



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 5 Tahun 2024 Page 7050-7063

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

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

Perancangan Alat Bantu Pengemasan Kompos Hijau Padat pada *Green House* Universitas Telkom menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) untuk Menurunkan Risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs)

Arief Budimansyah^{1✉}, Sri Martini², Ilma Mufidah³

Universitas Telkom

Email: saviorel@student.telkomuniversity.ac.id^{1✉}

Abstrak

Pupuk anorganik sering digunakan oleh masyarakat Indonesia karena dampaknya yang cepat terlihat. Namun, belakangan ini mulai dirasakan dampak negatifnya, sehingga banyak yang beralih ke pupuk organik. Untuk mendukung transisi ini, produksi pupuk organik menjadi penting. Universitas Telkom memiliki green house yang memproduksi pupuk kompos dari sampah daun harian. Namun, proses produksi kompos masih manual dan kurang ergonomis, menyebabkan pekerja berisiko terkena Musculoskeletal Disorders (MSDs). Penelitian ini bertujuan merancang alat bantu pengemasan dengan metode Ergonomic Function Deployment (EFD), agar alat tersebut sesuai dengan prinsip ergonomi dan meningkatkan efisiensi produksi. Hasilnya adalah desain mesin screw conveyor, meja kerja, dan kursi. Alat bantu ini berhasil menurunkan nilai Rapid Upper Limb Analysis (RULA) dari 6 menjadi 2, serta mempercepat waktu pengisian kemasan dari 55 detik menjadi 4 detik.

Kata Kunci: *Ergonomic Function Deployment, Musculoskeletal Disorders, Tahap Pengemasan, Ergonomi, Screw Conveyor, RULA*

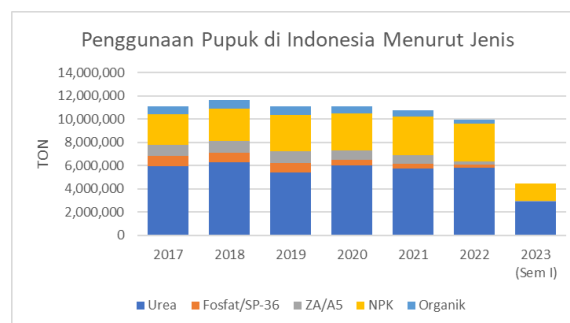
Abstract

Inorganic fertilizers are often used by Indonesian people because their impacts are quickly visible. However, recently the negative impacts have begun to be felt, so many have switched to organic fertilizers. To support this transition, the production of organic fertilizers is important. Telkom University has a green house that produces compost from daily leaf waste. However, the compost production process is still manual and less ergonomic, causing workers to be at risk of Musculoskeletal Disorders (MSDs). This study aims to design a packaging aid using the Ergonomic Function Deployment (EFD) method, so that the tool is in accordance with ergonomic principles and increases production efficiency. The result is the design of a screw conveyor machine, work table, and chair. This aid has succeeded in reducing the Rapid Upper Limb Analysis (RULA) value from 6 to 2, and accelerating the packaging filling time from 55 seconds to 4 seconds.

Keywords: *Ergonomic Function Deployment, Musculoskeletal Disorders, Packaging Stage, Ergonomics, Screw Conveyor, RULA*

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara agraris dikarenakan masyarakatnya yang mayoritas berprofesi sebagai petani dan tanahnya yang cocok untuk dijadikan lahan untuk bercocok tanam. Salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas tanaman adalah dengan menggunakan pupuk. Pupuk merupakan suatu bahan yang memiliki berbagai macam kandungan yang dibutuhkan oleh tanah dan tanaman.



Gambar 1. Data Penggunaan Pupuk di Indonesia

Melihat data yang didapatkan dari dataindonesia [1], perbandingan penggunaan pupuk anorganik dan organik di Indonesia sangat berbeda jauh. Dengan banyaknya penggunaan pupuk anorganik dalam jangka waktu lama, para petani mulai merasakan dampak buruk dari pupuk anorganik dan mulai berangsur pindah menggunakan pupuk organik karena lebih ramah untuk lingkungan dan dapat meningkatkan kualitas tanah dalam jangka waktu panjang, juga menghasilkan tanaman yang sehat untuk dikonsumsi. Peralihan dari penggunaan pupuk anorganik ke pupuk organik ini membuat permintaan terhadap pupuk organik menjadi meningkat.

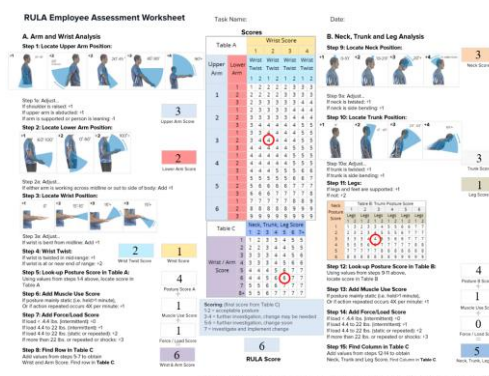
Universitas Telkom merupakan salah satu universitas swasta di Indonesia, dengan luas wilayah kampus sebesar 48 hektar, dan terdapat banyak pohon besar di area lingkungan Universitas Telkom yang menghasilkan sampah daun kering kurang lebih sampai dengan 4 ton per harinya. Sampah daun yang setiap harinya terkumpul ini diubah menjadi kompos hijau yang dapat digunakan untuk lingkungan sekitar Universitas Telkom maupun dijual ke masyarakat untuk ikut menunjang permintaan pupuk organik yang meningkat.

Pada proses pembuatan kompos hijau ditemukan beberapa permasalahan pada tahap pengemasan kompos hijau yaitu, tahap pengemasan khususnya tahap pengisian kompos hijau ke dalam kemasan membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 74 detik per kemasan apabila dibandingkan dengan proses lainnya. Selain itu, ketika melakukan tahap pengemasan, pekerja perlu melakukan tahap tersebut menggunakan postur yang menimbulkan risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) apabila dilakukan terlalu sering dalam waktu yang lama.



Gambar 2. Postur Kerja Kondisi Eksisting

Apabila postur kerja tersebut dianalisis menggunakan RULA Employee Assessment Worksheet [2] maka akan didapatkan skor akhir 6 (enam) untuk postur yang digunakan ketika mengemas kompos hijau, yang dapat diartikan bahwa postur tersebut memiliki risiko cedera yang tinggi dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk perbaikan cara pengemasan ke depannya.



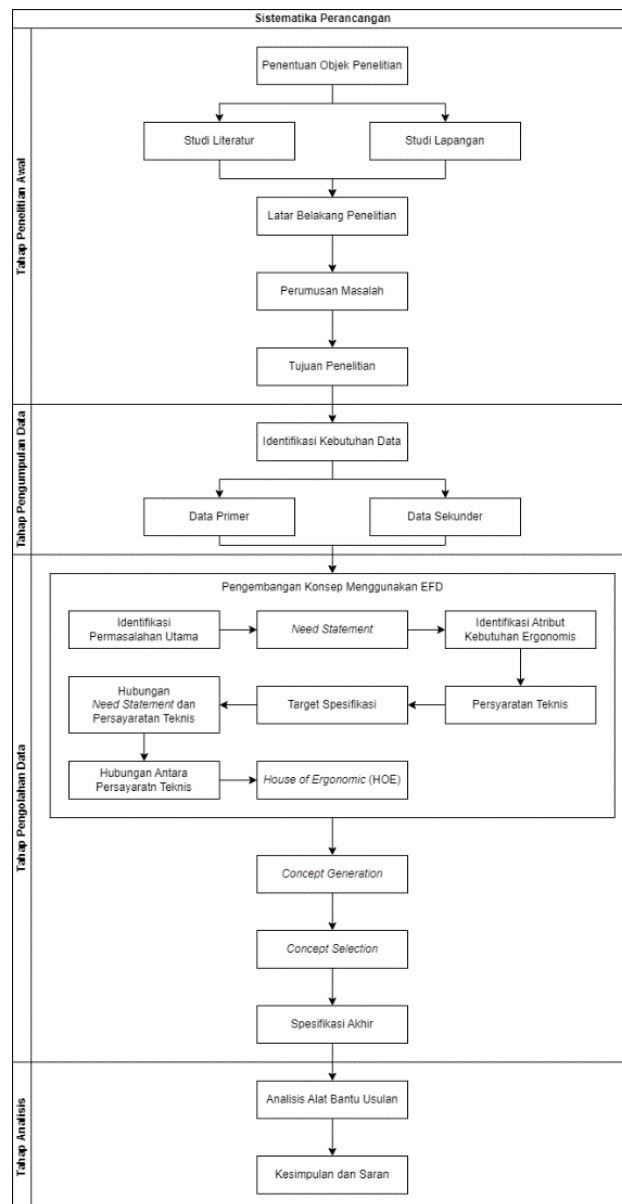
Gambar 3. Analisis RULA Kondisi Eksisting

Berdasarkan hasil dari identifikasi risiko penilaian RULA yang telah dilakukan maka terbukti bahwa postur eksisting dalam tahap pengemasan pupuk kompos hijau di Green

House Universitas Telkom merupakan salah satu masalah yang perlu dicari solusinya. Untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya diperlukan suatu solusi yang dapat membuat tahap pengemasan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan lebih aman tanpa menimbulkan risiko cedera yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Terdapat 4 (empat) tahapan yang dilakukan dalam penelitian yang dilakukan, Dimulai dengan tahapan penelitian awal, dilanjutkan dengan tahap pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis.



Gambar 4. Sistematika Perancangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Ergonomic Function Deployment*

Customer Attributes

Tahap pertama dalam mengembangkan alat bantu pengemasan menggunakan metode EFD adalah menginterpretasikan *need statement* yang sebelumnya sudah didapatkan ke dalam prinsip ergonomi ENASE yaitu efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien.

Tabel 1. *Customer Attributes*

| No | Prinsip | <i>Need Statement</i> | Deskripsi | Kode |
|----|---------|---|--|------|
| 1 | Efektif | Alat dapat mengemas pupuk kompos ke dalam kemasan dengan rapi | Alat memiliki <i>outlet</i> yang lebih kecil dari ukuran kemasan sehingga pupuk kompos yang keluar dari alat tidak berceceran. | V1 |
| | | Mekanisme kerja alat sederhana | Alat memiliki cara penggunaan yang mudah dilakukan | V2 |
| 2 | Nyaman | Alat nyaman saat digunakan | Bagian alat yang dioperasikan pengguna terasa nyaman. | V3 |
| | | Alat dapat digunakan pada posisi duduk | Alat memiliki desain yang dapat digunakan dengan nyaman ketika duduk | V4 |
| 3 | Aman | Alat aman untuk digunakan | Alat tidak melukai ketika digunakan | V5 |
| 4 | Sehat | Alat dapat digunakan dengan postur yang ergonomis | Alat memiliki desain yang membuatnya dapat dioperasikan dengan postur yang ergonomis | V6 |
| 5 | Efisien | Alat dapat mengemas pupuk dalam jumlah yang banyak dalam satu waktu | Alat memiliki kapasitas simpan yang besar dan dapat mengeluarkan pupuk kompos sesuai ukuran kemasan dalam satu siklus | V7 |
| | | Alat menggunakan material yang tahan lama | Alat menggunakan material yang kuat dan tahan karat | V8 |

Technical Response

Aspek teknis yang dijadikan acuan perancangan didapatkan menggunakan *needs statement*.

Tabel 2. *Technical Response*

| No. | <i>Need Statement</i> | <i>Technical Response</i> | Satuan |
|-----|---|---|---------------|
| 1. | Alat dapat mengemas pupuk ke dalam kemasan dengan rapi | Kecepatan <i>transfer</i> | Kg/s |
| | | Ukuran <i>outlet</i> kurang dari kemasan | Cm |
| 2. | Mekanisme kerja alat sederhana | Sistem operasi yang sederhana dan mudah digunakan | <i>Binary</i> |
| 3. | Alat nyaman saat digunakan | Nilai RULA | Skor |
| 4. | Alat dapat digunakan pada posisi duduk | Ketinggian penajakan alat | Cm |
| 5. | Alat aman untuk digunakan | Komponen berbahaya tertutup | <i>Binary</i> |
| 6. | Alat dapat digunakan dengan postur yang ergonomis | Nilai RULA | Skor |
| 7. | Alat dapat mengemas pupuk dalam jumlah yang banyak dalam satu waktu | Kapasitas alat | Kg/h |
| | | Kecepatan <i>transfer</i> | Kg/s |
| 8. | Alat menggunakan material yang tahan lama | Kekuatan material | MPa |
| | | Material tahan karat | <i>Binary</i> |

Target Specification

Spesifikasi target dari *technical response* yang sebelumnya sudah ditentukan dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 3. *Target Spesification*

| No. | <i>Technical Response</i> | Nilai | Satuan | Referensi |
|-----|---|---------|---------------|-----------------------|
| 1. | Kecepatan <i>transfer</i> | 1 - 3 | Kg/s | [4] |
| 2. | Ukuran <i>discharge/outlet</i> tidak lebih besar dari kemasan | 10-20 | cm | Kemasan Eksisting |
| 3. | Sistem operasi yang sederhana dan mudah digunakan | Ya | <i>Binary</i> | [5] |
| 4. | Nilai RULA | <3 | Skor | RULA <i>Worksheet</i> |
| 5. | Ketinggian penajakan alat | 55 - 70 | cm | Data Antropometri |
| 6. | Komponen yang berpotensi melukai ditutup | Ya | <i>Binary</i> | OSHA |
| 7. | Kapasitas alat | >1000 | Kg/h | Kondisi eksisting |
| 8. | Kekuatan material | >400 | MPa | [6] |
| 9. | Material tahan karat | Ya | <i>Binary</i> | [7] |

Klein Grid Matrix dan Planning Matrix

Untuk membuat *Klein Grid Matrix* diperlukan penentuan *centerline* yang akan berpengaruh pada prioritas kebutuhan yang akan diintegrasikan pada alat yang akan dibuat, *centerline* ini didapatkan menggunakan variabel *need statement* yang diberikan bobot sesuai dengan hasil wawancara tingkat kepuasan dan tingkat kepentingan pengguna.

Tabel 4. *Weighted Average Performance*

| <i>Weighted Average Performance (Customer Satisfaction)</i> | | | | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 |
| 4.5 | 5 | 2.5 | 4.5 | 4.5 | 1.5 | 2.5 | 2 |
| <i>Weighted Average Performance (Customer Importance)</i> | | | | | | | |
| V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 |
| 4.5 | 5 | 3.5 | 3.5 | 5 | 4.5 | 4 | 3.5 |

Dari nilai pembobotan tingkat kepuasan dan kepentingan yang telah didapatkan, selanjutnya *centerline* untuk matriks dapat ditentukan dengan merata-ratakan tingkat kepuasan dan kepentingan untuk menjadi *centerline* sumbu X dan Y seperti pada tabel berikut.

Tabel 5. *Intersection Point*

| | |
|--------------------------------|------|
| <i>Intersection Point (X):</i> | 3.38 |
| <i>Intersection Point (Y):</i> | 4.19 |

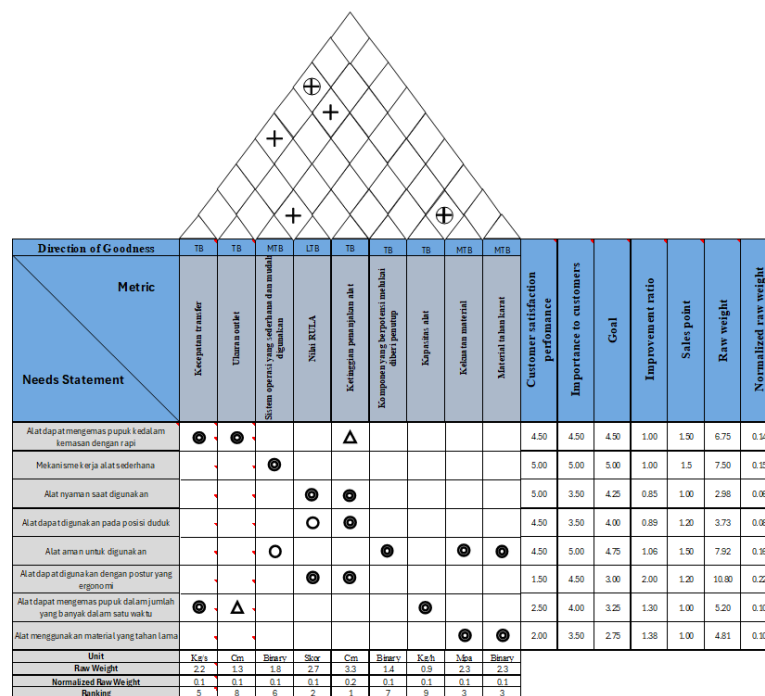
Dari hasil perhitungan didapatkan titik tengah yang akan digunakan untuk pembuatan *klein grid matrix* yaitu pada titik 3.38 untuk sumbu X dan titik 4.19 untuk sumbu Y seperti pada gambar berikut.



Gambar 5. *Klein Grid Matrix*

House of Ergonomic

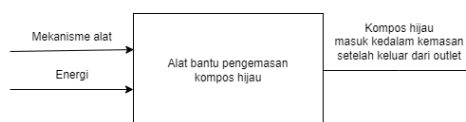
Tahap terakhir dalam pengembangan alat bantu pengemasan menggunakan EFD adalah pembuatan *House of Ergonomic* (HoE) untuk menggambarkan seluruh komponen, dan hubungannya seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. *House of Ergonomic*

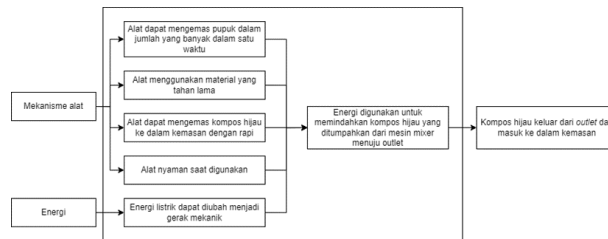
B. Concept Generation

Untuk memulai tahap *concept generation* pertama-tama perlu melakukan klasifikasi permasalahan sesuai dengan *need statement* yang dapat mendukung pengembangan alat bantu pengemasan sebelumnya. Setelah mengklasifikasikan permasalahan, maka akan dilanjutkan dengan pembuatan *function diagram* dalam bentuk *black box* seperti yang dapat dilihat pada berikut dengan tujuan untuk menggambarkan keseluruhan fungsi alat bantu pengemasan.



Gambar 7. *Black Box*


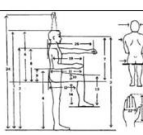
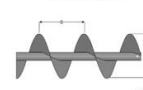
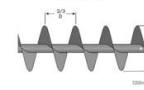


Dari *black box* yang telah dibuat, selanjutnya perlu dilakukan penguraian secara lebih detail menjadi *sub-fungsi* yang lebih spesifik dan sederhana untuk membantu pembuatan konsep rancangan alat bantu pengemasan dengan membuat *sub-function diagram* seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8. Subfunction Diagram

Dengan menggunakan acuan *sub*-fungsi dari gambar di atas, konsep untuk alat bantu pengemasan mulai dibuat dengan bantuan *morphology chart*.

Tabel 6. Morphology Chart

| Fungsi \ Opsi | Opsi 1 | Opsi 2 |
|---|---|--|
| Alat dapat mengemas kompos hijau ke dalam kemasan dengan rapi | Helicoid Flight Screw Conveyor  | |
| Alat menggunakan material yang tahan lama | Stainless Steel Grades 304 | |
| Alat nyaman saat digunakan |  | |
| Alat dapat mengemas pupuk dalam jumlah yang banyak dalam satu waktu | Standard Pitch  | Short Pitch  |
| Energi listrik dapat diubah menjadi gerak mekanik | Motor 0.1 KW  | Motor 0.2 KW  |

Berdasarkan opsi yang tersedia akan terdapat empat (4) kombinasi konsep yang dapat dilanjutkan kepada tahap penilaian selanjutnya. Kombinasi konsep yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 7. Concept Combination

| Fungsi \ Konsep | Alat dapat mengemas kompos hijau ke dalam kemasan dengan rapi | Alat menggunakan material yang tahan lama | Alat nyaman saat digunakan | Alat dapat mengemas pupuk dalam jumlah yang banyak dalam satu waktu | Energi listrik dapat diubah menjadi gerak mekanik |
|-----------------|---|---|----------------------------|---|---|
| A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| C | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| D | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |

C. Concept Selection

Tahap *concept selection* perlu dilakukan sebelum pemilihan konsep akhir yang akan digunakan, tahap ini berfungsi untuk membandingkan dan mengeliminasi konsep yang kurang cocok. Tahapan ini memerlukan kriteria pemilihan konsep yang berhubungan dengan *need statement* yang didapatkan. Berikut ini merupakan kriteria yang akan digunakan sebagai pembanding konsep-konsep.

Tabel 8. *Selection Criteria*

| No. | <i>Need Statement</i> | <i>Selection Criteria</i> |
|-----|---|---------------------------|
| 1. | Alat nyaman saat digunakan | Kenyamanan pengguna |
| 2. | Alat dapat digunakan pada posisi duduk | |
| 3. | Alat aman untuk digunakan | Keamanan alat |
| 4. | Alat dapat digunakan dengan postur yang ergonomis | |
| 5. | Alat dapat mengemas pupuk dalam jumlah yang banyak dalam satu waktu | Performa alat |
| 6. | Alat dapat mengemas pupuk ke dalam kemasan dengan rapi | |
| 7. | Alat menggunakan material yang tahan lama | Ketahanan alat |
| 8. | Alat mudah digunakan | Kemudahan penggunaan |

D. *Concet Screening*

Tahap *concept screening* yang bertujuan untuk menyaring konsep yang tersedia dan apabila memungkinkan juga meningkatkan dan/atau mengembangkan konsep tersebut.

Tabel 9. *Concept Screening*

| <i>Selection Criteria</i> | A | B | C | D | <i>Referenc e</i> |
|---------------------------|----|---|---|---|-----------------------|
| Kenyamanan pengguna | + | + | + | + | 0 |
| Keamanan alat | 0 | + | 0 | + | 0 |
| Performa alat | - | - | + | + | 0 |
| Ketahanan alat | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kemudahan penggunaan | - | - | - | - | 0 |
| Total Skor | -1 | 0 | 1 | 2 | |
| Peringkat | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| Lanjutkan? | N | N | N | Y | |

Berdasarkan *concept screening* yang dilaksanakan pada tabel di atas, didapatkan hasil konsep yang terpilih yaitu konsep D sebagai konsep yang akan dilanjutkan

pengembangannya.

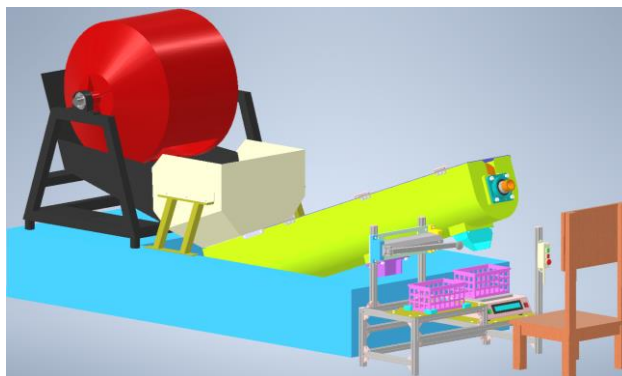
E. Hasil Rancangan

Berdasarkan *concept screening* didapatkan bahwa konsep yang terpilih adalah konsep D. Setelah mendapatkan konsep terpilih yang akan digunakan, selanjutnya akan ditentukan spesifikasi akhir rancangan alat bantu pengemasan kompos hijau. Berikut ini merupakan spesifikasi akhir rancangan tersebut.

Tabel 10. Spesifikasi Akhir

| No. | Technical Response | Nilai | Satuan |
|-----|---|------------|--------|
| 1. | Ketinggian penanjakan alat | 57 | Cm |
| 2. | Nilai RULA | 3 | Skor |
| 3. | Kekuatan material | 580 | MPa |
| 4. | Material tahan karat | Ya | Binary |
| 5. | Kecepatan transfer | ± 1.25 | Kg/s |
| 6. | Sistem operasi yang sederhana dan mudah digunakan | Ya | Binary |
| 7. | Terdapat penutup untuk komponen yang berpotensi melukai | Ya | Binary |
| 8. | Ukuran <i>outlet</i> | 14 | Cm |
| 9. | Kapasitas alat | 1098 | Kg/h |

Berikut merupakan hasil rancangan alat bantu pengemasan kompos hijau beserta meja dan kursi pelengkap menggunakan software Autodesk Inventor dengan mengaplikasikan spesifikasi pada tabel di atas.



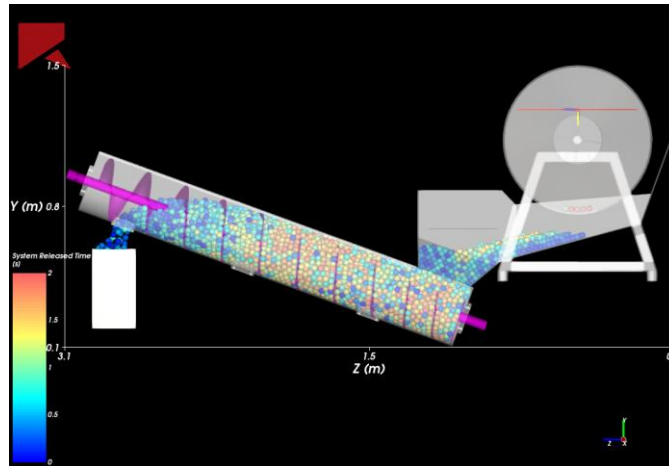
Gambar 9. Rancangan Alat Bantu Pengemasan Usulan

F. Verifikasi

Setelah dilakukan perancangan desain 3D, selanjutnya perlu dilakukan pengujian *particle simulation*, postur kerja usulan, dan efisiensi waktu.

Simulasi Partikel

Dengan menggunakan software Rocky DEM, analisis partikel (yang merepresentasikan kompos hijau), dapat dilakukan untuk menunjukkan berfungsi atau tidaknya alat bantu pengemasan yang diusulkan dan bagaimana pergerakan kompos hijau yang dipindahkan menggunakan alat usulan tersebut.



Gambar 10. Simulasi Partikel

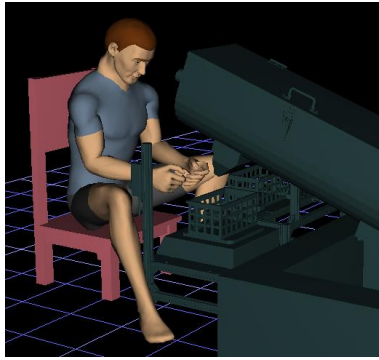
Dari simulasi partikel yang sudah dibuat menggunakan software Rocky DEM dengan pengaturan kecepatan perputaran screw sebesar 30 rpm terdapat beberapa informasi yang dapat diambil yaitu sebagai berikut:

1. Partikel membutuhkan waktu sekitar 13 detik untuk dipindahkan dari inlet menuju outlet.
2. Untuk mengisi kotak bervolume 10 kg menggunakan alat bantu pengemasan *screw conveyor*, membutuhkan waktu sekitar 6 (enam) detik, maka untuk mengisi kemasan 5 kg membutuhkan waktu sekitar 3 detik.
3. Untuk mengeluarkan 50kg partikel melalui outlet membutuhkan waktu sekitar 46 detik yang berarti untuk mengeluarkan 5kg partikel dibutuhkan waktu rata-rata sekitar 4.6 detik.

Perbedaan waktu pada poin 2 dan 3 disebabkan karena penanjakan *screw conveyor* dan hanya terjadi ketika *screw conveyor* mulai kosong.

Analisis RULA Postur Kerja Usulan

Analisis postur menggunakan alat usulan dilakukan menggunakan bantuan software Jack, analisis ini menggunakan tubuh lelaki default yang sudah tersedia karena alat bantu pengemasan usulan (*screw conveyor* dan kelengkapannya) diharapkan dapat digunakan oleh semua orang.



Gambar 11. Postur Kerja Usulan

Pekerja dapat menggunakan alat bantu yang diusulkan dalam posisi duduk menggunakan tempat duduk usulan yang dirancang, ketinggian tempat duduk rancangan adalah 25 cm yang dirancang dengan mengacu pada data antropometri lebar pinggul, tinggi bahu dalam posisi duduk, dan lebar bahu. Tempat duduk ini dirancang untuk memberikan kenyamanan untuk pengguna yang mengoperasikan mesin.

Gambar 12. Analisis RULA Postur Kerja Usulan

Efisiensi Waktu Usulan

Berdasarkan analisis simulasi partikel yang sudah dibuat, dapat diketahui bahwa pengisian kompos hijau ke dalam satu kemasan 5 kg dapat diselesaikan dalam waktu sekitar 4 detik. Apabila dibandingkan dengan waktu pengisian kompos hijau pada kondisi eksisting yaitu selama 55 detik, terdapat selisih waktu 51 detik. Selanjutnya data selisih waktu ini dikonversikan menjadi persentase efisiensi waktu menggunakan perhitungan berikut.

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{\text{selisih waktu eksisting dan usulan}}{\text{waktu eksisting}} \times 100\% \\ &= \frac{51}{55} \times 100\% = 92.7\% \end{aligned}$$

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di area pembuatan kompos hijau Universitas Telkom dengan fokus pada tahap pengemasan, didapatkan permasalahan mengenai MSDs dan waktu pengemasan yang kurang efisien. Untuk mengatasi permasalahan yang ditemukan tersebut, dibuat rancangan solusi menggunakan metode EFD, dan menghasilkan solusi berupa rancangan alat bantu pengemasan screw conveyor beserta kelengkapannya.

Dari perancangan alat bantu pengemasan tersebut didapatkan kesimpulan bahwa alat usulan dapat menurunkan risiko MSDs yang dibuktikan dengan menurunnya skor RULA postur kerja dari 6 (enam) ke 2 (dua). Selain itu, penggunaan alat usulan juga dapat membantu efisiensi tahap pengemasan dengan membuat tahapan tersebut 92.7% lebih efisien dari kondisi eksisting.

DAFTAR PUSTAKA

- R. Mustajab, "Data Konsumsi Pupuk Indonesia (2017-Semester I/2023)," dataindonesia.id. Accessed: Aug. 19, 2024. [Online]. Available: <https://dataindonesia.id/industri-perdagangan/detail/data-konsumsi-pupuk-indonesia-2017semester-i2023>
- M. Middlesworth, "A Step-by-Step Guide to the RULA Assessment Tool," ErgoPlus. Accessed: Aug. 19, 2024. [Online]. Available: <https://ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/>.
- "Screw Conveyor Engineering Guide," KWS Manufacturing. Accessed: Aug. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.iqsdirectory.com/articles/screw-conveyors.html>
- A. B. Rantawi, "PERANCANGAN UNIT TRANSFER (SCREW CONVEYOR) PADA MESIN PENGISI POLIBAG UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS KINERJA DI BIDANG PEMBIBITAN".
- F. A. Zakariya, "ANALISA REAKSI GAYA SCREW CONVEYOR PADA RANCANG BANGUN MESIN PENGGILING BERAS SKALA RUMAH TANGGA," 2014.
- M. R. Bateni, J. A. Szpunar, X. Wang, and D. Y. Li, "Wear and corrosion wear of medium carbon steel and 304 stainless steel," *Wear*, vol. 260, no. 1–2, pp. 116–122, Jan. 2006, doi: 10.1016/j.wear.2004.12.037.