu dicapai dengan upaya yang rendah)	Alat bantu kerja mampu meminimalisasi tenaga pekerja

##### 3.1.2 Spesifikasi Kebutuhan Target

Spesifikasi ditetapkan untuk menyesuaikan dengan keadaan existing dari stasiun kerja yang ditinjau. Penjabaran detail spesifikasi ditulis dalam bentuk angka. Berikut adalah Tabel 2 yang menjelaskan target spesifikasi produk secara garis besar.

Tabel 2. Persyaratan Teknis

No.	Matriks Kebutuhan	Satuan	Spesifikasi
1	Berat sampah plastik	kg	<2
2	Material alat bantu harus mampu menahan beban sampah plastik	Binary	Ya
3	Panjang alat bantu	cm	<233
4	Lebar alat bantu	cm	<248
5	Tinggi alat bantu	cm	<265
6	Jenis mesin alat bantu	Binary	Ya
7	Nilai REBA (Rapid Entire Body Assessment)	Nilai/Skor	<11
8	Nilai RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	Nilai/Skor	<3
9	Proses alat bantu saat digunakan	Proses	<5
10	Alat bantu minim akan pergerakan	Binary	Ya

##### 3.1.3 Target spesifikasi produk

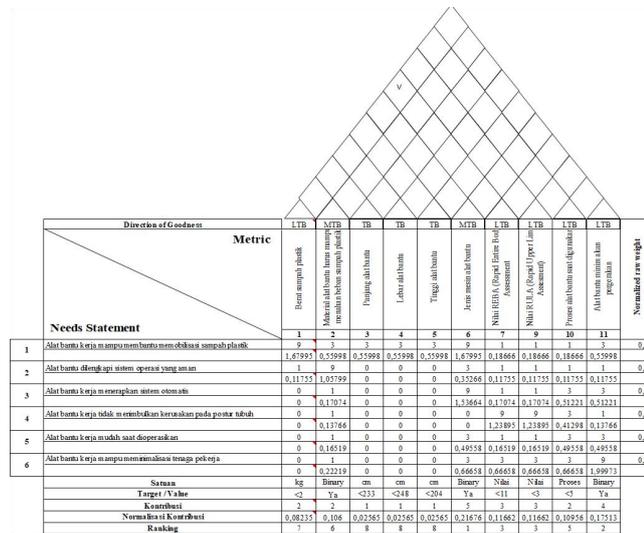
Pada tahap selanjutnya dilakukan target spesifikasi produk. Tahap ini menjelaskan tentang spesifikasi pada persyaratan teknis yang sebelumnya telah dijabarkan. Berikut adalah Tabel 3 yang menunjukkan target spesifikasi yang ingin dicapai sesuai dengan persyaratan teknis yang didapat

Tabel 3. Target Spesifikasi Produk

No.	Persyaratan Teknis	Satuan	Spesifikasi
1	Berat sampah plastik	kg	<2
2	Material alat bantu harus mampu menahan beban sampah plastik	Binary	Ya
3	Panjang alat bantu	cm	<233
4	Lebar alat bantu	cm	<248
5	Tinggi alat bantu	cm	<265
6	Jenis mesin alat bantu	Binary	Ya
7	Nilai REBA (Rapid Entire Body Assessment)	Nilai/Skor	<11
8	Nilai RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	Nilai/Skor	<3
9	Proses alat bantu saat digunakan	Proses	<5
10	Alat bantu minim akan pergerakan	Binary	Ya

3.1.4 Pembuatan House of Ergomic (HoE)

Pembuatan House of Ergonomic ditetapkan sebagai sarana untuk menghubungkan atribut produk dan juga matriks kebutuhan agar mendapatkan. Informasi yang didapatkan akan memudahkan kebutuhan secara teknis.



Gambar 5. HoE

3.2 Pembuatan alternatif konsep

Alternatif konsep difungsikan sebagai sarana untuk mengetahui jumlah konsep yang memungkinkan untuk dirancang. Hasil need statement di atas ditransformasi ke dalam bentuk klarifikasi masalah, pencarian internal dan eksternal, hasil akhir dan akhri dengan concept generation (*selection criteria, concept screening matrix, concept scoring matrix*).

Tabel 4. Interpretasi Fungsi

No.	Fungsi Dasar	Interpretasi Fungsi
1	Mobilisasi sampah plastik	Jenis Alat Bantu
2	Sistem operasi yang aman	Bentuk Alat Bantu
3	Sistem otomatis	Jenis Motor Penggerak
4	Tidak menimbulkan kerusakan pada postur tubuh	
5	Mudah saat dioperasikan	Ukuran Alat Bantu
6	Meminimalisasi tenaga pekerja	

Melalui interpretasi fungsi, perancangan produk akan dilanjutkan dengan tahapan Morphology Chart, yaitu serangkaian pemilihan konsep usulan berdasarkan kebutuhan dari user dan konteks ini adalah operator yang berkerja di workstation mobilisasi sampah plastik dari gudang ke mesin pencacah. Berikut adalah penjelasannya yang digambarkan melalui kombinasi konsep, pada Tabel 5.

Tabel 5. Kombinasi Konsep

Ops	Opsi 1	Opsi 2	Opsi 3
<b>Fungsi</b>			
Jenis Alat Bantu	 Bucket Elevator	 Screw Conveyor	 Belt Conveyor
Bentuk Alat Bantu	 Vertikal	 Horizontal	 Incline
Jenis Motor Penggerak	 Motor AC	 Motor DC	
Ukuran Alat Bantu	P 233 x L 243 x T 204	< (P 233 x L 243 x T 204)	

Setelah Dari Morphology Chart yang tereduksi didapat jumlah kombinasi sebanyak  $1 \times 2 \times 2 \times 3 = 12$  konsep yang bisa dibuat. Berikut adalah konsep terpilih yang mampu dirancang

### 3.2 Concept Selection

#### 3.2.1 Concept Screening

Pada Selection criteria merupakan suatu index permasalahan yang dihadapi oleh pembentukan produk. Kriteria yang terpilih merupakan beberapa kriteria pilihan yang telah melalui tahap analisis serta pertimbangan, serta diidentifikasi lebih lanjut. Berikut merupakan criteria selection terpilih yang memiliki relevansi yang kuat dengan kebutuhan need statement:

1. Kekuatan dan Ketangkasan
2. Ergonomis
3. Kinerja Produk
4. Keselamatan Pekerja

Hasil Selection Criteria menunjukkan adanya konsep – konsep yang perlu dipertahankan, dibuang dan dikombinasikan. Konsep yang dipertahankan adalah konsep F, konsep yang dibuang adalah konsep E dan konsep yang dikombinasikan diantaranya, A dan B, C dan L, D dan J, G dan K, dan H dan I.

Tabel 6. Concept Screening

<i>Selection Criteria</i>	<i>Concepts</i>											
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>
Kemudahan Penggunaan	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+
Ergonomis	+	+	+	+	-	+	-	+	-	0	+	0
Kinerja Produk	+	+	0	0	+	+	-	-	0	0	0	+
Keselamatan Pekerja	0	+	+	0	-	+	+	+	0	+	-	+
<i>Sum +'s</i>	2	3	3	1	1	4	1	2	1	1	1	3
<i>Sum 0's</i>	2	0	1	3	0	0	1	0	2	3	1	1
<i>Sum -'s</i>	0	1	0	0	3	0	2	2	1	0	2	0
<i>Net Score</i>	2	2	3	1	-2	4	-1	0	0	1	-1	3
<i>Rank</i>	4	4	2	6	12	1	10	8	8	6	10	2
<i>Continue ?</i>	<i>Combine</i>	<i>Combine</i>	<i>Combine</i>	<i>Combine</i>	<i>No</i>	<i>Yes</i>	<i>Combine</i>	<i>Combine</i>	<i>Combine</i>	<i>Combine</i>	<i>Combine</i>	<i>Combine</i>

Selanjutnya, concept screening matrix yang sudah ditentukan diolah ke dalam bentuk presentase bobot dengan mempertimbangkan importance to customer. Berikut adalah bobot yang dihasilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pembobotan Fungsi

<b>No.</b>	<b>Fungsi Dasar</b>	<b>Interpretasi Fungsi</b>	<b>Bobot</b>
1	Mobilisasi sampah plastik	Jenis Alat Bantu	16,38%
2	Sistem operasi yang aman	Bentuk Alat Bantu	14,76%
3	Sistem otomatis	Jenis Motor Penggerak	18,05%
4	Tidak menimbulkan kerusakan pada postur tubuh		50,81%
5	Mudah saat dioperasikan	Ukuran Alat Bantu	
6	Meminimalisasi tenaga pekerja		

#### 3.2.1 Concept Scoring

Pada Bobot pada Tabel 4.14. dimanfaatkan untuk menghitung concept scoring matrix. Hasil bobot tersebut akan menentukan konsep mana yang terpilih berdasarkan hasil total score yang besar. Berdasarkan hasil kombinasi yang sudah dilakukan, terkumpul enam kombinasi tersisa. Berikut ini adalah kombinasi – kombinasi tersebut.

Tabel 7. Concept Scoring

Selecti on Criteri a	Weig ht	<i>A &amp; B (Referensi)</i>		<i>F</i>		<i>C &amp; L</i>		<i>D &amp; J</i>		<i>G &amp; K</i>		<i>H &amp; I</i>	
		Rati ng	Weight ed Score	Rati ng	Weight ed Score	Rati ng	Weight ed Score	Rati ng	Weight ed Score	Rati ng	Weight ed Score	Rati ng	Weight ed Score
Jenis Alat Bantu Bentuk	16,38 %	3	49,14%	3	49,14%	4	65,52%	4	65,52%	3	49,14%	3	49,14%
Alat Bantu Jenis	14,76 %	3	44,27%	4	59,03%	3	44,27%	3	44,27%	4	59,03%	4	59,03%
Motor Pengge rak	18,05 %	3	54,16%	4	72,21%	3	54,16%	3	54,16%	3	54,16%	3	54,16%
Ukuran Alat Bantu	50,81 %	3	152,43 %	4	203,25 %	4	203,25 %	3	152,43 %	4	203,25 %	3	152,43 %
<i>Total Score</i>		3		3,836202656		3,671913428		3,163797344		3,655681259		3,147565175	
<i>Rank</i>		6		1		2		4		3		5	

Berdasarkan hasil di Lampiran D, total score menunjukkan bahwa konsep F memiliki nilai yang paling tinggi dan layak untuk dijadikan konsep akhir dalam perancangan alat bantu, dengan nilai 3,83620265.

### 3.3 Spesifikasi Akhir

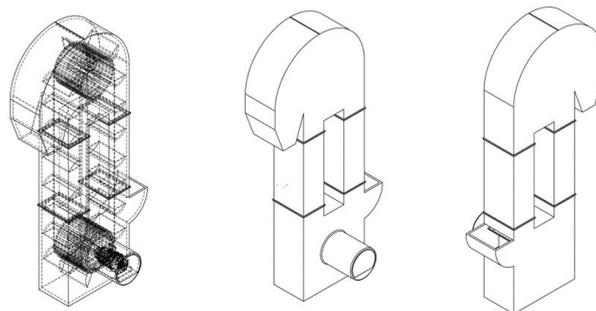
Berdasarkan data yang sudah diolah, didapat serangkaian persyaratan teknis beserta spesifikasinya. Spesifikasi akhir ditetapkan sebagai sarana untuk membatasi rancangan alat bantu usulan. Kebutuhan – kebutuhan operator pada mobilisasi sampah harus dipenuhi berdasarkan spesifikasi akhir produk. Berikut adalah spesifikasi akhir produk usulan alat bantu pada Tabel 8.

Tabel 8. Spesifikasi Akhir

No.	Persyaratan Teknis	Satuan	Spesifikasi
1	Berat sampah plastik	kg	<2
2	Material alat bantu harus mampu menahan beban sampah plastik	Binary	Ya
3	Panjang alat bantu	cm	<233
4	Lebar alat bantu	cm	<248
5	Tinggi alat bantu	cm	<265
6	Jenis mesin alat bantu	Binary	Ya
7	Nilai REBA (Rapid Entire Body Assessment)	Nilai/Skor	<11
8	Nilai RULA (Rapid Upper Limb Assesment)	Nilai/Skor	<3
9	Proses alat bantu saat digunakan	Proses	<5
10	Alat bantu minim akan pergerakan	Binary	Ya

### 3.4 Desain Rancangan Alat Bantu

Berdasarkan spesifikasi akhir produk di atas, maka diperoleh alat bantu usulan yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Secara garis besar alat bantu usulan yang terpilih adalah bucket elevator. Seluruh spesifikasi yang terdapat pada alat bantu tersebut terlampir Gambar 6. Berikut adalah gambar isometri alat bantu usulan.



Gambar 6. Desain Alat Bantu Terpilih

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis dari penelitian ini, dapat disimpulkan, bahwa perancangan alat bantu dengan menggunakan metode EFD (Ergonomic Function Deployment)

dapat meminimalkan kemungkinan kerusakan postur (MSDs) pada tubuh operator mobilisasi sampah plastik di Bank Sampah Hijau Lestari. Alat bantu mampu menghasilkan nilai grand total RULA sebesar 2 dan nilai grand total sebesar 6. Kedua nilai tersebut lebih baik dari kondisi eksisting pada workstation terkait..

**Daftar Pustaka:**

- [1] Safitri, P. A., Purba, W. S., & Zulkifli, M. (2018). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2018. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [2] Iridiastai, H., & Yassierli. (2017). Ergonomi Suatu Pengantar. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset.
- [3] Lehto, M. R., & Buck, J. R. (2007). Human Factors and Ergonomics for Engineers. New York: CRC Press.
- [4] Elbert, K. E., Kroemer, H. B., & Hoffman, A. D. (2018). Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency. London: Academic Press.
- [5] Setiadi, M. Y., Poerwanto, & Anizar. (2013). Usulan Alat Bantu Pemindahan Batako untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders di PT.XYZ. Musculoskeletal Disorders , 1.
- [6] McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics, 2.
- [7] Ergo Plus. (2019, Desember 6). A Step-by-Step Guide Rapid Entire Body Assessment (REBA). Retrieved from Rapid Entire Body Assessment (REBA): <http://ergo-plus.com/wp-content/uploads/REBA-A-Step-by-Step-Guide.pdf>