

**Pembuatan dan Pengujian Prototipe Alat Penarik Gerobak
Sampah**

Manufacture and Testing Of Prototype Waste Cart Towing Device

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Nazria

NPM: 173030030



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2024**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nazria

Nomor Pokok Mahasiswa : 173030030

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi.
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditukis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 29 Agustus 2024

Penulis,



Nazria

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

Nama : Nazria

NPM : 173030030

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Pembuatan dan pengujian prototipe alat penarik gerobak sampah”

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 29 Agustus 2024

Yang menyatakan,



Nazria

LEMBARAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Pembuatan dan Pengujian Prototipe Alat Penarik Gerobak Sampah



Nama: Nazria
NPM: 173030030

Pembimbing Utama



Ir. Farid Rizayana, M.T.

Pembimbing Pendamping



Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T.

LEMBARAN ENGESAHAN PENGUJI

Pembuatan dan Pengujian Prototipe Alat Penarik Gerobak Sampah



Nama: Nazria
NPM: 173030030

Tanggal sidang skripsi: Kamis, 29 Agustus 2024

Ketua : Ir. Farid Rizayana, M.T.

.....

Sekretaris : Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T.

.....

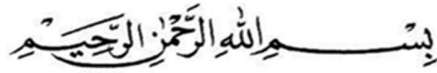
Anggota : Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.

.....

Anggota : Ir. Bukti Tarigan, M.T.

.....

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT. Berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi besar kita Muhammad SAW, yang memimpin umatnya dari zaman terang ini, penulis menyadari bahwa laporan akhir yang telah selesai ini masih belum sempurna karena keterbatasan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diperlukan agar penulis dapat menciptakan karya yang lebih baik lagi kedepannya. Laporan skripsi ini berisikan tentang Pembuatan dan pengujian prototipe alat penarik gerobak sampah. Selama penyusunan laporan penelitian ini, penulis banyak menerima nasihat, dorongan, bimbingan dan ilmu dari berbagai sumber. Itu tentang pengalaman yang tidak bisa diukur secara materi, tetapi yang membuka mata penulis bahwa pengalaman dan pengetahuan ini memang guru terbaik penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, mendukung dan membimbing penulis laporan disertasi ini.

1. Allah SWT, atas karunia-Nya yang memberikan kesehatan dan kelancaran kepada penulis dalam proses pembuatan laporan skripsi ini.
2. Keluarga, terutama yang selalu memberikan kasih sayang, semangat serta doa yang diberikan terus menerus dan memberikan dorongan tiada henti baik secara moril maupun materi kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T. Selaku Ketu Jurusan Teknik Mesin Universitas Pasundan yang senantiasa memberikan semangat agar penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
4. Bapak Ir. Farid Rizayana, M.T. Selaku Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi, memberikan fasilitas, mengoreksi, memberikan masukan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Mohammad Reza Hermawawan, S.T., M.T. Selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi, memberikan fasilitas, mengoreksi, memberikan masukan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Panji Nasrulloh terimakasih telah membantu selama proses penyusunan laporan skripsi ini.

7. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2017 yang saling memotivasi selama pembuatan laporan skripsi ini.

Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan lebih umum lagi bagi para pembaca serta semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan skripsi ini.

Bandung, 29 Agustus 2024

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nazria', with a stylized, cursive script.

Nazria

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	I
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	II
LEMBARAN PENGESAHAN PEMBIMBING	III
LEMBARAN ENGESAHAN PENGUJI	IV
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR TABEL	X
ABSTRAK	XI
ABSTRACT	XII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar belakang	1
2. Rumusan masalah.....	2
3. Tujuan.....	2
4. Manfaat.....	2
5. Batasan masalah	3
6. Sistematika penulisan	3
BAB II STUDI LITERATUR	5
1. Penelitian terdahulu	5
2. Sejarah gerobak sampah	6
3. Pengertrian alat penarik gerobak sampah.....	7
4. Material yang digunakan	8
5. Desain alat penarik gerobak sampah	9

6.	Perhitungan beban dan kekuatan	10
7.	Sistem transmisi.....	11
8.	Proses pembuatan rangka alat penarik.....	12
BAB III METODOLOGI		14
1.	Diagram tahapan penelitian	14
2.	Tahapan penelitian.....	14
3.	Jadwal kegiatan.....	16
4.	Tempat penelitian	16
5.	Alat ukur dan bahan yang digunakan	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
1.	Hasil pengujian alat penarik pada jalan datar	21
2.	Pengujian alat penarik pada jalan datar	22
3.	Perhitungan pengujian beban alat penarik	23
A.	Alat penarik diuji pada jalan datar	23
B.	Alat penarik pada jalan menanjak	24
4.	Format Hasil dan Pembahasan.....	26
A.	Daya tarik.....	26
B.	Efisiensi bahan bakar	27
5.	Hasil pengujian alat penarik gerobak sampah	29
6.	Foto- foto kegiatan.....	29
7.	Biaya pembuatan alat penarik gerobak sampah.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		36
1.	Kesimpulan.....	36
2.	Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....		37
LAMPIRAN.....		40
1.	Gambar	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Gerobak sampah yang di tarik [2].....	1
Gambar 2 Desain keseluruhan alat pemisah sampah [6]	5
Gambar 3 Gerobak sepeda [7]	6
Gambar 4 Gerobak pada abad ke-19 [8]	6
Gambar 5 Gerobak sampah yang didorong dan ditarik [9].....	7
Gambar 6 Ilustrasi gerobak sampah yang diberi alat penarik	8
Gambar 7 Desain isometri 3D alat penarik	10
Gambar 8 Sistem transmisi	12
Gambar 9 Frame tanpa dudukan ban	12
Gambar 10 Diagram alir	14
Gambar 11 Lokasi penelitian	16
Gambar 12 Diagram benda bebas (DBB) pada medan rata	24
Gambar 13 Diagram benda bebas (DBB) jalan menanjak	26
Gambar 14 Diagram benda bebas (DBB)	27
Gambar 15 Tampak depan gerobak	29
Gambar 16 Tampak samping	30
Gambar 17 Tampak atas	30
Gambar 18 Penempatan posisi alat penarik	30
Gambar 19 Pemasangan pengait pada bagian depan gerobak	31
Gambar 20 Pengelasan pengait	31
Gambar 21 Setelah pengait di pasangkan	32

DAFTAR TABEL

Table 1 Jadwal kegiatan penelitian	16
Table 2 Alat dan bahan	17
Table 3 Hasil analisis data dan pengujian pada jalan datar.....	21
Table 4 Hasil analisis data pada pengujian di jalan menanjak.....	22
Table 5 Spesifikasi alat uji pada jalan datar dan menanjak	28
Table 6 Hasil pengujian alat penarik pada jalan datar dan menanjak	29
Table 7 RAB (Rincian Anggaran dan Biaya)	32

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menguji prototipe alat penarik gerobak sampah dengan fokus utama pada pengurangan beban fisik pekerja kebersihan dan peningkatan efisiensi pengumpulan sampah yang sebelumnya telah dirancang. Masalah yang dihadapi pekerja kebersihan dalam pelaksanaan pengelolaan sampah adalah kelelahan fisik akibat aktivitas menarik gerobak sampah secara manual, yang dapat menurunkan produktivitas serta meningkatkan risiko cedera. Untuk mengatasi masalah tersebut, alat penarik yang dikembangkan dilengkapi dengan sistem otomatisasi sederhana guna meringankan beban pekerjaan. Serangkaian pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat ini, dimulai dari uji pada jalan datar guna mengukur daya tarik, stabilitas, kecepatan maksimum, percepatan maksimum, efisiensi bahan bakar, serta kekuatan struktur. Hasil pengujian pada medan datar menunjukkan bahwa alat ini memiliki daya tarik sebesar 49,0 N, stabilitas 49,05 N, kecepatan maksimum 2,64 m/s, percepatan maksimum 12 m/s, efisiensi bahan bakar 0,3 km.kg/L, serta kekuatan struktur sebesar 49,04 N. Sementara itu, pada uji di medan menanjak, alat menunjukkan daya tarik sebesar 91,43 N, stabilitas 84,93 N, kecepatan maksimum 1,68 m/s, percepatan maksimum 7,09 m/s, efisiensi bahan bakar 0,133 km.kg/L, dan kekuatan struktur sebesar 53,955 N. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa prototipe alat penarik gerobak sampah yang dibuat mampu mengurangi beban fisik pekerja kebersihan, mempercepat proses pengumpulan sampah, serta memiliki potensi untuk diterapkan secara luas dalam pengelolaan sampah di berbagai daerah. Selain itu, alat ini juga mampu menahan beban tanpa mengalami kerusakan struktural atau deformasi, serta dapat berfungsi dengan baik pada berbagai kondisi medan, termasuk permukaan datar dan menanjak. Penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi tersebut berhasil mengatasi sejumlah kendala utama dalam transportasi sampah manual, dengan memberikan solusi yang lebih efisien dan ergonomis bagi para pekerja kebersihan.

Kata kunci: Alat penarik, efisiensi pengangkutan, gerobak dorong.

ABSTRACT

This research aims to create and test a prototype of a waste cart pulling tool with a main focus on reducing the physical burden of cleaning workers and increasing the efficiency of waste collection that has previously been designed. The problem faced by sanitation workers in the implementation of waste management is physical fatigue due to the activity of manually pulling waste carts, which can reduce productivity and increase the risk of injury. To overcome this problem, the towing tool developed is equipped with a simple automation system to ease the workload. A series of tests were conducted to evaluate the performance of the tool, starting with tests on flat roads to measure pulling power, stability, maximum speed, maximum acceleration, fuel efficiency, and structural strength. The test results on flat terrain showed that the tool had a pulling force of 49.0 N, stability of 49.05 N, maximum speed of 2.64 m/s, maximum acceleration of 12 m/s, fuel efficiency of 0.3 km.kg/L, as well as a structural strength of 49.04 N. Meanwhile, in the uphill terrain test, the tool showed a pulling force of 91.43 N, stability of 84.93 N, maximum speed of 1.68 m/s, maximum acceleration of 7.09 m/s, fuel efficiency of 0.133 km.kg/L, and structural strength of 53.955 N. Based on the test results, it can be concluded that the prototype of the garbage cart towing tool made is able to reduce the physical burden of cleaning workers, accelerate the process, and reduce the physical burden of cleaning workers.

Keywords: Towing equipment, transportation efficiency, wheelbarrow.

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Pengelolaan sampah merupakan tantangan krusial yang dihadapi oleh banyak kota di Indonesia. Pertumbuhan penduduk yang pesat, meningkatnya aktivitas ekonomi, serta perubahan pola konsumsi masyarakat menyebabkan volume sampah terus bertambah dari tahun ke tahun. Kondisi ini berpotensi menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan apabila tidak ditangani dengan sistem pengelolaan yang efektif, efisien, dan berkelanjutan. Salah satu aspek penting dalam sistem pengelolaan adalah transportasi, yang berperan memindahkan sampah dari titik pengumpulan menuju tempat pembuangan sementara, pengolahan, maupun pembuangan akhir. Efektivitas transportasi sangat menentukan keberhasilan pengelolaan secara keseluruhan [1].



Gambar 1 Gerobak sampah yang di tarik [2]

Selama ini, di berbagai daerah, transportasi sampah umumnya dilakukan secara manual menggunakan gerobak dorong. Meskipun alat ini praktis dan menjadi sarana utama di wilayah dengan akses terbatas, penggunaannya menghadapi sejumlah kendala. Pekerja kebersihan dituntut mengeluarkan tenaga fisik yang signifikan untuk mendorong gerobak, terutama ketika melalui medan yang tidak rata atau menanjak. Kondisi tersebut menambah beban kerja, menimbulkan kelelahan, bahkan berpotensi menyebabkan cedera. Selain itu, gerobak dorong memiliki keterbatasan dari segi efisiensi, terutama pada area yang sulit dijangkau kendaraan besar [3].

Menyikapi permasalahan tersebut, muncul kebutuhan mendesak akan solusi yang mampu mengurangi beban fisik pekerja kebersihan sekaligus meningkatkan efisiensi dalam proses pengangkutan sampah. Salah satu solusi potensial adalah pengembangan prototipe alat penarik gerobak sampah. Dengan adanya alat penarik ini, pekerja kebersihan tidak lagi

harus mengeluarkan tenaga besar untuk mendorong gerobak, sehingga risiko cedera serta kelelahan dapat diminimalisir secara signifikan [4].

Alat penarik yang dirancang dengan mempertimbangkan berbagai kondisi medan memiliki potensi signifikan untuk memperluas jangkauan layanan pengelolaan sampah. Di daerah-daerah yang sulit diakses oleh kendaraan besar, alat ini dapat berfungsi sebagai solusi praktis yang meningkatkan cakupan layanan pengangkutan sampah. Dengan demikian, pengembangan prototipe alat penarik gerobak sampah ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi beban fisik pekerja kebersihan, tetapi juga berfokus pada peningkatan kualitas pengelolaan sampah di berbagai kondisi lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa inovasi ini dapat memberikan kontribusi yang lebih luas dalam menciptakan sistem pengelolaan sampah yang lebih efektif dan responsif terhadap tantangan yang ada [5].

2. Rumusan masalah

Rumusan masalah dari pembahasan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang alat penarik gerobak sampah yang ergonomis dan efisien untuk mengurangi beban kerja fisik serta meningkatkan produktivitas pekerja pengumpulan sampah?
- b. Bagaimana mengoptimalkan desain alat penarik gerobak sampah, meningkatkan efisiensi pengumpulan sampah untuk meminimalkan dampak lingkungan?

3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan prototipe alat penarik sampah yang dirancang khusus untuk mengurangi beban kerja fisik yang dihadapi oleh pekerja kebersihan.

4. Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

- a. Dengan adanya alat penarik, beban fisik yang ditanggung oleh para pekerja kebersihan akan berkurang, dapat mengurangi risiko cedera dan kelelahan yang sering dialami selama proses pengangkutan sampah.
- b. Pengembangan prototipe alat penarik ini dapat mendorong inovasi di bidang pengelolaan sampah, membuka peluang untuk mengembangkan lebih lanjut serta

penerapan teknologi lainnya yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem pengelolaan sampah.

5. Batasan masalah

Batasan masalah yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

- a. Prototipe ini di rancang untuk berfungsi dalam berbagai kondisi, termasuk jalan yang tidak rata dan menanjak.
- b. Alat penarik ini di rancang untuk menarik geriobak sampah dengan kapasitas beban maksimum tertentu, yang akan ditentukan berdasarkan kebutuhan rata-rata pengangkutan sampah di wilayah perkotaan.

6. Sistematika penulisan

Sistematika penulisan bertujuan untuk memudahkan penyusunan laporan penelitian, penelitian ini terdiri dari lima bab dengan detail sistematika penulisannya, sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN. Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II : STUDI LITERATUR. Dalam bab ini menjelaskan mengenai studi literatur yang terdiri atas referensi atau acuan terkait proses pembuatan prototipe alat penarik. Isi studi literatur diperoleh dari berbagai sumber seperti jurnal, artikel, situs web resmi, dan surat kabar.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN. Bab ini membahas tentang diagram alir penelitian, diagram alir pengujian, jadwal kegiatan, dan tempat penelitian.

BAB IV : ANALISIS DAN DATA. Bab ini membahas tentang pengujian, hasil pengujian, pembahasan, dan tahapan pembuatan.

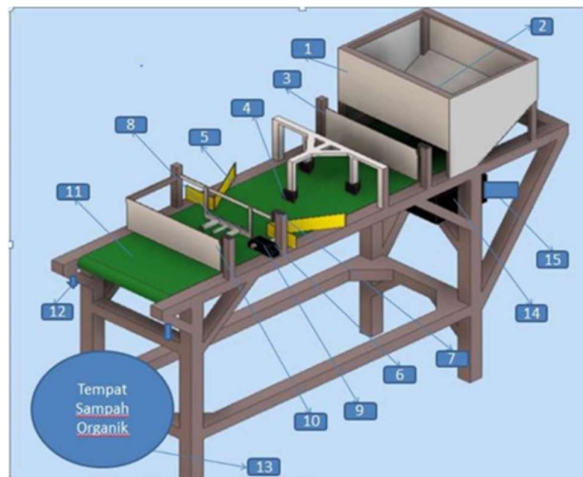
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN. Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pembuatan prototipe rangka dan saran yang bermanfaat untuk melanjutkan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA. Berisikan buku acuan dan jurnal yang digunakan guna menunjang penelitian ini. Dan **LAMPIRAN.**

BAB II STUDI LITERATUR

1. Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Marlinda Ike Sari, Rini Handayani, Simon Siregar, dan Bagus Isnur dari Universitas Telkom pada tahun 2018 mengembangkan prototipe alat pemilah benda berdasarkan warna menggunakan sensor warna TCS23200. Sistem ini dirancang untuk mengidentifikasi lima warna utama: merah, hijau, biru, putih, dan hitam. Setiap warna yang terdeteksi oleh sensor akan mengaktifkan motor servo tertentu yang membuka gerbang menuju tempat penampungan yang sesuai. Selain itu, conveyor yang digerakkan benda melalui sensor warna. Desain mekanik dan elektronik alat ini disusun sedemikian rupa untuk memastikan akurasi dalam pemilihan berdasarkan warna. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi warna objek dengan kisaran nilai RGB yang ditentukan dan mengaktifkan motor servo yang sesuai[6]. Gambar 2 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2 Desain keseluruhan alat pemisah sampah [6]

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ali ramadhan berjudul “Representasi gerobak sepeda sebagai alat angkut barang bekas,” gerobak digambarkan sebagai alat yang digunakan untuk membantu mempermudah pekerjaan seseorang. Pada awalnya, gerobak merupakan kendaraan yang ditarik oleh hewan dan memiliki sepasang roda. Saat ini, alat angkut beroda dua yang ditarik oleh tenaga manusia juga sering disebut gerobak dan memiliki beragam fungsi, seperti untuk mengangkut sampah, barang bekas, dan lainnya. Terdapat beberapa bentuk gerobak, di antaranya gerobak sepeda dan gerobak dorong. Perbedaan keduanya terletak pada jumlah roda, gerobak sepeda memiliki tiga roda

sedangkan gerobak dorong memiliki dua roda dengan satu penyangga di bagian depan[7]. Gambar 3 seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3 Gerobak sepeda [7]

2. Sejarah Gerobak Sampah

Sejarah gerobak sampah mencerminkan perkembangan signifikan dalam pengelolaan limbah perkotaan. Alat ini telah digunakan sejak zaman kuno sebagai sarana sederhana untuk mengumpulkan sampah dari pemukiman, di mana pada awalnya gerobak ditarik oleh manusia atau hewan. Memasuki abad ke-19, seiring dengan pesatnya perkembangan industri dan urbanisasi di Eropa dan Amerika, gerobak sampah mulai menggunakan material logam untuk meningkatkan daya tahan dan kekuatannya. Inovasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam mengumpulkan sampah, tetapi juga membuka jalan bagi pengembangan lebih lanjut, seperti penerapan motorisasi, penggunaan bahan yang lebih ringan, serta integrasi teknologi sensor pada gerobak modern. Perkembangan tersebut menjadi elemen penting dalam upaya perkotaan untuk mengelola limbah secara lebih efisien dan berkelanjutan[8]. Gambar 4 seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4 Gerobak pada abad ke-19 [8]

Gerobak sampah merupakan salah satu peralatan esensial dalam sistem pengelolaan limbah modern. Alat ini dirancang khusus untuk memudahkan proses pengumpulan limbah dari berbagai lokasi, dengan struktur yang kokoh serta dilengkapi dengan struktur yang kokoh serta dilengkapi roda untuk memuahkan mobilitas di berbagai jenis medan. Umumnya terbuat dari material yang tahan lama seperti baja atau aluminium, gerobak sampah memiliki wadah yang dirancang secara khusus untuk menampung sampah dan limbah yang terkumpul. Dengan adanya gerobak sampah ini, petugas kebersihan atau pekerja sanitasi sapat melakukan pengumpulan sampah dari rumah, tempat usaha, maupun area publik dengan lebih efisien dan efektif[9]. Gambar 5 seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



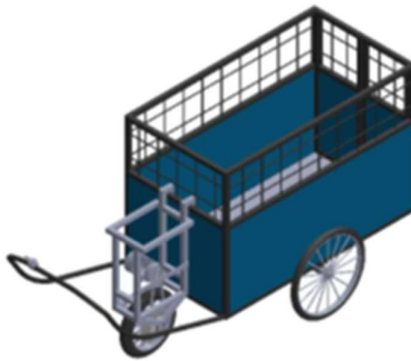
Gambar 5 Gerobak sampah yang didorong dan ditarik [9]

3. Pengertrian Alat Penarik Gerobak Sampah

Alat penarik gerobak sampah merupakan perangkat mesin yang dirancang khusus untuk menarik gerobak yang berisi sampah atau limbah dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Perangkat ini umumnya memiliki struktur utama yang terbuat dari material kuat dan tahan lama, seperti baja atau aluminium, yang mampu menopang bobot gerobak serta memastikan kestabilan selama operasional. Selain itu, alat penarik ini dilengkapi dengan roda yang memungkinkan gerakan yang lancar diberbagai jenis permukaan, baik di atas jalan aspal maupun di tanah[10].

Oleh karena itu, sistem transportasi yang efisien sangat diperlukan untuk mendukung kelancaran pengelolaan sampah. Pemanfaatan peralatan mekanis seperti alat penarik gerobak sampah berbasis mesin bensin menjadi salah satu solusi yang dapat meningkatkan efektivitas kerja. Dengan adanya alat ini, proses pemindahan sampah dapat dilakukan lebih cepat, beban fisik pekerja berkurang, serta jangkauan pengangkutan menjadi lebih luas. Hal ini menjadikan transportasi sampah tidak hanya sekedar pemindahan, tetapi juga bagian penting dalam meningkatkan kualitas sistem pengelolaan sampah secara keseluruhan[11].

Alat penarik gerobak sampah dilengkapi dengan beragam sistem penggerak, seperti mesin pembakaran dalam, motor listrik, atau sistem hidrolik, yang berfungsi untuk memberikan tenaga yang diperlukan dalam menggerakkan alat serta menarik gerobak dengan efisiensi tinggi. Perangkat ini juga dilengkapi dengan sistem kontrol operasional yang memungkinkan pengemudi atau operator untuk mengatur kecepatan, arah gerakan, dan fungsi lainnya. Kontrol ini dapat berupa tuas, pedal, atau panel kontrol yang terletak di dekat posisi pengemudi. Alat ini biasanya dibuat dari berbagai material yang dipilih berdasarkan kekuatan, ketahanan terhadap korosi, serta bobot yang optimal. Beberapa bahan yang umum digunakan termasuk baja, aluminium, dan paduan logam lainnya[12]. Gambar 6 seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 6 Ilustrasi gerobak sampah yang diberi alat penarik

4. Material Yang Digunakan

Alat penarik gerobak sampah umumnya dirancang dengan memanfaatkan kombinasi material yang kuat, ringan, dan tahan terhadap korosi untuk menghadapi kondisi lingkungan yang beragam. Rangka utamanya sering kali menggunakan baja atau aluminium, baja dipilih karena kekuatan strukturalnya yang tinggi, sementara aluminium memberikan keuntungan berupa bobot yang lebih ringan serta ketahanan terhadap korosi. Selain itu, roda pada alat ini biasanya dilapisi karet atau poliuretan guna memastikan traksi yang optimal dan ketahanan terhadap abrasi di berbagai jenis medan[13].

Baja merupakan paduan logam yang sebagian besar terdiri dari besi dan karbon, dengan kandungan karbon berkisar antara 0,2% hingga 2,1% penambahan karbon pada besi meningkatkan sifat mekanis, seperti kekuatan dan kekerasan, dibandingkan dengan besi murni, namun tetap mempertahankan kemampuan bentuk yang baik. Baja yang digunakan dalam pembuatan alat penarik gerbak sampah biasanya berupa baja karbon atau baja tahan karat, karena keduanya memiliki kekuatan tinggi dan daya tahan yang baik terhadap beban

berat serta kondisi lingkungan yang kersa. Baja karbon dipilih karena kemampuannya menahan tekanan dan benturan tanpa mengalami deformasi yang signifikan, sehingga sangat cocok digunakan untuk rangka dan komponen struktur yang harus menahan berat gerobak dan beban lainnya[14].

Aluminium yang digunakan dalam pembuatan alat penarik gerobak sampah dipilih berdasarkan sifatnya yang ringan dan ketahanannya terhadap korosi. Bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan baja berkontribusi dalam mengurangi beban keseluruhan alat, sehingga mempermudah pengguna dalam mengoperasikannya. Selain itu, aluminium juga memiliki ketahanan yang baik terhadap oksidasi dan karat, menjadikannya sangat cocok untuk digunakan diluar ruangan, terutama dalam kondisi yang sering terpapar elemen cuaca seperti hujan dan kelembapan[15].

Karet dan poliuretan merupakan dua jenis bahan elastomer yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama karena sifatnya yang fleksibel dan tahan lama. Karet, yang dapat berasal dari sumber alami maupun sintesis, dikenal karena elastisitasnya yang tinggi, ketahanan terhadap abrasi, serta kemampuannya dalam menyerap guncangan. Oleh karena itu karet sering digunakan pada komponen ban, seal, atau pegangan. Pada alat penarik gerobak sampah. Karet atau poliuretan umumnya diaplikasikan pada roda, mengingat sifat elastis, daya tahan, dan kemampuannya dalam menyerap getaran[16].

5. Desain Alat Penarik Gerobak Sampah

Desain alat penarik gerobak sampah merupakan proses pembuatan dan pengembangan yang dirancang khusus untuk menarik atau menggerakkan gerobak sampah. Desain ini mengutamakan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan dalam penggunaannya pada operasi pengelolaan sampah. Berbagai aspek diperhatikan dalam desain ini, termasuk bentuk fisik alat, material yang digunakan, mekanisme penarikan, serta elemen-elemen keamanan dan kenyamanan bagi pengguna. Dengan mempertimbangkan semua faktor tersebut, diharapkan alat penarik gerobak sampah dapat memberikan solusi yang efektif dalam pengelolaan limbah sampah[17].

Desain alat penarik gerobak sampah dapat bervariasi sesuai dengan konteks dan kebutuhan spesifikasi lingkungan operasional. Proses desain ini memerlukan pemahaman yang mendalam mengenai jenis sampah yang dihadapi, volume dan frekuensi pengumpulan, serta kondisi lingkungan tempat alat tersebut akan digunakan. Selain itu, aspek-aspek ergonomi, keberlanjutan lingkungan, dan efisiensi operasional juga harus dipertimbangkan dalam desain alat penarik gerobak sampah. Hal ini mencakup pemilihan

material yang tahan lama dan mudah didaur ulang, penggunaan tenaga yang efisien, serta desain yang meminimalkan resiko cedera bagi operator. Dengan memperhatikan semua faktor tersebut, diharapkan alat ini dapat berfungsi secara optimal dalam mendukung kegiatan pengelolaan sampah[18]. Gambar 7 seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 7 Desain isometri 3D alat penarik

6. Perhitungan beban dan kekuatan

Perhitungan beban dan kekuatan dalam pembuatan alat penarik gerobak sampah merupakan aspek yang sangat penting untuk memastikan alat tersebut dapat menahan beban yang diangkut tanpa mengalami kerusakan. Proses perhitungan ini dimulai dengan menentukan kapasitas beban maksimum yang diharapkan, yang biasanya dinyatakan dalam satuan kilogram (kg). Dengan melakukan perhitungan yang tepat, dapat dipastikan bahwa desain dan material yang digunakan dalam alat penarik tersebut mampu mendukung beban tersebut dengan aman dan efisien[19].

$$F = m \cdot g \quad (1)$$

Dimana:

- a. m adalah massa beban
- b. g adalah percepatan gravitasi (9.81 m/s^2)
- c. F adalah gaya tarik

selain itu, kita juga perlu mempertimbangkan gaya gesekan (f) antara roda alat dan permukaan tanah, yang dapat dihitung dengan rumus:

$$f = \mu \cdot N \quad (2)$$

Dimana:

- a. μ adalah koefisien gesekan
- b. N adalah gaya normal (bernilai sama dengan gaya berat, $N = m \cdot g$).

Setelah mengetahui gaya tarik dan gaya gesekan, analisis kekuatan material menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa komponen alat, seperti rangka dan sambungan, mampu menahan gaya-gaya tersebut. Kekuatan material dianalisis dengan menggunakan Hukum Hooke, serta konsep tegangan (stress) dan regangan (strain)[20].

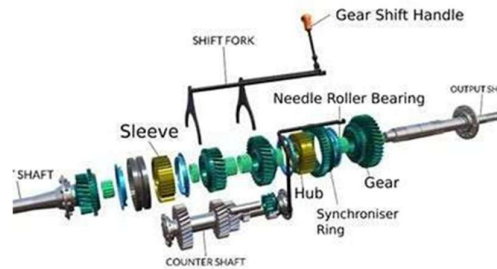
Material yang digunakan dalam pembuatan alat penarik gerobak sampah harus memiliki tegangan tarik (tensile strength) yang cukup tinggi untuk menahan tegangan maksimum yang terjadi, sehingga dapat menghindari kerusakan. Selain itu, dalam pemilihan material, faktor keamanan (*safety factor*) juga harus dipertimbangkan, yang umumnya berkisar antara 1,5 hingga 3. Penggunaan faktor keamanan ini bertujuan untuk memberikan margin aman terhadap ketidakpastian yang mungkin terjadi dalam beban operasional, sehingga memastikan bahwa alat tersebut dapat berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi[21].

7. Sistem transmisi

Sistem transmisi pada alat penarik gerobak sampah merupakan komponen yang sangat penting, bertanggung jawab atas pengaturan tenaga dari mesin ke roda atau sistem penggerak alat penarik. Sistem ini memungkinkan pengendalian kecepatan dan daya tarik gerobak, serta memberikan fleksibilitas bagi pengemudi untuk menyesuaikan pengoperasian sesuai dengan kondisi medan atau beban yang dihadapi. Umumnya, alat penarik gerobak sampah menggunakan transmisi manual atau transmisi otomatis, tergantung pada desain dan kebutuhan penggunaannya. Dengan pemilihan sistem transmisi yang tepat, diharapkan alat ini dapat berfungsi secara optimal dan efisien dalam mendukung kegiatan pengelolaan sampah[22].

Transmisi manual pada alat penarik gerobak sampah umumnya terdiri dari tuas gigi yang digunakan untuk memilih gigi yang sesuai dengan kondisi operasional. Tuas gigi ini memungkinkan pengemudi untuk mengubah rasio perbandingan antara putaran mesin dan putaran roda gerobak dengan memilih gigi yang tepat. Penggunaan tuas gigi memberikan pengendalian yang lebih presisi dan fleksibilitas dalam menghadapi berbagai medan atau

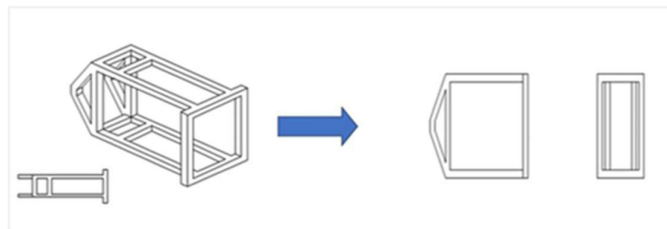
beban yang berbeda. Di sisi lain, transmisi otomatis pada alat penarik gerobak sampah menggunakan sistem pengaturan otomatis untuk memilih gigi yang sesuai tanpa intervensi manual, atau sistem penggerak tambahan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kenyamanan pengguna. Dengan pemilihan transmisi yang tepat, alat penarik gerobak sampah dapat berfungsi secara optimal dalam menghadapi berbagai kondisi operasional, menjaga efisiensi, keandalan, dan keamanan penggunaan alat tersebut dalam pengelolaan sampah yang efektif[23]. Gambar 8 seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 8 Sistem transmisi

8. Proses pembuatan rangka alat penarik

Proses pembuatan alat penarik gerobak sampah dimulai dengan penelitian dan pengembangan konsep desain yang sesuai dengan kebutuhan operasional. Desain awal dibuat menggunakan perangkat lunak desain 3D, seperti CAD, untuk memvisualisasikan bentuk dan mekanisme kerja alat. Setelah desain disetujui, pemilihan bahan yang sesuai dilakukan untuk pembuatan komponen utama, seperti rangka, roda, dan sistem penarik. Proses fabrikasi kemudian dilaksanakan, meliputi pemotongan, pengelasan, dan perakitan komponen menjadi satu kesatuan. Prototipe yang telah dirakit kemudian diuji untuk memastikan kekuatan, kenyamanan penggunaan, dan efektivitas dalam menarik gerobak sampah. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan alat penarik gerobak sampah dapat berfungsi secara optimal dan memenuhi tujuan pengelolaan sampah yang efisien[24]. Gambar 9 seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



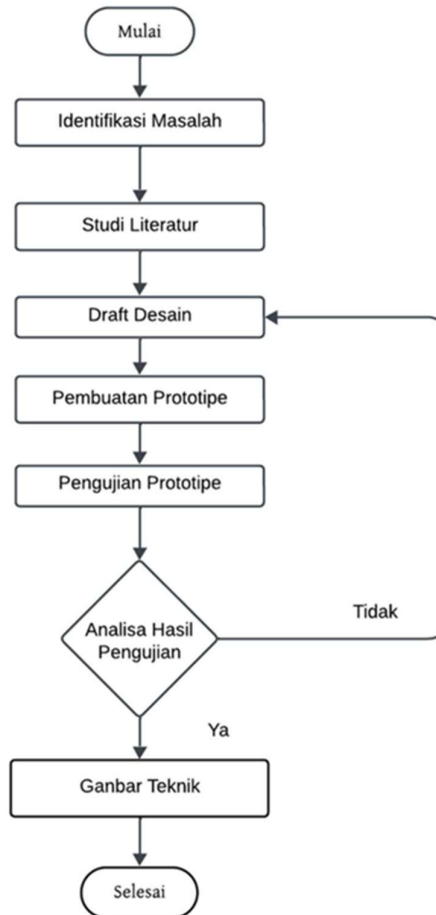
Gambar 9 Frame tanpa dudukan ban

Pada gambar 6 frame tanpa dudukan ban adalah rangka dasar dari alat penarik gerobak sampah yang belum dilengkapi dengan tempat duduk atau komponen pelengkap lainnya. Pada gambar ini terdapat gambar isometri, pandangan atas, pandangan samping dan pandangan bawah.

BAB III METODOLOGI

1. Diagram tahapan penelitian

Pada gambar 10 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 10 Diagram alir

2. Tahapan Penelitian

Berikut adalah penjelasan diagram alir untuk alat penarik gerobak sampah:

a. Mulai

Proses mulai pada pengujian ini alat penarik gerobak sampah adalah tahapan awal dalam pengujian prototipe atau alat yang telah dikembangkan untuk memastikan alat tersebut berfungsi sesuai yang diharapkan.

b. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah adalah proses pengenalan dan pemahaman terhadap permasalahan atau hambatan yang dihadapi dalam situasi atau koneksi.

c. Studi literatur

Studi literatur adalah proses sistematis dalam mencari, meninjau, dan menganalisis literatur yang relevan yang telah dipublikasi mengenai topik atau masalah tertentu.

d. Draft desain

Pada tahapan ini, penelitian mulai menggambarkan dan mendeskripsikan rangka alat penarik berdasarkan kebutuhan di lapangan dan hasil studi pustaka. Draft dibuat dalam bentuk gambar teknik dan deskripsi tertulis, sebagai dasar pembuatan prototipe.

e. Pembuatan prototipe

Pembuatan prototipe alat penarik gerobak sampah adalah proses merancang dan mengembangkan model awal dari sebuah alat yang dirancang untuk membantu atau menggerakkan gerobak sampah secara lebih efisien.

f. Pengujian prototipe

Pengujian alat penarik gerobak sampah adalah proses evaluasi dan analisis untuk memastikan bahwa alat tersebut berfungsi sesuai dengan yang dirancang. Dengan menilai kinerja, keamanan, dan keandalan alat dalam kondisi penggunaan nyata.

g. Analisis hasil pengujian

Analisis hasil pengujian alat penarik gerobak sampah merupakan langkah penting untuk mengevaluasi performa, keamanan, dan keandalan alat setelah melalui serangkaian uji coba.

h. Gambar teknik

Gambar teknik ini merupakan hasil dari tahapan perancangan alat dalam proses penelitian. Gambar menunjukkan struktur utama alat penarik gerobak sampah yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan kerja petugas kebersihan.

i. selesai

3. Jadwal Kegiatan

Table 1 Jadwal kegiatan penelitian

4. Tempat penelitian

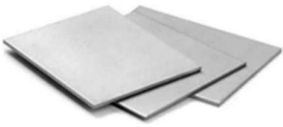
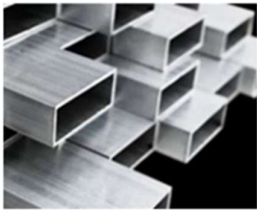
16

5. Alat Ukur dan Bahan Yang Digunakan

Tabel 2 seperti yang di tunjukkan pada tabel di bawah ini.

Table 2 Alat dan bahan

No	Nama alat	Fungsi	Gambar
1.	Mesin las listrik	Untuk menyambungkan bagian-bagian logam	
2.	Jangka sorong	Jangka sorong berfungsi untuk mengukur panjang, diameter luar, diameter dalam, dan kedalaman benda dengan tingkat ketelitian tinggi (hingga 0,001 mm).	
3.	Gerinda potong	Untuk memotong logam sesuai dengan desain yang diinginkan.	
4.	Kunci pas dan obeng	kunci pas, kunci inggris, dan obeng untuk mengencangkan baut, mur, atau pengikat lainnya.	
5.	Inclinometer	Alat ini digunakan untuk mengukur sudut	

No	Nama alat	Fungsi	Gambar
		kemiringan tanjakan. Alat ini dapat mengukur sudut kemiringan, elevasi, atau depresi suatu objek atau permukaan relatif terhadap garis horizontal.	
6.	Besi Hollow	Besi hollow digunakan untuk rangka utama alat penarik, karena kekuatannya yang tinggi dan ringan. Kuat, tahan lama dan mudah dibentuk sesuai kebutuhan desain.	
7.	Plat baja	Plat baja sering digunakan untuk berbagai dasar dan permukaan yang membutuhkan kekuatan tambahan. Kuat dan mampu menahan beban berat.	
8.	Aluminium	Aluminium merupakan salah satu alternatif ringan untuk komponen yang tidak memerlukan kekuatan sekuat baja, seperti pegangan atau bagian aksesoris. Tahan	

No	Nama alat	Fungsi	Gambar
		karat, ringan, dan mudah dibentuk, relatif rendah sifatnya tahan korosi alami aluminium.	
9.	Karet atau polyurethane	Salah satu bahan yang digunakan pada roda dan pegangan untuk memberikan kenyamanan dan daya cengkraman yang baik. Tahan lama, memberikan bantalan yang baik, dan tahan terhadap berbagai kondisi cuaca.	
10.	Roda besi dan Nylon	Digunakan sebagai roda untuk alat penarik sampah, tergantung pada kebutuhan beban yang akan digunakan. Roda besi cocok untuk beban berat dan permukaan kasar, sementara roda nylon lebih ringan dan cocok untuk permukaan yang lebih halus.	
11.	Baut dan Mur	Baut dan mur merupakan komponen penting dalam konstruksi dan	

No	Nama alat	Fungsi	Gambar
		perakitan mekanis karena memungkinkan penyambungan yang kuat dan stabil antara berbagai komponen. Baut dan mur memberikan fleksibilitas dalam perakitan, memudahkan perbaikan, serta meningkatkan keamanan dan kekokohan	

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Alat Penarik Pada Jalan Datar

Hasil pengujian alat penarik gerobak sampah pada jalan datar menunjukkan bahwa alat tersebut mampu menarik beban dengan stabil pada kecepatan maksimum sekitar 2,64 m/s². Selain itu, konsumsi bahan bakar dan efisiensi energi juga diuji, menunjukkan hasil yang memadai untuk operasi sehari-hari. Stabilitas alat tetap terjaga tanpa adanya kecenderungan untuk terguling, bahkan saat membawa beban penuh. Pengujian durabilitas menunjukkan bahwa alat ini dapat bertahan dalam penggunaan jangka panjang tanpa mengalami kerusakan signifikan. Dengan demikian, alat penarik gerobak sampah ini menunjukkan performa yang baik dan dapat diandalkan dalam pengelolaan sampah[25].

Hasil pengujian beban alat penarik gerobak sampah menunjukkan bahwa alat ini mampu menahan beban maksimum yang telah ditentukan, yaitu 100 kg, tanpa mengalami kerusakan struktural atau deformasi. Alat ini menunjukkan elastisitas yang baik, dengan tidak terdeteksinya defleksi selama pengujian. Selain pengujian statis, alat juga diuji dalam kondisi dinamis, termasuk kemampuan menarik dan mendorong gerobak sampah di berbagai permukaan datar maupun miring. Hasil pengujian ini mengindikasikan bahwa alat penarik gerobak sampah memiliki kinerja yang baik dan dapat diandalkan dalam berbagai kondisi operasional[26]. Adapun hasil analisis data pada pengujian alat penarikan, prototipe alat penarik pada jalan datar dapat dilihat pada tabel di bawah ini. Tabel 3 seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

Table 3 Hasil analisis data dan pengujian pada jalan datar

No	Parameter	Hasil
1	Kecepatan maksimum alat	2,46 m/s ²
2	Beban maksimum	100 Kg
3	Konsumsi bahan bakar	Efisiensi untuk penggunaan harian
4	Efisiensi energi	Memadai, mendukung operasional
5	Stabilitas alat	Stabil, tidak terguling meski membawa beban penuh

No	Parameter	Hasil
6	Hasil uji durabilitas	Tidak mengalami kerusakan signifikan dalam penggunaa jangka panjang
7	Hasil uji struktur beban	Tidak ada deformasi atau kerusakan saat membawa 100 kg
8	Elastisitas rangka	Baik, tidak terdeteksi dafleksi
9	Kondisi pengujian	Jalan datar dan berbagai kondisi dinamis lainnya
10	Kemampuan manuver	Baik di medan datar maupun miring

2. Pengujian Alat Penarik Pada Jalan Menanjak

Hasil pengujian alat penarik gerobak sampah pada jalan menanjak menunjukkan bahwa alat ini mampu menarik beban 100 kg dengan stabilitas yang baik. Pada kemiringan 8,33%, alat penarik ini dapat mempertahankan kecepatan rata-rata 0,84 m/s² tanpa mengalami penurunan performa yang signifikan. Meskipun konsumsi bahan bakar mengalami penurunan sekitar 13% dibandingkan dengan pengujian pada jalan datar, hal ini masih berada dalam batas efisiensi yang dapat diterima. Selain itu, pengujian durabilitas pada jalan menanjak menunjukkan bahwa alat ini memiliki ketahanan yang baik terhadap keausan dan kerusakan mekanis. Komponen utama, seperti mesin, transmisi, dan sistem suspensi, menunjukkan performa yang stabil meskipun digunakan dalam kondisi yang berat. Hasil ini mengindikasikan bahwa alat penarik gerobak sampah ini dapat diandalkan dalam berbagai kondisi medan, termasuk yang menanjak. Adapun analisis data prototipe alat penarik gerobak sampah pada jalan menanjak dapat dilihat pada tabel dibawah ini[27]. Tabel 4 seperti yang di tunjukkan di bawah ini.

Table 4 Hasil analisis data pada pengujian di jalan menanjak

No	Parameter	Hasil
1	Beban yang ditarik	100 Kg

No	Parameter	Hasil
2	Kemiringan jalan	8,33% (setara dengan 4,76%)
3	Kecepatan rata-rata stabilitas durabilitas	0.84 m/s ² .
4	Konsumsi bahan bakar	Meningkat kurang lebih 13% dibanding jalan datar
5	Efisiensi bahan bakar	Masih dalam efisiensi operasional
6	Stabilitas gerobak	Baik, tidak terjadi selip atau kehilangan keseimbangan
7	Performa mesin	Stabil meskipun bekerja di medan berat
8	Performa transmisi dan suspensi	Tidak menunjukkan penurunan fungsi
9	kesimpulan	Alat dapat beroperasi secara andal di medan menanjak dengan beban penuh

3. Perhitungan Pengujian Beban Alat Penarik

Perhitungan pengujian beban pada alat penarik gerobak sampah melibatkan dua jenis perhitungan, yaitu perhitungan untuk kondisi jalan menanjak dan perhitungan untuk kondisi jalan data:

A. Alat Penarik Diuji Pada Jalan Datar

Pada permukaan rata dengan beban 100 kg, usaha tarik yang diukur menggunakan dinamometer adalah 50 N. Sementara itu, ketika alat diuji pada medan kasar, usaha tarik yang diukur meningkat menjadi 75 N. Oleh karena itu, perhitungan koefisien gesekan dapat dilakukan dengan menggunakan data usaha tarik yang diperoleh dari kedua pengujian tersebut. Dengan informasi ini, koefisien gesekan dapat dihitung untuk mengevaluasi pengaruh medan terhadap kinerja alat penarik gerobak sampah dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Koefisien gesek} = \frac{\text{usaha tarik}}{\text{Berat benda}}$$

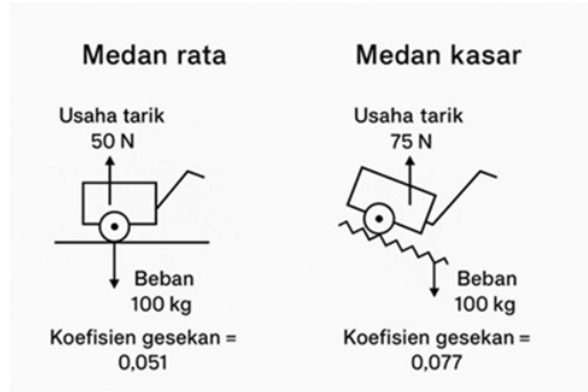
Untuk medan rata:

$$\text{Koefisien gesek} = \frac{50 \text{ N}}{100 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}} = 0.051$$

Untuk medan kasar:

$$\text{Koefisien gesek} = \frac{75 \text{ N}}{100 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}} = 0.077.$$

Jadi hasil pengujian alat penarik pada jalan datar menghasilkan koefisien gesek sebesar 0.051, sedangkan pada jalan tidak rata atau menanjak menghasilkan koefisien gesek sebesar 0.077. Gambar 12 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 12 Diagram benda bebas (DBB) pada medan rata

B. Alat penarik pada jalan menanjak

Untuk melakukan perhitungan alat penarik gerobak sampah pada pengujian beban di jalan menanjak, beberapa parameter fisika harus diperhitungkan. Berikut adalah langkah- langkah perhitungannya:

Parameter yang diperlukan :

Sudut kemiringan (θ): sudut kemiringan tanjakan

- Massa beban (m): Total massa gerobak beserta isinya.
- Gaya tarik (F) adalah gaya yang diperlukan untuk menarik beban.
- Gaya normal (N) adalah gaya yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan jalan.
- Gaya gesekan (f) adalah gaya yang bekerja melawan gerakan akibat gesekan.
- Gravitasi (g) adalah percepatan gravitasi, biasanya 9.8 m/s^2 .

Perhitungan:

Komponen gaya berat sejajar tanjakan:

$$F_{\parallel} = m \cdot g \cdot \sin(\theta)$$

Komponen gaya berat tegak lurus tanjakan:

$$F_{\perp} = m \cdot g \cdot \cos(\theta)$$

Gaya gesekan (jika ada gesekan, koefisien gesekan μ):

$$f = \mu \cdot F_{\perp} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos(\theta)$$

Gaya total yang diperlukan untuk menarik gerobak:

$$F = F_{\parallel} + f$$

Diketahui:

- Massa beban (m) = 100 kg
- Sudut kemiringan (θ) = 30°
- Koefisien gesekan (μ) = 0.5
- Gravitasi (g) = 9.8 m/s^2

Menghitung komponen gaya berat sejajar tanjakan:

$$F_{\parallel} = 100 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 \sin(30^\circ)$$

$$F_{\parallel} = 100 \times 9.81 \times (-0.98802)$$

$$F_{\parallel} = -969.24762 = 96.9 \text{ N}$$

Menghitung komponen gaya berat tegak lurus tanjakan:

$$F_{\perp} = 100 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times \cos(30^\circ)$$

$$F_{\perp} = 100 \times 9.81 \times 0.1545251$$

$$F_{\perp} = 15.13 \text{ N}$$

Menghitung gaya gesekan:

$$f = 0.5 \times 96.9$$

$$f = 48.45$$

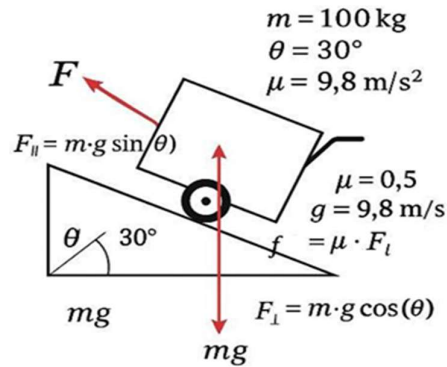
Menghitung gaya total yang diperlukan:

$$F = F_{\parallel} + f$$

$$F = 96.9 \text{ N} + 15.13 \text{ N}$$

$$F = 81.47 \text{ N}$$

Jadi untuk menghitung gerobak sampah dengan massa total 100 kg di jalan menanjak dengan sudut 30° dan koefisien gesek 0.5, diperlukan gaya sebesar 81.47 N [28]. Gambar 13 seperti yang ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 13 Diagram benda bebas (DBB) jalan menanjak

4. Format Hasil dan Pembahasan

Pengujian alat penarik gerobak sampah pada jalan datar dan menanjak memerlukan beberapa kriteria yang harus dipenuhi untuk memastikan bahwa alat tersebut berfungsi dengan baik dan aman. Beberapa kriteria yang perlu dipertimbangkan meliputi stabilitas alat saat menarik beban, kemampuan untuk mempertahankan kecepatan yang diinginkan, efisiensi konsumsi bahan bakar, serta ketahanan terhadap keausan dan kerusakan mekanis[29]. Dengan mempertimbangkan kriteria-kriteria ini, diharapkan dapat diperoleh hasil pengujian yang komprehensif dan memberikan gambaran yang jelas mengenai kinerja alat dalam berbagai kondisi operasional:

A. Daya tarik

Daya tarik pada alat penarik gerobak sampah mengacu pada kemampuan alat tersebut untuk menghasilkan gaya yang cukup besar guna menggerakkan gerobak yang berisi sampah. Daya tarik ini merupakan faktor penting, karena alat harus mampu menarik beban berat dengan efisiensi tinggi dan tanpa memerlukan tenaga fisik yang berlebihan dari operator. Dengan demikian, kemampuan daya tarik yang optimal akan mendukung kelancaran operasi pengelolaan sampah dan meningkatkan kenyamanan pengguna[30]. Rumus daya tarik yang digunakan adalah:

Di mana:

- (F) adalah gaya tarik (N)
- (μ) adalah koefisien gesek antara roda dan permukaan jalan
- (N) adalah gaya normal, yang sama dengan berat benda jika permukaan datar, yaitu ($N = m \cdot g$).

Dengan:

- (m) adalah massa benda (100 kg)
- (g) adalah percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

Hitung gaya normal (N):

$$N = m \cdot g$$

$$N = 100 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 980 \text{ N}$$

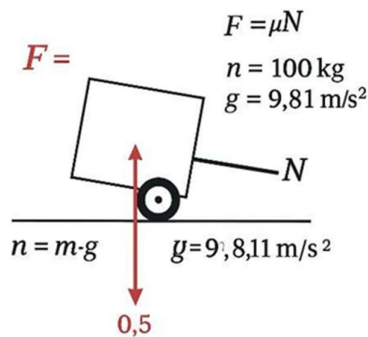
Tentukan koefisien gesekan ($\mu = 0,5$)

Hitung gaya tarik (F):

$$F = \mu \cdot N$$

$$F = 0,5 \cdot 980 \text{ N} = 490 \text{ N}$$

Jadi gaya tarik yang diperlukan untuk menarik beban 100 kg pada jalan datar dengan koefisien gesek 0.5 adalah 490 N. Gambar 14 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 14 Diagram benda bebas (DBB)

B. Efisiensi Bahan Bakar

Efisiensi bahan bakar alat penarik gerobak sampah mengacu pada jumlah bahan bakar yang digunakan oleh alat tersebut untuk melaksanakan tugasnya, seperti menarik beban, dalam kondisi tertentu. Efisiensi ini biasanya diukur dalam satuan kilometer per liter (km/L) atau liter per jam (L/h). Pengujian efisiensi bahan bakar melibatkan pengukuran konsumsi bahan bakar saat alat beroperasi di berbagai kondisi, termasuk jalan datar dan jalan menanjak. Tujuan uji coba adalah untuk mengukur konsumsi bahan bakar dan efisiensi alat penarik gerobak sampah saat digunakan dalam kondisi operasional nyata, termasuk pada jalan datar dan menanjak[2]. Spesifikasi alat uji pada jalan datar dan

menanjak dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Tabel 5 di tunjukkan seperti tabel di bawah ini.

Table 5 Spesifikasi alat uji pada jalan datar dan menanjak

No	Parameter	Spesifikasi alat pada jalan datar	Spesifikasi alat pada jalan menanjak
1	Jenis alat penarik	Mesin penarik roda satu berbahan bakar bensin	Mesin penarik roda satu berbahan bakar bensin
2	Tipe mesin	Mesin bensin 4-tak, pendingin udara	Mesin bensin 4-tak, pendingin udara
3	Daya maksimum	1.5 HP (horse power)	1.5 HP (horse power)
4	Torsi maksimum	2.5 Nm	2.5 Nm
5	Kapasitas tanki bahan bakar	2 Liter	2 Liter
6	Jenis bahan bakar	Bensin	Bensin
7	Beban uji	100 Kg (gerobak+ muatan)	100 Kg (gerobak+ muatan)
8	Kondisi permukaan jalan	Datar, beraspal	30° (derajat)
9	Jarak tempuh	5 meter (0.005 km)	5 meter (0,005 km)
10	Koefisien gesek	0.5	0.5
11	Konsum bahan bakar	0.75 ml	1.25 ml
12	Gaya tarik rata-rata	490 N	915 N
13	Efisiensi energi	16.5%	11.8%
14	Sistem transmisi	Manual, rantai roda gigi	Manual, rantai roda gigi
15	Kecepatan operasional	± 7 km/jam saat menarik di jalan datar	± 5 km/jam saat menarik di tanjakan

5. Hasil Pengujian Alat Penarik Gerobak Sampah

Hasil pengujian alat penarik gerobak sampah pada jalan datar dan menanjak dapat di lihat pada tabel di bawah ini. Tabel 6 seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Table 6 Hasil pengujian alat penarik pada jalan datar dan menanjak

No	Kondisi Jalan	Jarak Tempuh (km)	Bahan Bakar Digunakan (liter)	Gaya Tarik Rata-rata (N)	Konsumsi BBM (km/l)
1	Jalan Datar	0.005	0.00075	490 N	6.67
2	Jalan Menanjak	0.005	0.00125	915 N	4.00

6. Foto- Foto Kegiatan

Foto tampak depan gerobak sampah sebelum di pasangkan alat penarik, gambar 15 dapat di tunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 15 Tampak depan gerobak

Foto tampak samping pada gerobak sampah, gambar 16 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 16 Tampak samping

Foto gerobak sampah tampak atas, gambar 17 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 17 Tampak atas

Foto alat penarik saat penempatan posisi yang tepat pada bagian depan gerobak sampah, gambar 18 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 18 Penempatan posisi alat penarik

Pengukuran dan penempatan posisi yang tepat pada pengait alat penarik yang akan di kaitkan ke gerobak sampah, gambar 19 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 19 Pemasangan pengait pada bagian depan gerobak

Proses pengelesan pada pengait menggunakan las titik pada bagian pengait alat penarik ke bagian depan gerobak sampah. Gambar 20 seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 20 Pengelasan pengait

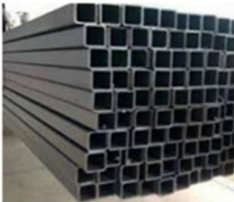
Foto setelah pengait di pasangkan ke gerobak. Gambar 21 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 21 Setelah pengait di pasangkan

7. Biaya Pembuatan Alat Penarik Gerobak Sampah

Table 7 RAB (Rincian Anggaran dan Biaya)

No	Gambar	Komponen dan fungsi	Spesifikasi	Biaaya satuan	Q Y T	Satua n	Total
1.		Besi Hollow Digunakan sebagai kerangka utama alat penarik karena kekuatan dan ketahanan yang dimilikinya.	Tebal 2 cm, 3x3 cm	Rp. 155.00	1	Batang	Rp. 155.000
2.		Besi siku Besi siku digunakan untuk memperkuat sambungan di sudut-sudut alat penarik.	3x3 cm	Rp. 59.000	1	Batang	Rp. 59.000

No	Gambar	Komponen dan fungsi	Spesifikasi	Biaaya satuan	Q Y T	Satuan	Total
4.		Gear Gear digunakan untuk mentransmisikan tenaga dari motor atau sumber daya penggerak ke bagian lain dari alat penarik.	Gear motor mini trail- miniATV 50 cc 2 tak T8F-1	Rp. 35.000	1	Unit	Rp. 35.000
5.		Roda gerobak artco Roda berfungsi untuk mengarahkan alat ke arah yang diinginkan. Roda berada di bagian depan alat penarik.	Roda gerobak sorong/artco ban hidup	Rp. 110.000	1	Unit	Rp. 110.000
6.		Gear box Gear box mengubah rasio antara kecepatan putar motor dan torsi yang dihasilkan.	Gear box mini motor trail miniATV 49 cc 18 cm	Rp. 185.000	1	Unit	Rp. 185.000

No	Gambar	Komponen dan fungsi	Spesifikasi	Biaaya satuan	Q Y T	Satuan	Total
		Gearbox ditempatkan di antara motor penggerak dan roda.					
7.		Mesin Mesin berfungsi sebagai tenaga utama yang menggerakkan alat penarik. Mesin diletakkan di bagian tengah.	Mesin potong rumput 35 cc 4 tak	Rp. 900.000	1	Unit	Rp. 900.000
8.		Rantai Rantai digunakan untuk mentransmisikan tenaga dari mesin atau motor ke roda atau komponen penggerak lainnya. Rantai biasanya terletak di antara mesin atau motor dan roda penggerak utama.	Rantai mini trail cross 50 cc universal T8F-17T	Rp. 80.000	1	Unit	Rp. 80.000
9.		Kabel gas Fungsi kabel gas pada alat	Mini motor 2 tak 49 cc	Rp. 30.000	1	Unit	Rp. 30.000

No	Gambar	Komponen dan fungsi	Spesifikasi	Biaya satuan	Q Y T	Satuan	Total
		penarik sebagai penghubung antara kontrol gas (biasanya tuas atau pedal) dan mesin.					
Jumlah				Rp.1.747.000			

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Prototipe alat penarik gerobak sampah telah berhasil dibuat sesuai dengan gambar rancangan. Pengujian terhadap alat penarik gerobak sampah menunjukkan bahwa perangkat ini berhasil mengatasi beberapa kendala utama dalam proses transportasi sampah secara manual. Alat ini mampu menahan beban maksimum secara aman tanpa mengalami kerusakan struktural atau deformasi, serta dapat beroperasi dengan baik dalam berbagai kondisi medan, termasuk pada permukaan yang tidak rata dan menanjakan.

2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai Pembuatan dan Pengujian Alat Penarik Gerobak Sampah, dapat disimpulkan bahwa alat yang dirancang mampu membantu meringankan beban kerja petugas kebersihan, khususnya pada kondisi jalan menanjak maupun permukaan yang tidak rata. Hasil uji coba menunjukkan bahwa alat ini dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi risiko kelelahan fisik, serta mendukung efektivitas dalam proses pengangkutan sampah. Dengan demikian, prototipe ini berpotensi untuk diterapkan secara lebih luas pada kegiatan operasional kebersihan di berbagai kawasan.

- a. Melanjutkan pengembangan dan penyempurnaan desain rangka guna meningkatkan kinerja dan keamanan sepeda motor listrik yang diperuntukkan bagi kawasan pedesaan.
- b. Melakukan penelitian tambahan mengenai material dan proses pembuatan rangka untuk mencapai efisiensi yang lebih baik serta mengurangi biaya produksi.
- c. Memastikan bahwa proses pembuatan dan pengujian rangka memenuhi standar industri serta mematuhi regulasi keselamatan kerja yang berlaku.
- d. Merekomendasikan penerapan rangka yang telah dikembangkan untuk sepeda motor listrik di kawasan pedesaan dengan tujuan meningkatkan mobilitas dan efisiensi energi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Yudanta, F. I. Kreatif, U. Telkom, and P. Sampah, “Perancangan Alat Bantu Pemindah Sampah Untuk Design of Waste Disposal Tool To Efficiency of,” vol. 7, no. 2, pp. 4816–4822, 2020.
- [2] S. Mulyono, G. Gunawan, and B. Maryanti, “Pengaruh penggunaan dan perhitungan efisiensi bahan bakar premium dan pertamax terhadap unjuk kerja motor bakar bensin,” *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 2, no. 1, 2014.
- [3] G. P. Artiani and I. Handayasari, “Optimalisasi Perencanaan Pengelolaan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (Tpst) Berbasis Masyarakat Secara Mandiri Sebagai Upaya Konservasi Lingkungan,” *Pros. Semnastek*, 2017.
- [4] M. S. Barliana, “Portable House: Arsitektur Bagi Kaum Miskin Kota,” *J. Arsit. Zo.*, vol. 3, no. 2, pp. 192–201, 2020, doi: 10.17509/jaz.v3i2.25135.
- [5] R. T. Jurnal, “Optimalisasi Pengolahan Sampah Organik dengan Teknologi Biodigester Sebagai Upaya Konservasi Lingkungan: Gita Puspa Artiani, Indah Handayasari,” *Kilat*, vol. 6, no. 2, pp. 95–105, 2017.
- [6] E. Rosiana and R. Perdana, “Rancang Bangun Sistem Robot Pemilah Sampah Anorganik dengan Inductive Proximity dan LDR Sebagai Sensor,” *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.2017.
- [7] A. Ramadhan, “Representasi gerobak Sepeda Sebagai Alat Pengangkut Barang Bekas,” *Desain dan Seni*, 2018.
- [8] H. G. Budiman, “Perkembangan Sanitasi dan Prasarana Kebersihan di Kota Bandung Awal Abad Ke-20,” *paradigma*, vol. 12, no. 3, 2022.
- [9] C. B. Nawangpalupi and N. F. Pambudi, “Rancangan tempat dan gerobak sampah untuk perbaikan sistem pengumpulan sampah di taman hutan raya (Tahura) Ir. H. Djuanda,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 14, no. 2, pp. 153–166, 2016.
- [10] J. Y. Prihatin, S. Pambudi, H. Kustanto, and L. Widodo, “Penerapan Pengecatan Powder Coating Fluids Pada Perbaikan Gerobak Sampah di Kelurahan Serengan Surakarta,” *Abdi Masya*, vol. 1, no. 3, pp. 149–156, 2021, doi: 10.52561/abma.v1i3.154.
- [11] W. Gusti, “Modifikasi Alat Pengumpul Sampah Pada Aliran Air di Kawasan

Pemukiman.” 021008 Universitas Tridinanti, 2024.

- [12] R. Alfita, K. A. Wibisono, and M. W. Anwar, “Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Organik dan Anorganik,” *J. Zetroem*, vol. 03, no. 01, pp. 01–08, 2021.
- [13] R. R. Oktapiana and F. Hermanto, “Partisipasi Pedagang Dalam Pengelolaan Sampah di Pasar Tradisional Desa Garawangi Kecamatan Garawangi Kabupaten Kuningan,” *Sosiolium J. Pembelajaran IPS*, vol. 4, no. 1, pp. 43–47, 2022.
- [14] D. Santoso, “Analisis dan evaluasi jumlah peralatan persampahan di Kelurahan Pucang Sawit,” 2010.
- [15] A. Prasetyo, “Nilai Kekerasan Pengecoran Aluminium 6061-Kuningan 20% dengan Metode Pendinginan yang Berbeda Pada Aplikasi Propeler.” Politeknik Harapan Bersama, 2025.
- [16] N. Darunifah, “Pengaruh Bahan Tambahan Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC),” *Skripsi Sarj. Jur. Tek. Progr. Stud. Tek. Sipil Univ. Diponegoro Semarang*, 2007.
- [17] C. Wibowo, D. Surbakti, and F. M. Dewadi, “Repair Of Garbage Carts As Part Of Upstream Side Waste Management In The Permata Millan Jakarta Environment: Perbaikan Gerobak Sampah Sebagai Bagian dari Manajemen Sampah Sisi Hulu di Lingkungan Permata Penggilingan Jakarta,” *Indones. J. Engag. Community Serv. Empower. Dev.*, vol. 2, no. 2, pp. 165–174, 2022.
- [18] A. J. Berdikari, A. B. Hartanto, and A. Andi, “Inspeksi Fabrikasi dan Ereksi Pada Konstruksi Baja Proyek Gedung P1-p2 Uk Petra Surabaya,” *J. Dimens. Pratama Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [19] A. Sofyan, J. Glusevic, A. J. Zulfikar, and B. Umroh, “Analisis Kekuatan Struktur Rangka Mesin Pengering Bawang Menggunakan Perangkat Lunak Ansys Apdl 15.0,” *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. energy*, vol. 3, no. 1, pp. 20–28, 2019.
- [20] M. A. Mahdiannur, M. Nur, and Z. A. I. Supardi, “Hukum Hooke”.
- [21] A. Mustofa, S. Jokosisworo, and A. W. B. Santosa, “Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Lentur Putar dan Kekuatan Puntir Baja ST 41 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Quenching,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 6, no. 1, 2018.
- [22] G. A. Pradana, “Rancang Bangun Sepeda Roda Tiga dengan Kapasitas Beban Angkut Maksimal 100 Kg (Pengujian).” Politeknik Negeri Sriwijaya, 2016.

- [23] E. Suhartono, G. Soeharsono, and D. A. Sumarsono, "Dinamika Kendaraan Jalan Lurus 3 Pada Gerobak Listrik Pengangkut Sampah Kapasitas 2 M3," *Poros*, vol. 12, no. 1, pp. 18–24, 2014.
- [24] R. I. P. Mosude and J. R. Rohi, "Perbaikan dan Perawatan Transmisi Manual di Bengkel Jeep 4 WD Kupang," in *Seminar Nasional Kontribusi Vokasi*, 2024, pp. 414–420.
- [25] N. Yusuf, F. Earnestly, M. Muchlisinalahuddin, N. Handradol, and R. Setiawan, "Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Kereta Pembakar Sampah," *Rang Tek. J.*, vol. 2, no. 1, 2019.
- [26] R. Mahfud, Y. S. Adi, and A. Burhanuddin, "Rancang Bangun Mesin Filament Extruder yang Berbasis Arduino Mega2560 dengan Metode Penarik dan Penggulung Otomatis," in *Proceeding Science and Engineering National Seminar*, 2020, pp. 544–553.
- [27] A. Kurniawan, "Rancang Bangun Sepeda Penarik Gerobak Beban Kapasitas 200 Kg (Pengujian)." Politeknik Negeri Sriwijaya, 2014.
- [28] F. A. Pratama and I. H. Puspito, "Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) dengan Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (Mdpj) Bina Marga 2017: Studi Kasus: Jalan Sei. Landia Ruas Manggopoh–Padang Luar Kabupaten Agam, KM 160+ 100 dan KM 160+ 950," *J. ARTESIS*, vol. 4, no. 2, pp. 156–163, 2024.
- [29] J. Jamaluddin, H. Syam, N. Lestari, and M. Rizal, "Alat dan mesin pertanian," 2019.
- [30] S. Alamsah, B. Wibowo, and Y. Krisnafi, "Perhitungan Daya Roller Pada Alat Tangkap Bagan Tancap Power Rollercalculation of lift Net Fishing Gear," *J. Airaha*, vol. 9, no. 1, 2020.

LAMPIRAN

1. Gambar