



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 5 Tahun 2024 Page 954-968

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Perancangan *Leaf Vacuum 2in1* untuk Mengurangi Risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD)

Azzahra Yandra Nabila<sup>1✉</sup>, Ilma Mufidah<sup>2</sup>, Sri Martini<sup>3</sup>

Universitas Telkom

Email: [azzahrayandra@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:azzahrayandra@student.telkomuniversity.ac.id)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Telkom University merupakan salah satu perguruan tinggi yang menawarkan keindahan suasana hijau dari pepohonan. Namun, efek samping yang diberikan yaitu banyaknya daun-daun yang berguguran di lingkungan kampus. Saat ini, petugas kebersihan masih menggunakan cara manual dalam membersihkan sampah daun tersebut sehingga postur kerja yang dilakukan tidak ergonomis dan terjadi risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan penelitian yaitu merancang alat menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) untuk mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Alat ini disebut *Leaf Vacuum 2in1* yang memiliki fitur penghisap sekaligus pencacah. *Leaf Vacuum 2in1* mempertimbangkan prinsip ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien) serta menggunakan data antropometri dalam perancangannya. Berdasarkan hasil analisis REBA, diperoleh bahwa skor dari postur kerja yang semula 8 berubah menjadi 3. Skor ini menunjukkan tingkat risiko yang dihasilkan rendah ketika petugas kebersihan menggunakan *Leaf Vacuum 2in1*. Maka, dapat dinyatakan bahwa *Leaf Vacuum 2in1* dapat mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada petugas kebersihan.

Kata Kunci: *Ergonomic Function Deployment*, *ENASE*, *Leaf Vacuum 2in1*, *Musculoskeletal Disorders*, *Rapid Entire Body Assessment*, *Sampah Daun*

## Abstract

Telkom University is one of the universities that offers a beautiful green atmosphere from trees. However, the impact given is a lot of leaf waste that fall in the campus area. Currently, the janitors still use manual methods to clean leaf waste, so that makes the work posture not ergonomic and causes a risk of Musculoskeletal Disorders (MSDs). Based on the problems, a research was conducted to develop a semi-automated tool using Ergonomic Function Deployment (EFD) method to reduce the risk of Musculoskeletal Disorders (MSDs). This tool is called Leaf Vacuum 2in1 which has a vacuum feature as well as a shredder for leaf waste. In the design process, Leaf Vacuum 2in1 considers the ergonomics principles (ENASE) and uses anthropometry data. Based on REBA analysis, it found that the score of the original work posture of 8 changed to 3. This score indicating a low risk when the janitor uses Leaf Vacuum 2in1. Therefore, Leaf Vacuum 2in1 has the potential to reduce the risk of Musculoskeletal Disorders (MSDs).

Keywords: *Ergonomic Function Deployment, ENASE, Leaf Vacuum 2in1, Musculoskeletal Disorders, Rapid Entire Body Assessment, Leaf Waste*

## PENDAHULUAN

Saat ini, sampah masih menjadi permasalahan yang serius di Indonesia. Indonesia merupakan negara penghasil sampah terbanyak dengan urutan ke-5 di dunia (Databoks, 2023). Salah satu provinsi yang menghasilkan sampah terbesar di Indonesia adalah Jawa Barat (SISPN, 2022). Hampir setiap daerah di Jawa Barat memiliki jumlah sampah yang tidak sedikit.

Berdasarkan data yang dipublikasikan oleh Databoks pada tahun 2022 (Databoks, 2022) produksi sampah di Jawa Barat mencapai 586,7 ton per hari. Produksi sampah terbanyak berturut-turut terletak di Kota Bandung, Kota Bekasi, dan Kabupaten Bandung dengan jumlah 1.529 ton, 1.501 ton, dan 1.489 ton per hari. Menurut data dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2020), jenis sampah yang paling mendominasi adalah sampah organik berupa sisa makanan dan daun dengan jumlah 772.690 kg per hari atau sekitar 44,51%.

Telkom University salah satu merupakan perguruan tinggi di Kabupaten Bandung yang menawarkan keindahan suasana hijau dari pepohonan bagi para mahasiswanya. Pepohonan dan tanaman hijau di sekitar kampus sangat membantu untuk membuat lingkungan menjadi sejuk, namun efek samping yang diberikan adalah banyaknya daun yang berguguran. Produksi sampah dedaunan di lingkungan Telkom University mencapai 250 hingga 300 kg per hari (Green Campus Telkom University, 2020). Saat ini, petugas kebersihan di lingkungan kampus membersihkan sampah daun tersebut masih menggunakan cara manual.

Petugas kebersihan hanya menggunakan sapu dan pengki untuk membersihkan sampah daun, yang kemudian dimasukkan ke dalam tempat sampah. Hal itu membuat cara yang saat ini digunakan oleh petugas kebersihan termasuk tidak efektif dan tidak efisien karena membutuhkan waktu 5 hingga 7 jam dalam jumlah sampah daun yang banyak setiap harinya. Cara manual yang dilakukan untuk membersihkan sampah daun membuat postur tubuh petugas kebersihan ketika bekerja tidak ergonomis. Selain itu, postur ini dilakukan secara repetitif atau berulang kali dalam jangka waktu yang cukup lama mengingat jumlah daun yang sangat banyak. Hal tersebut dapat menimbulkan risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Dalam menganalisis tingkat risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada petugas kebersihan, peneliti melakukan investigasi postur menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) dan diperoleh bahwa skor REBA dari postur eksisting adalah 8 yang berarti tingkat risiko tinggi dan perlu dilakukan perbaikan sesegera mungkin.

Selain itu, dilakukan juga penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) kepada petugas kebersihan untuk mengetahui tingkat risiko dan bagian tubuh yang mengalami sakit. Berdasarkan hasil kuesioner *Nordic Body Map* (NBM), diperoleh rata-rata skor individu yaitu 64 yang berarti tingkat risiko yang terjadi dalam kategori "sedang" dengan bagian yang paling dikeluhkan adalah leher bagian bawah, bahu kanan, dan bahu kiri.

Sampah daun yang telah dibersihkan menggunakan sapu dan pengki, selanjutnya akan dibawa ke area Green House Telkom University untuk diolah menjadi pupuk kompos, daun tersebut akan melalui proses pencacahan melalui mesin pencacah. Namun, terdapat permasalahan yang terjadi yaitu mesin pencacah yang dimiliki oleh pihak Green House Telkom University hanya berjumlah 1 mesin dan sering terjadi kerusakan atau error. Menurut pihak Green House, frekuensi kerusakan mesin bisa mencapai 5 kali dalam sebulan dikarenakan mesin sering digunakan dengan muatan daun yang sangat banyak.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa beberapa permasalahan yang terjadi adalah cara manual yang digunakan oleh petugas kebersihan dapat menimbulkan risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) dan mesin yang terbatas untuk mencacah sampah daun. Maka dari itu, peneliti akan membuat rancangan alat penghisap dan pencacah daun yang ergonomis untuk mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs).

## Pengembangan Produk

Produk merupakan sesuatu yang dapat ditawarkan ke pasar untuk diperhatikan, dimiliki, digunakan, atau dikonsumsi dan juga sebagai alat untuk memuaskan keinginan dan kebutuhan konsumen (Kotler & Armstrong, 2008).

## Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari kata bahasa Yunani yaitu "*ergon*" yang berarti kerja, dan "*nomos*" yang berarti aturan sehingga ergonomi dapat diartikan sebagai ilmu yang berusaha untuk menyasikan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang ataupun sebaliknya dengan tujuan yaitu tercapainya produktivitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan manusia yang seoptimal-optimalnya (Nurmianto, 1996).

Menurut Yassierli pada tahun 2018 (Yassierli, 2018) tujuan dari penerapan ergonomi adalah tercapainya alat kerja, prosedur, lingkungan, ataupun organisasi yang ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien).

## Antropometri

Istilah antropometri berasal dari dua kata bahasa Yunani yaitu "*antropos*" yang berarti manusia dan "*metrikos*" yang berarti pengukuran. Menurut Wignjosoebroto (Wignjosoebroto, 2008) pada tahun 2008 antropometri merupakan salah satu cabang ilmu ergonomi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Selain itu, antropometri juga didefinisikan sebagai sekumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh manusia dalam hal ukuran, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk menangani masalah desain (Nurmianto, 1996).

## *Musculoskeletal Disorders (MSDs)*

*Musculoskeletal Disorders (MSDs)* merupakan gangguan yang terjadi pada dua komponen yaitu sistem muskular dan sistem skeletal seperti pada otot, tendon, dan saraf (Tarwaka et al., 2004) *Musculoskeletal Disorders (MSDs)* terjadi akibat aktivitas yang sering dilakukan secara berulang ataupun pekerjaan yang dilakukan dengan postur tidak alami (*Canadian Centre for Occupational Health and Safety*, 2014).

## *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

*Rapid Entire Body Assessment (REBA)* adalah suatu metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi dan dapat digunakan untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan kaki seorang operator (McAtamney & Hignett, 2000). REBA dikembangkan untuk mendeteksi postur kerja yang berisiko sehingga perlu dilakukan perbaikan.

### *Nordic Body Map* (NBM)

*Nordic Body Map* (NBM) adalah suatu metode pengukuran subjektif untuk mengukur rasa sakit pada otot para pekerja (Wilson & Corlett, 1995). *Nordic Body Map* (NBM) berbentuk kuesioner yang ditujukan untuk mengetahui bagian tubuh yang mengalami gangguan atau rasa sakit ketika bekerja.

Kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) berisi beberapa jenis keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada tubuh manusia. Responden akan diminta untuk memberikan penilaian terhadap bagian tubuh yang mengalami keluhan mulai dari Tidak Sakit, Agak Sakit, Sakit, dan Sangat Sakit. Dari hasil penilaian tersebut, selanjutnya akan diklasifikasikan sesuai tingkat risiko yaitu skor 28 – 49 adalah “belum ditemukan adanya tindakan perbaikan”; 50 – 70 adalah “mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari”; 71 – 90 adalah “diperlukan tindakan segera”; 92 – 122 adalah “diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin”.

### *Ergonomic Function Deployment* (EFD)

Menurut Ulrich & Eppinger pada tahun 1995 (Ulrich et al., 2020) *Ergonomic Function Deployment* (EFD) adalah pengembangan dari metode *Quality Function Deployment* (QFD) yang menghubungkan antara *customer needs* dan aspek ergonomis ke dalam perancangan suatu produk. QFD sendiri merupakan metode yang digunakan untuk menerjemahkan *customer needs* ke dalam spesifikasi rancangan untuk direalisasikan sebagai suatu produk (Meyharti et al., 2013).

Hubungan antara *customer needs* dan spesifikasi dalam QFD akan membentuk atribut dalam matriks HOQ atau *House of Quality*. Dalam EFD, matriks tersebut dikembangkan menjadi HOE atau *House of Ergonomics*.

## METODE PENELITIAN

### Pengumpulan dan Pengolahan Data

Dalam mendukung penelitian, diperlukan data primer dan data sekunder. Proses pengumpulan dan pengolahan data pada penelitian ini dijelaskan melalui Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Pengumpulan Data Primer

Data Primer	Pengumpulan Data
<i>Customer needs</i>	Untuk mengidentifikasi suatu masalah pada proyek desain tidak memerlukan pengguna yang besar karena akan terjadi pemborosan, hasil terbaik adalah tidak lebih dari 5 dan berjalan sesuai (Nielsen, 2000) Maka dari itu, <i>customer needs</i> diperoleh dengan melakukan wawancara kepada 5 petugas kebersihan bagian <i>outdoor</i> di Telkom University terkait apa yang dibutuhkan oleh petugas kebersihan dalam melakukan kegiatan pembersihan daun. Pertanyaan yang diajukan merujuk pada buku " <i>Product Design and Development</i> " yang disusun oleh Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger, dan Maria C. Yang.
<i>Need statement</i>	Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh <i>customer needs</i> dari 5 petugas kebersihan. <i>Customer needs</i> tersebut kemudian diterjemahkan menjadi <i>need statement</i> dan diperoleh terdapat 8 <i>need statement</i> yaitu "Alat mudah digunakan"; "Alat memiliki tempat penyimpanan", "Alat memiliki ketahanan yang tinggi", "Alat bersifat semi-otomatis", "Alat bersifat multifungsi"; "Alat memiliki desain yang ergonomis"; "Alat mudah dibawa ke berbagai tempat"; "Alat nyaman saat digunakan".
Nilai REBA eksisting	Nilai REBA eksisting diperoleh dari observasi postur kerja yang dilakukan petugas kebersihan bagian <i>outdoor</i> ketika membersihkan sampah daun kering. Dari hasil pengukuran skor REBA, diperoleh bahwa skor dari postur kerja petugas kebersihan dalam kondisi eksisting yaitu 8. Skor ini menunjukkan bahwa tingkat risiko dari postur tersebut adalah tinggi, dan perlu dilakukan tindakan segera untuk memperbaiki postur petugas kebersihan.
<i>Nordic Body Map</i>	Ukuran sampel yang tepat menurut Roscoe adalah 30 sampai dengan 500 (Sugiyono, 2019). Maka dari itu, <i>Nordic Body Map</i> eksisting diperoleh dengan menyebarkan kuesioner kepada 30 petugas kebersihan bagian <i>outdoor</i> di Telkom University. Berdasarkan hasilnya, diperoleh bahwa rata-rata skor individu dari petugas kebersihan adalah 64 yang berarti tingkat risiko yang terjadi dalam kategori "sedang" dan mungkin diperlukan tindakan di kemudian hari. Untuk bagian tubuh yang sering mengalami sakit adalah leher bagian bawah, bahu kanan, dan bahu kiri.

Tabel 2. Pengumpulan Data Sekunder

Data Sekunder	Pengumpulan Data
Data jumlah produksi sampah daun kering	Data jumlah produksi sampah daun kering di Telkom University diperoleh dari Green Campus Telkom University tahun 2020.
Data antropometri	Data antropometri yang digunakan adalah data antropometri penduduk Indonesia berjenis kelamin laki-laki dengan rentang usia 20 – 60 tahun. Untuk dimensi antropometri yang digunakan adalah panjang rentang tangan ke samping (D32) untuk panjang alat, lebar sisi bahu (D17) untuk lebar alat, dan tinggi siku (D4) untuk tinggi alat.

### *Ergonomics Function Deployment (EFD)*

#### 1. *Customer Attributes*

*Customer attributes* merupakan hasil dari wawancara terhadap petugas kebersihan (*need statement*) yang kemudian diterjemahkan berdasarkan lima aspek ergonomi yaitu Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien (ENASE) yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 *Customer Attributes*

Aspek Ergonomi	<i>Need Statement</i>	Variabel
Efektif	Alat memiliki tempat penyimpanan	V1
	Alat mudah dibawa ke berbagai tempat	V2
Nyaman	Alat nyaman saat digunakan	V3
	Alat mudah digunakan	V4
Aman	Alat memiliki ketahanan yang tinggi	V5
Sehat	Alat memiliki desain yang ergonomis	V6
Efisien	Alat bersifat semi-otomatis	V7
	Alat bersifat multifungsi	V8

Berdasarkan *customer attributes* yang telah ditentukan, selanjutnya dilakukan pengukuran tingkat kepuasan dan tingkat kepentingan melalui penyebaran kuesioner. Dari hasil kuesioner tersebut, kemudian dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas menggunakan *software* IBM SPSS. Berdasarkan uji validitas dan uji reliabilitas yang telah dilakukan, diperoleh bahwa setiap variabel dari kuesioner tingkat kepuasan dan tingkat kepentingan dinyatakan valid karena memiliki nilai  $r$  hitung lebih besar dari 0.361 ( $r$  hitung > 0.361) dan nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0.05 (nilai signifikansi < 0.05); dan reliabel karena memiliki nilai *Cronbach's Alpha* > 0.70 ( $\alpha$  > 0.70).

## 2. Technical Requirements

Tabel 4. *Technical Requirements*

<i>Need Statement</i>	<i>Technical Requirements</i>	Nilai	Satuan	Referensi
Alat memiliki tempat penyimpanan	Kapasitas alat	50	kg	Produk referensi
Alat mudah dibawa ke berbagai tempat	Menggunakan roda	Ya/Tidak	<i>binary</i>	(Purba, 2008)
Alat nyaman saat digunakan	Material <i>handle</i> nyaman	Ya/Tidak	<i>binary</i>	(Sugiyono & Rahmania, 2019)
Alat mudah digunakan	Sistem pengoperasian alat sederhana	Ya/Tidak	<i>binary</i>	Produk referensi
Alat memiliki ketahanan yang tinggi	Material kokoh	Ya/Tidak	<i>binary</i>	(Putriningtyas, 2018)
Alat memiliki desain yang ergonomis	Panjang alat	< 148.72	cm	(Antropometri Indonesia, 2013)
	Lebar alat	< 52.36	cm	(Antropometri Indonesia, 2013)
	Tinggi alat	< 105.52	cm	(Antropometri Indonesia, 2013)
	Nilai REBA	≤ 8	-	REBA Employee Assessment Worksheet
Alat bersifat semi-otomatis	Menggunakan mesin sederhana	Ya/Tidak	<i>binary</i>	(Kristianto, 2020)
Alat bersifat multifungsi	Memiliki fitur penghisap	Ya/Tidak	<i>binary</i>	(Gosali dkk, 2023)
	Memiliki fitur pencacah	Ya/Tidak	<i>Binary</i>	(Nurdiansyah, 2023)

### 3. House of Ergonomics (HOE)

Tabel 5. House of Ergonomics (HOE)

Direction of Goalness		3/TH	TH	3/TH	L/TH	TH	TH	TH	TH	L/TH	TH	TH	TH	Tingkat Kepuasan	Tingkat Kapasitas	Cost	Improvement ratio	Safe factor	Raw weight	Normalized raw weight
Metric		Kapasitas alat	Menggunakan roda	Mudah dibawa/nyaman	Isolasi getaran/nyaman alat	Mudah dikubahi	Panjang alat	Lebar alat	Tinggi alat	Hindari REBA	Menggunakan tenaga sederhana	Mudah (dapat) pengalihan	Mudah (dapat) pemrosesan							
Needs Statement		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
1	Alat memiliki tempat penyimpanan	●				△								3.27	4.70	3.48	1.54	1.20	8.87	0.11
2	Alat mudah dibawa ke berbagai tempat		●											3.93	4.63	4.28	1.89	1.90	7.37	0.09
3	Alat nyaman saat digunakan			●		●	○	○	○	●				3.50	4.80	4.03	1.16	1.90	7.98	0.10
4	Alat mudah digunakan		○		●						●			4.33	4.73	4.53	1.05	1.90	7.43	0.09
5	Alat memiliki ketahanan yang tinggi					●								2.80	4.40	3.80	1.29	1.90	8.48	0.10
6	Alat memiliki desain yang ergonomis						○	○	○	●				1.33	4.83	3.08	2.31	1.20	13.41	0.16
7	Alat bersifat semi otomatis											●	●	1.20	4.80	3.00	2.50	1.20	14.40	0.17
8	Alat bersifat multifungsi											●	●	1.13	4.70	2.92	2.57	1.20	14.51	0.18
	Unit	ka	3/nyar	3/nyar	3/nyar	3/nyar	cm	cm	cm	-	3/nyar	3/nyar	3/nyar							
	Difficulty Level	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2							
	Raw Weight	0.95	1.10	0.97	0.81	1.90	0.78	0.78	0.78	2.24	0.81	3.16	3.16							
	Normalized Raw Weight	0.05	0.06	0.05	0.05	0.11	0.04	0.04	0.04	0.13	0.05	0.18	0.18							
	Ranking	6	5	7	8	4	10	11	12	3	9	1	2							

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3D Design

Pembuatan 3D Design dilakukan menggunakan software Autodesk Inventor 2023. Gambar 1 merupakan hasil 3D Design Leaf Vacuum 2in1.



Gambar 1. 3D Design Leaf Vacuum 2in1

Verifikasi

Pada tahap verifikasi, dilakukan pemeriksaan kesesuaian antara hasil rancangan dengan *technical requirements* yang sebelumnya telah ditentukan. Adapun verifikasi hasil rancangan *Leaf Vacuum 2in1* ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Verifikasi Hasil Rancangan

<i>Technical Requirements</i>	Spesifikasi Akhir	Hasil Rancangan	Kesesuaian
Kapasitas alat	50 kg	50 kg	Sesuai
Menggunakan roda	Ya	Ya	Sesuai
Material <i>handle</i> nyaman	Ya	Ya	Sesuai
Sistem pengoperasian alat sederhana	Ya	Ya	Sesuai
Material kokoh	Ya	Ya	Sesuai
Panjang alat	120 cm	120 cm	Sesuai
Lebar alat	52 cm	52 cm	Sesuai
Tinggi alat	100 cm	100 cm	Sesuai
Nilai REBA	≤ 8	≤ 8	Sesuai
Menggunakan mesin sederhana	Ya	Ya	Sesuai
Memiliki fitur penghisap	Ya	Ya	Sesuai
Memiliki fitur pencacah	Ya	Ya	Sesuai

#### Validasi

Pada tahap validasi, dilakukan identifikasi ketercapaian atau pemenuhan hasil rancangan serta umpan balik dari *stakeholder*. Adapun umpan balik dari petugas kebersihan yaitu bahwa *Leaf Vacuum 2in1* telah dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna yang membuat alat tersebut nyaman dan aman ketika digunakan. Selain itu, alat juga mudah digunakan dan memiliki material yang kokoh. Namun, saran dari petugas kebersihan alangkah baiknya jika kapasitas yang dimiliki oleh *Leaf Vacuum 2in1* ditambah agar dapat lebih banyak menampung sampah daun.

## Analisis Rancangan *Leaf Vacuum 2in1*

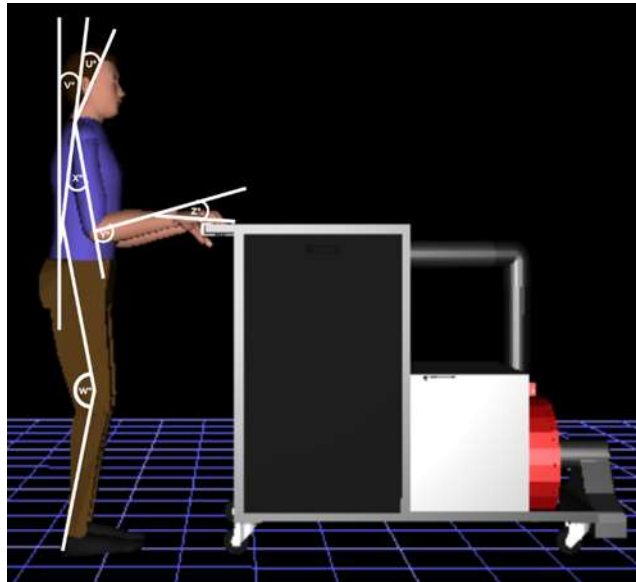


Gambar 2. Alur Proses *Leaf Vacuum 2in1*

Untuk menyalakan *Leaf Vacuum 2in1* diawali dengan menggeser *slider* pada bagian atas *motor engine cover* untuk menarik tuas pada bagian *motor engine*. Setelah tuas ditarik, tekan *switch button* yang terdapat pada bagian *handle* ke arah *on* dan alat akan mulai bekerja. Ketika mesin sudah menyala, petugas kebersihan dapat mendorong *Leaf Vacuum 2in1* layaknya mendorong gerobak.

Gambar 2 menunjukkan alur proses dari *Leaf Vacuum 2in1* yaitu sebagai berikut. Daun-daun yang dilewati akan terhisap melalui bagian *nozzle* (kepala hisap). Setelah terhisap, daun akan tercacah oleh *blade* (pisau) dan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Daun-daun yang telah tercacah akan dialirkan melalui pipa-pipa untuk masuk ke dalam *leaf container*. Cacahan daun akan tertampung di dalam *leaf container*. Jika sudah terisi penuh, petugas kebersihan dapat menarik *leaf container* untuk membuang daun tersebut atau dilakukan proses pengolahan selanjutnya menjadi pupuk kompos.

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



Gambar 3. Skor REBA (Usulan)

Berdasarkan postur tersebut, diperoleh nilai sudut  $U^\circ$  (sudut pada leher) =  $15^\circ$ ; sudut  $V^\circ$  (sudut pada punggung) =  $6^\circ$ ; sudut  $W^\circ$  (sudut pada kaki) =  $196^\circ$ ; sudut  $X^\circ$  (sudut pada lengan atas) =  $19^\circ$ ; sudut  $Y^\circ$  (sudut pada lengan bawah) =  $87^\circ$ ; dan sudut  $Z^\circ$  (sudut pada pergelangan tangan) =  $16^\circ$ . Dari hasil pengukuran skor REBA, diperoleh bahwa skor dari postur kerja petugas kebersihan menggunakan *Leaf Vacuum 2in1* adalah 3 yang menunjukkan bahwa tingkat risiko dari postur tubuh tersebut adalah rendah dan mungkin dilakukan perubahan jika memang diperlukan.

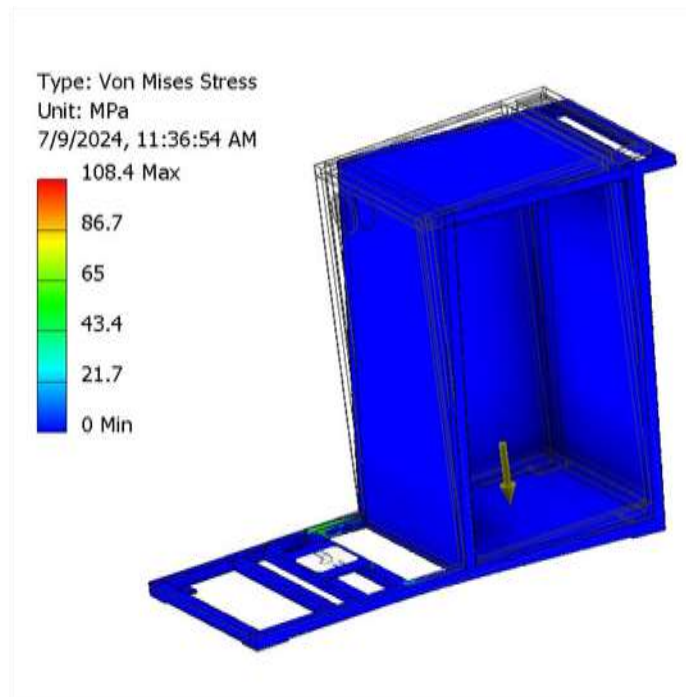
### Analisis Antropometri

Hasil rancangan *Leaf Vacuum 2in1* memiliki ukuran 120 cm (panjang alat), 52 cm (lebar alat), dan 105.52 cm (tinggi alat). Ukuran tersebut disesuaikan berdasarkan dimensi antropometri yang digunakan dimana untuk panjang alat menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke samping yaitu  $\leq 148.72$ ; lebar alat menggunakan dimensi lebar bahu yaitu  $\leq 52.36$ ; dan tinggi alat menggunakan dimensi tinggi siku yaitu  $\leq 105.52$ .

### Analisis Pemilihan Material

Material yang digunakan pada perancangan *Leaf Vacuum 2in1* sesuai spesifikasi adalah material yang kokoh dan tidak mudah berkarat. Maka dari itu, pada bagian *frame* dan *leaf container* menggunakan material besi hollow galvanis atau *steel galvanized*. Untuk memastikan bahwa material yang dipilih mampu menahan beban yang diharapkan, dilakukan analisis tegangan atau *stress analysis* pada material menggunakan *software*

Autodesk Inventor 2023. *Part* yang akan dilakukan analisis adalah *frame* dari *Leaf Vacuum 2in1* karena *part* tersebut menerima beban yang lebih berat dari *part* lain. Beban yang diberikan adalah 500 N atau 50 kg sesuai dengan kapasitas alat.



Gambar 3. Stress Analysis

Berdasarkan Gambar 4, *part frame Leaf Vacuum 2in1* memiliki nilai *von mises stress* yaitu 108.4 MPa. *Von mises stress* menunjukkan bagian yang menerima gaya yang ditandai dengan warna. Bagian yang berwarna biru cenderung menerima sedikit gaya, sedangkan bagian yang berwarna merah cenderung menerima gaya yang besar. Material *steel galvanized* memiliki *tensile strength* yaitu 345 MPa dan *yield strength* yaitu 207 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa material yang dipilih untuk perancangan *Leaf Vacuum 2in1* aman dan mampu menahan beban yang diharapkan karena memiliki nilai Von Mises Stress di bawah *tensile strength* dan *yield strength*.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada petugas kebersihan bagian *outdoor* di Telkom University, permasalahan yang dialami adalah terjadinya keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) ketika petugas kebersihan membersihkan sampah daun kering di lingkungan kampus. Hal ini dikarenakan petugas kebersihan masih menggunakan alat manual dan dilakukan secara repetitif sehingga mengakibatkan postur kerja yang tidak ergonomis. Untuk mengatasi hal tersebut, dalam penelitian ini dilakukan perancangan yang dapat membantu mengatasi permasalahan tersebut.

Alat yang dirancang merupakan alat semi otomatis dan multifungsi yaitu memiliki fitur untuk menghisap sekaligus mencacah daun. *Leaf Vacuum 2in1* dirancang menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) sehingga alat ini tidak hanya memenuhi kebutuhan pengguna, namun memperhatikan prinsip ergonomi yaitu ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien). Dalam menentukan ukuran *Leaf Vacuum 2in1* juga berdasarkan data antropometri yaitu panjang rentang tangan ke samping untuk menentukan panjang alat; lebar bahu untuk menentukan lebar alat; dan tinggi siku untuk menentukan tinggi alat. Dengan data antropometri, petugas kebersihan akan lebih nyaman ketika menggunakan *Leaf Vacuum 2in1* karena sesuai dengan ukuran tubuh rata-rata.

Selain itu, berdasarkan kondisi eksisting postur kerja yang dilakukan oleh petugas kebersihan memiliki skor REBA sebesar 8 sehingga perlu dilakukan tindakan segera. Setelah menggunakan rancangan *Leaf Vacuum 2in1*, diperoleh bahwa skor REBA dari petugas kebersihan adalah 3. Hal ini menyatakan postur kerja yang dilakukan memiliki risiko yang rendah dan mungkin memerlukan perubahan (jika dibutuhkan). Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perancangan *Leaf Vacuum 2in1* dapat mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada petugas kebersihan ketika membersihkan sampah daun kering di Telkom University..

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2020). *Produksi Sampah Menurut Jenisnya*. Badan Pusat Statistik. <https://bandungkota.bps.go.id/statictable/2021/03/23/1457/produksi-sampah-menurut-jenisnya-di-kota-bandung-2020.html>
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2014). *Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs)*. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. <https://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/rmirsi.html>
- Databoks. (2022). Sampah Harian Warga Kota Bandung Terbanyak se-Jawa Barat. *Databoks*. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/08/02/sampah-harian-warga-kota-bandung-terbanyak-se-jawa-barat>
- Databoks. (2023). *10 Negara Penghasil Sampah Terbesar di Dunia*. Databoks. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/06/26/10-negara-penghasil-sampah-terbesar-di-dunia-ada-indonesia>
- Green Campus Telkom University. (2020, June 12). *Pengolahan Sampah Organik*. Greencampus. <https://greencampus.telkomuniversity.ac.id/pengolahan-sampah-organik/>

- Kotler, P., & Armstrong, G. (2008). *Prinsip-Prinsip Pemasaran*.
- McAtamney, & Hignett. (2000). *Rapid Entire Body Assessment (REBA); Applied Ergonomics*.
- Meyharti, Herni, F., & Desrianty, A. (2013). Usulan Rancangan Baby Tafel Portable dengan Menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD). *Jurnal Online Institute Teknologi Nasional*, 170–180.
- Nurmianto, E. (1996). *Ergonomi Konsep dan Aplikasinya*.
- SISPN. (2022). *Provinsi Penghasil Sampah Terbanyak di Indonesia 2022*. Databoks. <https://databoks.katadata.co.id/infografik/2023/10/09/jawa-tengah-provinsi-penghasil-sampah-terbanyak-di-indonesia-2022#:~:text=Berdasarkan%20data%20SISPN%20KLHK%2C%20Jawa,timbulan%20sampah%20nasional%20tahun%20lalu>.
- Tarwaka, Solikhul, H., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas*.
- Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. (2020). *Product Design and Development* (7th ed.).
- Wignjosoebroto, S. (2008). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*.
- Wilson, J. R., & Corlett, E. N. (1995). *Evaluation of Human Work: A Practical Ergonomics Methodology*.
- Yassierli. (2018). Pengaruh Keergonomisan Stasiun Komputer Game Net Pada Risiko Gangguan Otot-Rangka. *J@ Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*.