PERANCANGAN *REVERSE VENDING MACHINE* UNTUK PENGUMPULAN DAN PEMILAHAN SAMPAH KEMASAN BOTOL PLASTIK, KERTAS, DAN LIMBAH MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN METODE *VDI* 2206

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk

menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Rian Destrieyanto

220322018

PROGRAM STUDI REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Perancangan *Reverse Vending Machine* untuk Pengumpulan Dan Pemilahan Sampah Kemasan Botol Plastik, Kertas, dan Limbah Minyak Jelantah Menggunakan Metode *VDI 2206*

Oleh:

Rian Destrieyanto

220322018

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 20 Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,	Pembimbing II,
M. Aditya Royandi, S.Tr., M.Sc., Ph.D.	**Bustami Ibrahim, SST., M.T.**
NIP. 199411122024061001	**NIP. 197609022003121001**

Disahkan,

Penguji I,

Riona Ihsan Media, SST., MSc.
NIP. 198802062010121006

Penguji II,	Penguji III,
Riky Adhiharto, ST., MT.	**Adi Surya Pradipta, S.T., M.T.**
NIP. 198506162014041002	**NIP. 199107252022031004**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Rian Destrieyanto
NIM	:	220322018
Jurusan	:	Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi	:	Rekayasa Perancangan Mekanik
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Perancangan *Reverse Vending Machine* untuk Pengumpulan dan Pemilahan Sampah Kemasan Botol Plastik, Kertas, dan Limbah Minyak Jelantah Menggunakan Metode *VDI 2206*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 20 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Rian Destrieyanto)
NIM 220322018

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Rian Destrieyanto
NIM	:	220322018
Jurusan	:	Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi	:	Rekayasa Perancangan Mekanik
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Perancangan *Reverse Vending Machine* untuk Pengumpulan dan Pemilahan Sampah Kemasan Botol Plastik, Kertas, dan Limbah Minyak Jelantah Menggunakan Metode *VDI 2206*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya barada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Nonekslusif *(Non-exclusive Royalty-Free Right)* atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Nonekslusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 20 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Rian Destrieyanto)
NIM 220322018

ABSTRAK

Permasalahan lingkungan di Indonesia, terutama dampak sampah dan limbah rumah tangga, belum ditangani secara efektif. Sampah anorganik dan minyak jelantah berpotensi mencemari lingkungan dan mengancam ekosistem. Data menunjukkan bahwa 33,26% dari total sampah nasional pada tahun 2023 sebesar 17 ton per tahun tidak dikelola dengan baik. Di lingkungan Kampus Politeknik Manufaktur Bandung, volume sampah botol plastik dan kertas cukup besar, sementara limbah minyak jelantah mencapai 0,5 liter per minggu. Pengelolaan yang tepat dapat memberikan dampak positif, seperti mengolah sampah botol plastik menjadi *filament 3D printing* dan mengubah minyak jelantah menjadi biodiesel. Mahasiswa Polman telah merancang *reverse vending machine (RVM),* namun terdapat beberapa kekurangan sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut. Tahapan penelitian menggunakan metode VDI 2206, menghasilkan sistem terintegrasi dari domain mekanik, elektronik, dan informasi, sehingga mesin menjadi sepenuhnya otomatis. Penelitian dan perancangan tentang *reverse vending machine* yang dilakukan menghasilkan mesin dengan dimensi 1128 x 764 x 1610 mm dan berat 158 kg ini dapat digunakan untuk *input* tiga jenis *unit load*: botol kemasan (kapasitas 100 botol), kertas (kapasitas 10 kg), dan minyak jelantah dalam kemasan botol (kapasitas 50 kg). Botol kemasan kosong disortir menggunakan sensor induktif dan *proximity* dan dipipihkan secara otomatis oleh penekan, sedangkan botol minyak jelantah dan kertas diidentifikasi berdasarkan beratnya menggunakan sensor *loadcell*. Mesin ini akan diimplementasikan oleh *startup Clever Waste* untuk mendukung program *Integrated Sustainable Waste Management (ISWM)* dalam pengelolaan sampah berkelanjutan.

Kata kunci: Lingkungan**,** *Integrated Sustainable Waste Management*, *Reverse Vending Machine*, VDI 2206.

ABSTRACT

Environmental problems in Indonesia, especially the impact of household waste and garbage, have not been addressed effectively. Inorganic waste and used cooking oil have the potential to pollute the environment and threaten the ecosystem. Data shows that 33.26% of the total national waste in 2023 of 17 tons per year is not managed properly. In the Bandung Manufacturing Polytechnic Campus environment, the volume of plastic bottle and paper waste is quite large, while used cooking oil waste reaches 0.5 liters per week. Proper management can have a positive impact, such as processing plastic bottle waste into 3D printing filaments and converting used cooking oil into biodiesel. Polman students have designed a reverse vending machine (RVM), but there are several shortcomings so further development is needed. The research stages use the VDI 2206 method, resulting in an integrated system from the mechanical, electronic, and information domains, so that the machine becomes fully automatic. Research and design of the reverse vending machine produced a machine with dimensions of 1128 x 764 x 1610 mm and a weight of 158 kg that can input three types of load units: packaging bottles (capacity 100 bottles), paper (capacity 10 kg), and used cooking oil (capacity 50 kg). Empty packaging bottles are sorted using inductive and proximity sensors and flattened automatically by a press, while used cooking oil bottles and paper are identified by weight using a load cell sensor. This machine will be implemented by the Clever Waste startup to support the Integrated Sustainable Waste Management (ISWM) program in sustainable waste management.

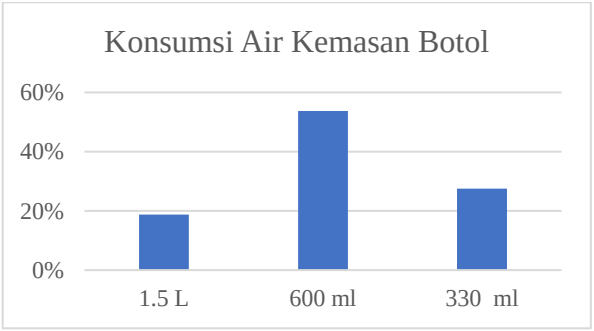
Keywords: Environment, Integrated Sustainable Waste Management, Reverse Vending Machine, VDI 2206.

BAB I
PENDAHULUAN

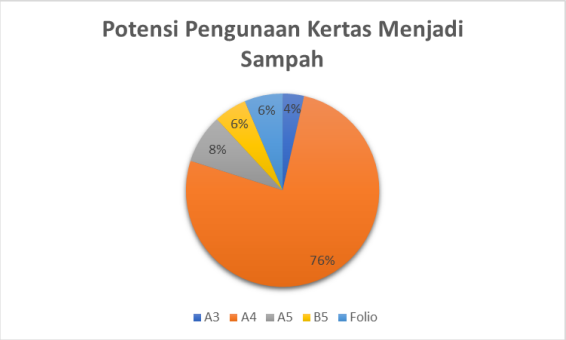
I.1 Latar Belakang

Permasalahan lingkungan di Indonesia, termasuk dampak dari sampah dan limbah rumah tangga, masih merupakan isu yang belum mendapatkan penanganan sepenuhnya efektif. Penanganan sampah khususnya sampah anorganik, belum dilakukan dengan cara yang baik. Sampah anorganik, seperti plastik dan kertas, memiliki sifat yang sulit terurai dan dapat mencemari tanah, air, serta mengancam ekosistem dan kehidupan [1]. Selain itu, minyak jelantah dari limbah rumah tangga juga menjadi masalah besar karena mengandung senyawa karsinogenik yang berpotensi menyebabkan kanker [2]. Pembuangan minyak bekas yang tidak tepat dapat merusak tanah dan menyebabkan penyumbatan aliran air.

Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2023 mencatat bahwa volume sampah nasional mencapai 17.027.843 ton per tahun, dengan 33,26% dari total tersebut tidak dikelola dengan baik. Sebagai contoh, Kota Bandung menghasilkan 1.594 ton sampah setiap hari, termasuk 16,70% plastik dan 13,98% kertas [3]. Selain itu, data dari Badan Pusat Statistik tahun 2022 mencatat tingkat konsumsi minyak sayur yang menghasilkan minyak jelantah per kapita per minggu sebesar 4.088,31 [4]. Dengan demikian, semua data ini menunjukkan perlunya tindakan berkelanjutan dan peningkatan kesadaran kolektif untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan di Indonesia, khususnya di Kota Bandung.



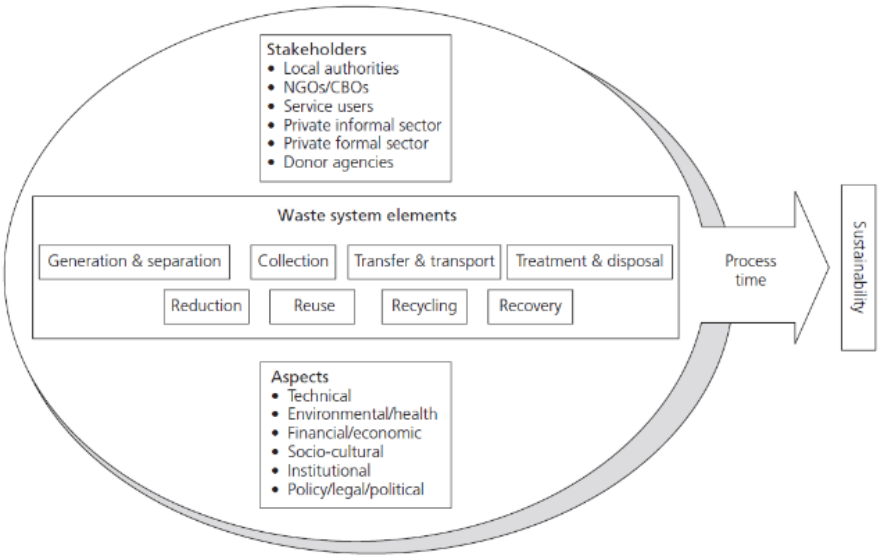
Gambar I.1 Grafik konsumsi air kemasan botol mahasiswa



Gambar I.2 Grafik konsumsi air kemasan botol mahasiswa

Untuk skala lingkungan kampus, berdasarkan survei di Kampus Politeknik Manufaktur Bandung, volume penggunaan kemasan botol plastik dan kertas cukup besar. Dari 80 responden mahasiswa, 91,8% mengonsumsi air dalam botol plastik, dengan botol 600 ml yang mendominasi sebesar 54%, sedangkan botol 330 ml, 1,5 L hanya sebanyak 28% dan 19%. Selain itu, kertas juga menjadi sumber sampah utama, dengan 76% berasal dari kertas A4. Sedangkan kertas A5, B5, dan folio masing-masing menyumbang 8%, 6%, dan 4% dari sampah kertas. Kemudian, survei lain juga dilakukan pada 30 responden masyarakat umum di lingkungan sekitar kampus. Survei yang dilakukan untuk mengetahui jumlah limbah minyak jelantah yang dihasilkan. Data menunjukkan bahwa limbah tersebut dapat dihasilkan rata-rata 0,5 liter per minggu oleh setiap kepala keluarga. Limbah minyak jelantah dibuang pada saluran pembuangan, tempat sampah, dan tanah. Sehingga, jika tidak dikelola dengan baik, jumlah ini akan terus bertambah dan berdampak serius pada lingkungan sekitar Kampus Polman Bandung.

Pemanfaatan dan pengelolaan yang tepat untuk sampah dan limbah dapat memberikan dampak positif. Contohnya, sampah kemasan botol plastik yang terbuat dari bahan *polymer* seperti *Polyethylene Terephthalate (PET)* dapat diolah menjadi *filament 3D printing* melalui proses ekstrusi [5]. Selain itu, limbah minyak jelantah dapat diubah menjadi biodiesel dengan mengonversi *trigliserida* dalam proses *transesterifikasi* [6]. Namun, jika pengumpulan dan pemilahan tidak tepat sesuai siklus pengelolaan. Maka, pemanfaatan tidak dapat dilakukan dengan benar.



Gambar I.3 Siklus *Integrated Sustainable Waste Management* (ISWM) [7].

Saat ini, terdapat sebuah pendekatan dalam pengelolaan sampah yang disebut sebagai *Integrated Sustainable Waste Management (ISWM)*. Pendekatan ini adalah metode pengelolaan sampah dan limbah yang berkelanjutan dan efisien. Ini mencakup pengurangan sampah di sumber, pengumpulan dan pemilahan yang cermat, pengolahan yang tepat, dan daur ulang. *ISWM* juga mempertimbangkan aspek sosial dan ekonomi, melibatkan masyarakat, dan berupaya mengurangi dampak lingkungan dan kesehatan dengan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya [7]. Oleh sebab itu, pengumpulan dan pemilahan sampah yang baik adalah langkah penting terhadap ekosistem lingkungan.

Selain itu, untuk meningkatkan kepedulian masyarakat, diperlukan sistem yang mengintegrasikan aspek ekonomi dan sosial, seperti penggunaan mesin *Reverse Vending Machine*. Mesin ini dapat memberikan insentif ekonomi, seperti imbalan atau diskon, untuk pengumpulan sampah. Sehingga mampu mendorong partisipasi masyarakat dalam mengurangi limbah [8].

Pada saat ini, sudah ada mahasiswa dari Polman yang telah merancang dan mengimplementasikan sebuah mesin *RVM* yang bekerja sama dengan Pemkot Bandung. Mesin ini dibuat perancang untuk mengurangi volume sampah botol kaleng dan plastik dengan cara dicacah pada mekanisme mesin. Mesin ini juga dapat menghitung jumlah botol yang dimasukkan dan mencetak setruk yang dapat ditukar dengan uang tunai [9].

Namun, berdasarkan hasil wawancara dengan perancang dan pengelola bank sampah Kota Bandung, menyatakan bahwa sampah yang sudah tercacah sulit dalam pengelolaannya dan juga dapat menurunkan nilai ekonomis sampah menjadi 75%. Selain itu, fitur yang dihadirkan pada mesin tidak *user-friendly* membuat antusias dan partisipasi masyarakat sangat kurang.

Dengan demikian, pengembangan rancangan mesin yang lebih inovatif diperlukan untuk mengatasi permasalahan dan kondisi saat ini. Mesin harus mampu mengelola berbagai jenis sampah, termasuk kemasan botol, kertas, dan limbah minyak jelantah. Serta lebih ergonomis dan menarik bagi masyarakat. Hal ini dapat dicapai dengan mengintegrasikan suatu sistem mekanik, informatik, dan elektronik melalui pendekatan metode VDI 2206.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, berikut adalah rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini.

1. Bagaimana rancangan *Revese Vending Machine* untuk pengumpulan dan pemilahan sampah botol kemasan plastik, kertas, dan limbah minyak jelantah?
2. Bagaimana ide rancangan integrasi sistem informasi mesin yang efektif untuk menambah *value*?
3. Bagaimana ide rancangan sistem kendali kontrol dalam mekanisme mesin?

I.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, beberapa aspek batasan masalah yang akan ditinjau adalah sebagai berikut.

1. Mesin ini dirancang berdasarkan studi kasus permasalahan lingkungan di wilayah sekitar Polman Bandung.
2. Rancangan sistem informasi berupa tampilan *Human Machine Interface* Mesin yang terintegrasi dengan mekanisme mesin melalui *flowchart* langkah kerja.
3. Rancangan sistem kendali kontrol berupa pemilihan komponen elektronik dalam setiap fungsi mekanisme dan cara kerjanya.
4. Rancangan difokuskan pada domain mekanik, serta perhitungan difokuskan pada fungsi utama.

5. Kajian penelitian mengacu pada rancangan mesin yang sudah diimplementasikan oleh mahasiswa Polman Bandung yaitu *Clever Waste*.
6. Kajian mengenai biaya pembuatan mesin tidak dilakukan.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat penelitian ini sebagai berikut.

1. Menghasilkan rancangan *Revese Vending Machine* untuk pengumpulan dan pemilahan sampah botol kemasan plastik, kertas, dan limbah minyak jelantah.
2. Mengetahui dan menghasilkan sistem informasi berupa tampilan *Human Machine Interface.*
3. Mengetahui dan menghasilkan sistem kendali kontrol berupa diagram komponen elektronik untuk mekanisme rancangan mesin.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil dari analisis dan juga perhitungan untuk data pendukung analisis komponen juga pemilihan komponen pada *Reverse Vending Machine*.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang dijalankan.