

PERANCANGAN PEMILAH SAMPAH OTOMATIS DENGAN PENERAPAN SISTEM IOT (*INTERNET OF THINGS*)

Bhagas Novanda Putra^{1*}, Fadwah Maghfurah¹, Riki Effendi¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah No. 27, 10510

*Corresponding Author : 2019440011@ftumj.ac.id

Abstrak

Dalam perancangan konstruksi manufaktur sistem pemilahan sampah otomatis dengan IoT, perlu diperhatikan kebutuhan efisiensi pemilahan sampah untuk menghindari pencemaran lingkungan dan kesulitan daur ulang. Masalah utama melibatkan desain mesin yang kuat, tahan korosi, panas, dan hujan, serta mampu merecycle sampah plastik. Penelitian ini bertujuan merancang alat pemilah sampah yang ringan dengan varian dua jenis sampah yang diujikan botol plastik dan bungkus plastik, dengan desain pisau pencacah khusus sampah plastik sehingga bisa di recycle. Metode penelitian yang digunakan adalah mendesain rancang bangun menggunakan aplikasi solidworks 2019, merencanakan penggunaan komponen transmisi, mur, baut dan roda pada alat pemilah sampah serta melakukan uji fungsi pada alat pemilah dan pencacah sampah. Berdasarkan hasil penelitian ini pada Manufaktur Sistem Pemilah Sampah Otomatis berbasis IoT menunjukkan beberapa kesimpulan signifikan. Desain struktur dan material sistem mampu menahan beban 33,7 kg dengan dimensi panjang 1000 mm dan lebar 320 mm. Pisau memiliki kecepatan 522,81 m/min. Transmisi memerlukan torsi 153.86 Nm dan sensor IoT menunjukkan tegangan geser sekitar 1575.92 kg/m². Perhitungan luas penampang luar dan dalam dirakit menggunakan mur dan baut. Kecepatan linier roda adalah 87.96 cm/detik. Desain tahan korosi, panas, dan hujan menegaskan ketangguhan alat dalam berbagai kondisi lingkungan. Kombinasi portabilitas, desain modern, dan kapasitas 5 kg menunjukkan solusi efisien dan estetik.

Kata kunci: Pemilah & Pencacah Sampah, IoT, 5 kg, Perancangan

Abstract

In designing the manufacturing construction of an automatic waste sorting system using IoT, it is necessary to pay attention to the need for waste sorting efficiency to avoid environmental pollution and recycling difficulties. The main problem involves designing a machine that is strong, resistant to corrosion, heat and rain, and capable of recycling plastic waste. This research aims to design a lightweight waste sorting tool with two types of waste tested, namely plastic bottles and plastic wrap, with a special shredding knife design for plastic waste so that it can be recycled. The research method used is designing a design using the Solidworks 2019 application, planning the use of transmission components, nuts, bolts and wheels on the waste sorting tool and carrying out functional tests on the waste sorting and chopping tool. Based on the results of this research, IoT-based Automatic Waste Sorting System Manufacturing shows several significant conclusions. The structural design and system materials are able to withstand a load of 33.7 kg with dimensions of 1000 mm long and 320 mm wide. The knife has a speed of 522.81 m/min. The transmission requires 153.86 Nm of torque and the IoT sensor shows a shear stress of around 1575.92 kg/m². Calculation of the outer and inner cross-sectional areas is assembled using nuts and bolts. The linear speed of the wheel is 87.96 cm/sec. The corrosion-, heat- and rain-resistant design emphasizes the tool's toughness in a variety of environmental conditions. The combination of portability, modern design and 5 kg capacity represents an efficient and aesthetic solution.

Keywords : Waste Sorter & Shredder, IoT, 5 kg, Design

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi saat ini mulai memasuki masa perkembangan teknologi yang sangat pesat, seperti contohnya adalah dalam bidang perkembangan aplikasi dan perkembangan rancang bangun. Salah satu tujuan perkembangan ini adalah untuk meringankan beban pekerjaan para pekerja. Perkembangan teknologi tersebut dapat membantu beban kerja di berbagai bidang pekerjaan, salah satu contohnya adalah pada bidang kerja kebersihan. Seperti saat ini telah ada mesin cuci, vacuum cleaner dan sebagainya yang dapat mempermudah pekerjaan dalam hal membersihkan. Untuk mengelola permasalahan sampah yang semakin mengganggu, pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga (Jakstranas) (Andina, 2019). Masalah sampah di Indonesia, terutama di DKI Jakarta, telah menjadi perhatian yang semakin mendesak dalam beberapa tahun terakhir. Data terbaru dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) DKI Jakarta mengungkapkan angka produksi sampah yang sangat tinggi dalam kurun waktu lima tahun terakhir.

Pada tahun 2023, sepekan sebelum perayaan Lebaran, produksi sampah harian mencapai puncaknya, mencapai 6.630 ton per hari, yang kemudian meningkat pesat seiring dengan berlangsungnya perayaan Lebaran. Pada H-3 menjelang Lebaran, jumlah sampah yang dihasilkan mencapai 9.325 ton per hari. Hal ini mencerminkan eskalasi masalah sampah di DKI Jakarta yang memerlukan penanganan serius. Banyak masalah yang muncul berkaitan dengan sampah yang mengganggu kesehatan dan kebersihan lingkungan.

Rendahnya kesadaran masyarakat dalam membuang sampah yang benar ada kaitannya dengan keadaan tempat sampah. Tempat sampah dalam keadaan bersih, unik dengan sentuhan teknologi modern akan membuat orang tertarik untuk membuang sampah dengan benar & terpilah – pilah sesuai jenisnya.

Target untuk pengembangan alat akan diperuntukkan pada sampah-sampah di fasilitas umum. Hal ini membuat muatan pada tempat sampah dapat dikelola dengan baik dan tidak menumpuk sehingga menimbulkan bau tak sedap

dan mengundang penyakit bagi warga yang hidup di sekitarnya. Hingga peneliti berencana untuk membuat tempat sampah yang dapat bekerja otomatis untuk dapat memantau (monitoring) muatan sampah apabila sudah penuh (full) dapat di-monitoring melalui cara kerja teknologi Internet Of Things (IOT) secara real-time (Wuryanto et al., 2019).

Dalam pengembangan sistem pemilahan sampah otomatis dengan IoT, perancangan konstruksi manufaktur menjadi faktor kunci yang berpengaruh pada kesuksesan implementasi. Faktor-faktor seperti keandalan, daya tahan, efisiensi produksi, dan biaya produksi harus dipertimbangkan dengan cermat. Oleh karena itu, perancangan alat pemilah sampah digunakan untuk memastikan bahwa peralatan yang dihasilkan memenuhi kebutuhan pelanggan dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang konstruksi manufaktur yang optimal untuk sistem pemilahan sampah otomatis berkapasitas 5 kg dengan teknologi IoT. Dengan menerapkan rancang bangun, penelitian ini akan mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yang kritis dan mengintegrasikannya dalam desain produk. Dengan menggabungkan teknologi IoT yang terintegrasi dan perancangan konstruksi yang cermat, penelitian ini berpotensi untuk meningkatkan pengelolaan sampah secara berkelanjutan dan efisien.

Pisau Pencacah

Secara umum, pisau pencacah tidak terbatas hanya pada bahan organik seperti sayuran, buah-buahan, atau daging. Pisau pencacah juga dapat dirancang untuk mencacah bahan non-organik, seperti plastik, kertas, kardus, dan bahan-bahan lainnya. Pencacahan bahan non-organik biasanya terkait dengan proses daur ulang atau pengelolaan limbah. Mesin-mesin pencacah non-organik sering digunakan dalam industri daur ulang untuk menghancurkan dan memproses limbah plastik, kertas, dan material lainnya menjadi ukuran yang lebih kecil. Pisau pencacah non-organik dapat memiliki desain khusus dan bahan yang tahan terhadap abrasi atau keausan yang disebabkan oleh bahan non-organik yang lebih keras. Penggunaan pisau pencacah non-organik membantu dalam proses pengelolaan limbah dan dapat membantu mengurangi volume limbah yang harus dibuang ke tempat pembuangan akhir. Selain itu, pencacahan bahan non-organik

dapat meningkatkan efisiensi proses daur ulang dengan menghasilkan serpihan-serpihan yang lebih mudah diolah (Hamarung & Jasman, 2019).

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (1)$$

Dimana :

D = Diameter pisau (mm)

n = Putaran pisau (rpm)

Transmisi

Jarak yang signifikan antara dua poros seringkali tidak memungkinkan penggunaan transmisi langsung dengan roda gigi. Dalam situasi seperti itu, metode transmisi putaran atau daya lain dapat digunakan, di mana sabuk fleksibel atau rantai dibelitkan di sekitar puli atau sproket pada poros. Transmisi menggunakan elemen mesin yang fleksibel dapat dikelompokkan menjadi transmisi sabuk, transmisi rantai, dan transmisi kabel atau tali. Dari berbagai jenis transmisi tersebut, tali atau kabel hanya digunakan untuk tujuan khusus, sementara transmisi sabuk dibagi menjadi tiga bagian.

Pada bagian pertama, sabuk rata atau sabuk V dipasang pada puli silinder untuk mentransfer momen antara dua poros dengan jarak hingga 10 meter, dengan perbandingan putaran berkisar antara 1/1 hingga 6/1. Pada bagian kedua, sabuk berpenampang trapesium dipasang pada puli dengan alur untuk mentransfer momen antara dua poros yang jaraknya 5 meter, dengan perbandingan putaran antara 1/1 hingga 7/1. bagian terakhir melibatkan sabuk dengan gigi yang digerakkan oleh sproket dengan jarak pusat hingga 2 meter, meneruskan putaran secara tepat dengan perbandingan 1/1 hingga 6/1.

Transmisi rantai dapat dibagi menjadi rantai rol dan rantai gigi. Rantai ini digunakan untuk mentransfer putaran dengan perbandingan yang sesuai pada jarak sumbu poros hingga 4 meter, dengan perbandingan 1/1 hingga 7/1. Kecepatan yang dapat diterima oleh rantai rol umumnya mencapai 5 m/s (Mahmudi, 2021).

- Momen Transmisi

Untuk menghitung momen pada transmisi dapat digambarkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Mahmudi, 2021).

$$T = F \times r \quad (10)$$

Dimana :

T = Torsi

F = Gaya

r = jari-jari

- Tegangan

untuk menggambarkan tegangan pada transmisi dapat digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (11)$$

Dimana :

σ = Tegangan

F = Gaya yang diterapkan

A = Luas Penampang.

- Regangan

untuk menggambarkan regangan pada transmisi dapat digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad (12)$$

Dimana:

ε = Regangan

δ = Tegangan

L = Panjang

Motor Penggerak

Motor Penggerak adalah suatu motor yang merubah tenaga primer yang tidak diwujudkan dalam bentuk aslinya, tetapi diwujudkan dalam bentuk tenaga mekanis. Motor adalah mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kontruksi motor dc mirip dengan generator DC. Kenyataannya mesin yang bekerja baik sebagai generator akan bekerja baik pula sebagai motor. Pada gambar 2.5 dapat dilihat gambar motor listrik. Motor yang dipakai dalam mesin penghancur non organik. (Ramadhan et al., 2022)

Motor AC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan tegangan AC (Alternating Current). Motor AC memiliki dua buah bagian utama yaitu “stator” dan “rotor”. Stator merupakan komponen motor AC yang statis. Rotor merupakan komponen motor AC yang berputar. Motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk mengendalikan kecepatan sekaligus menurunkan konsumsi dayanya. Berikut ini adalah jenis – jenis dari motor AC.

- Perhitungan Kebutuhan Daya Motor

Untuk menghitung kebutuhan daya motor dapat digunakan persamaan sebagai berikut.

$$P = \frac{2\pi NT}{60} \quad (13)$$

Dimana:

N = Putaran motor (rpm)

T = Torsi

Mur dan Baut

Baut disini berfungsi sebagai pengikat untuk dudukan pada motor penggerak tetapi selain itu berfungsi untuk pengikat poros terhadap puli. Jika tegangan tarik baut adalah σ (kg/mm²) dan diameter baut d (mm) maka beban(kg).

- Momen Inersia Penampang
Rumus untuk menentukan momen inersia pada penampang dalam rangka batang :

$$I_{x1} = \frac{b_1 - h_1^3}{12} \tag{14}$$

Keterangan :

I_{x1} = Momen inersia pada penampang dalam(mm⁴)

b_1 = Panjang penampang dalam (mm)

h_1 = Lebar penampang dalam (mm)

- Total Momen Inersia
Rumus untuk menentukan total momen inersia pada penampang rangka batang:

$$I_{Total} = I_{x1} - I_{x2}$$

Keterangan :

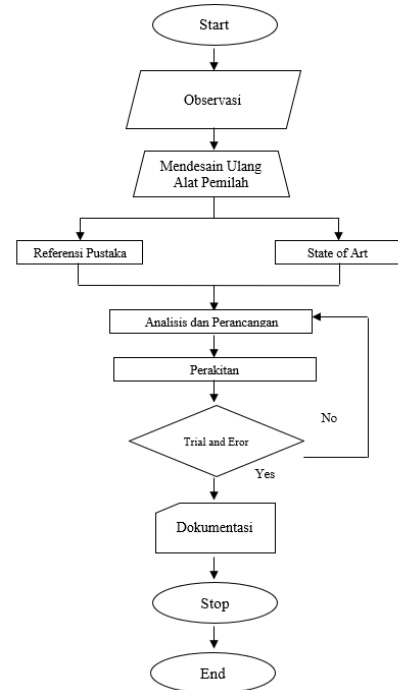
I_{Total} = Total momen inersia pada penampang (mm⁴)

I_{x1} = Momen inersia pada penampang luar (mm⁴)

I_{x2} = Momen inersia pada penampang dalam (mm⁴)

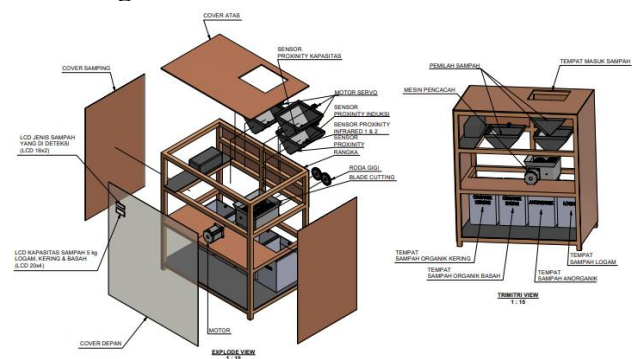
METODE

Proses penelitian akan dilakukan di Jl. Pejuang 4 RT003.RW04 No. 94 Kelapa Gading Timur, Jakarta Utara. Waktu yang diperlukan untuk proses penelitian ini adalah 4 bulan yaitu pada bulan Mei 2023 hingga Agustus 2023.



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

Rancangan Alat



Ukuran Panjang Panjang 1000 mm dan Lebar 320 mm. Material kayu multipleks pada perancangan alat tersebut digunakan sebagai rangka struktur alat, agar tidak mudah terdeteksi oleh sensor metal.

Komponen-Komponen Utama Dan Spesifikasi

Komponen yang digunakan dalam perancangan alat pemilah dan pencacah sampah berbasis IoT

| No. | Nama Komponen | Spesifikasi |
|-----|----------------------|---|
| 1. | Mikrokontrol ESP32 | Tegangan: 3V Digital IO pin : 25 SRAM : 520 Kb Clock Speed : 240 mHz |
| 2. | Load Cell 5kg Module | Output sensitivity : 1.0 – 0.1mV/V |

| | | |
|-----|---------------------------|---|
| 3. | Sensor capacitive | Voltage : 3.3-5.5 V DC |
| 4. | LCD | Arduino LCD Jumlah : 2 |
| 5. | Sensor Proximity Infrared | Tegangan : 5V DC Arus output: 300 mA |
| 6. | Sensor Metal | Diameter sisi sensing : 12 mm Jarak deteksi : 2 mm Frekuensi respon : 1.5 kHz |
| 7. | Tempat Sampah 10 L | Panjang : 27 cm Lebar : 20 cm Tinggi : 35 cm Jumlah : 4 |
| 8. | Motor listrik | Tegangan : 12 V Putaran maksimum : 3000 rpm |
| 9. | Pillow block | Jumlah : 2 |
| 10. | Dimmer control speed | Tegangan : 12-40 V Daya : 0.01-400 W |
| 11. | Motor Servo | Tipe : MG90 micro servo motor |

Langkah-langkah Perakitan

Langkah-langkah perakitan pada perancangan konstruksi manufaktur pemilahan sampah otomatis serta mesin pencacah dengan daya motor dan sistem IoT pada tempat sampah dengan kapasitas 5 kg melibatkan proses yang cermat dan terencana. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diambil dalam perakitan sistem tersebut:

1. Persiapan Alat dan Bahan
Pastikan semua komponen elektrikal dan peralatan kerja yang diperlukan telah disiapkan dengan baik. Pastikan alat-alat yang digunakan untuk perakitan sesuai dengan spesifikasi dan standar keamanan.
2. Pemasangan Rangka Struktur
Pemasangan rangka struktur dilakukan. Mulai dengan memilih bahan material yang tidak terdeteksi oleh sensor metal. Perhatikan penggunaan baut, mur, atau metode pengikatan lainnya untuk memastikan kestabilan dan kekuatan struktur.
3. Pemasangan Mesin Pencacah
Tempatkan mesin pencacah pada posisi yang telah ditentukan dalam desain. Sambungkan mesin pencacah dengan daya

motor sesuai dengan petunjuk pabrik atau desain teknis.

4. Integrasi Sistem IoT
Pasang sensor-sensor IoT pada tempat sampah sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan. Sambungkan sensor-sensor tersebut ke sistem kontrol IoT menggunakan kabel atau teknologi nirkabel yang sesuai.
5. Pemasangan Tempat Penampungan Sampah
Pada perancangan alat pemilahan sampah wadah penampungan sampah dibagi menjadi dua berdasarkan jenis sampah yaitu botol plastik dan bungkus plastik. Pastikan bahwa tempat penampungan dapat dengan mudah diakses untuk penggantian dan pengelolaan sampah.
6. Integrasi Sistem Pemilahan Otomatis
Pasang mekanisme pemilahan otomatis pada tempat sampah, pastikan bahwa sistem ini terhubung dengan sensor-sensor IoT dan dapat beroperasi secara otomatis.
7. Pengkabelan
Lakukan pengkabelan secara rapi dan aman untuk menghubungkan semua komponen, termasuk daya motor, sensor IoT, dan sistem kontrol.
8. Uji coba awal
Lakukan uji coba awal untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik. Periksa apakah mesin pencacah dapat mengolah sampah dengan efisien dan apakah sistem pemilahan otomatis merespons dengan benar terhadap sensor-sensor IoT.
9. Debugging
Identifikasi dan perbaiki masalah yang mungkin muncul selama uji coba awal. Pastikan bahwa semua sistem berjalan tanpa hambatan dan sesuai dengan desain yang diinginkan.
10. Uji fungsi alat
Setelah debugging selesai, lakukan uji fungsi alat dengan memasukkan beberapa variasi sampah untuk melihat fungsi pemilahan dan kemampuan pencacah sampah dalam waktu yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Perancangan Pisau Pencacah

Merancang pisau pencacah memerlukan perhatian khusus terhadap efisiensi, daya tahan, dan keamanan operasional, dan beberapa langkah perancangan utama harus dipertimbangkan. Selain itu, aspek keselamatan operasional menjadi perhatian yang tak terelakkan. Penggunaan penutup pelindung atau sensor keamanan harus diterapkan untuk mencegah cedera selama operasi. Terakhir, pemeliharaan pisau menjadi langkah penting.



Gambar 1. Pisau pencacah

Gambar 6 merupakan hasil perancangan pada pisau pencacah alat pemilah dan pencacah sampah berbasis IoT berkapasitas 5 kg.

Tabel 1. Spesifikasi Pisau pencacah

| Spesifikasi | |
|-------------|---|
| Material | Baja TCT |
| Dimensi | 185 x 1.6 mm x 25mm x 24T (Jumlah Gigi) |
| Jumlah | 12 Buah |
| Rotasi | Searah jarum jam 360 ⁰ |
| Putaran | 900 rpm |

Maka untuk menghitung kecepatan mata pisau menggunakan persamaan berikut.

$$vc = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$vc = \frac{3,14 \cdot 185 \cdot 900}{1000}$$

$$vc = 522,81 \text{ m/min}$$

(Dengan asumsi kecepatan diatur dengan pemakaian dimmer).

b. Perancangan Konstruksi

Dalam perancangan konstruksi, fokusnya adalah pada perancangan konstruksi manufaktur pemilah sampah otomatis dengan sistem IoT pada tempat sampah berkapasitas 5 kg. Perancangan ini mencakup berbagai aspek untuk memastikan kehandalan, efisiensi, dan fungsionalitas dari alat pemilah sampah tersebut. Pertama-tama, perlu merancang struktur rangka yang kokoh dan ringan agar dapat menahan beban sampah sebanyak 5 kg. Material yang dipilih harus memenuhi kriteria tahan korosi dan tahan terhadap kondisi lingkungan luas.

Untuk menghitung volume dapat digunakan persamaan berikut

$$V = L \times W \times H$$

Keterangan :

V = volume

L = Panjang objek (tempat sampah)

W = Lebar objek

H = Tinggi objek.

Nilai volume

$$V = 10 \text{ liter} \times 1000 \text{ cm}^3/\text{liter}$$

$$V = 10,000 \text{ cm}^3$$

Maka, dengan menggunakan persamaan tersebut, nilai volume dapat dihitung :

$$V = L \times W \times H$$

$$10,000 \text{ cm}^3 = 1170 \text{ cm} \times 82 \text{ cm} \times 148 \text{ cm}$$

$$10,000 \text{ cm}^3 = 1170 \text{ cm} \times 82 \text{ cm} \times 148 \text{ cm}$$

$$10,000 \text{ cm}^3 = 114,576,000 \text{ cm}^3$$

c. Perhitungan Mur dan Baut

Rumus untuk menentukan total momen inersia pada penampang rangka:

$$I_{Total} = Ix_1 - Ix_2$$

Untuk menghitung luas penampang dapat digunakan persamaan

$$A1 = b1 \times h1$$

$$A1 = 473 \text{ cm} \times 82 \text{ cm}$$

$$A1 = 38,686 \text{ cm}^2$$

$$A1 = 38,686 \text{ cm}^2$$

Maka hasil luas penampang 1 didapatkan sebesar 38,686 cm².

Untuk menghitung luas penampang dua dapat dihitung :

$$A2 = b2 \times h2$$

$$A2 = 82 \text{ cm} \times 82 \text{ cm}$$

$$A_2 = 6,724 \text{ cm}^2$$

Maka luas penampang dua didapatkan hasil sebesar $6,724 \text{ cm}^2$. Langkah selanjutnya adalah menghitung total luas penampang (A_{Total}) dengan menggunakan rumus:

$$A_{\text{Total}} = A_1 \times A_2$$

$$A_{\text{Total}} = A_1 \times A_2$$

maka untuk menghitung total luas penampang dapat dihitung :

$$A_{\text{Total}} = 38,686 \text{ cm}^2 \times 6,724 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{Total}} = 260,052 \text{ cm}^4$$

Setelah dilakukan perhitungan pada total luas penampang, total luas penampang (A_{Total}) diperoleh yaitu sebesar $260,052 \text{ cm}^4$. Hasil ini perhitungan tersebut didapatkan berdasarkan dimensi dan karakteristik dari rangka struktur yang digunakan dalam perancangan konstruksi pemilah sampah otomatis dan pencacah non-organik kapasitas 5 kg.

Selanjutnya setelah dihitung total luas permukaan, dilakukan perhitungan momen inersia pada mur dan baut, Maka untuk menghitung momen inersia pada Rumus Mur dan Baut dapat dihitung:

$$I_{x1} = \frac{1}{12} \times 50 \times (10^3) \text{ mm}^4$$

$$I_{x1} = \frac{1}{12} \times 50 \times 1000 \text{ mm}^4$$

$$I_{x1} = \frac{1}{12} \times 50000 \text{ mm}^4$$

$$I_{x1} = 4166,67 \text{ mm}^4$$

Berdasarkan pada hasil perhitungan, didapatkan hasil momen inersia pada I_{x1} sebesar $4166,67 \text{ mm}^4$. Lalu untuk mendapatkan hasil I_{x2} dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$I_{x2} = \frac{1}{12} \times 30 \times (5^3) \text{ mm}^4$$

$$I_{x2} = \frac{1}{12} \times 3750 \text{ mm}^4$$

$$I_{x2} = 312,5 \text{ mm}^4$$

Setelah dilakukan perhitungan pada momen I_{x2} , hasil yang didapat sebesar $312,5 \text{ mm}^4$. Setelah dilakukan perhitungan pada I_{x1} dan I_{x2} , langkah Selanjutnya, dapat menghitung I_{total} dengan rumus sebagai berikut:

$$I_{\text{total}} = I_{x1} + I_{x2}$$

$$I_{\text{total}} = 3854,17 \text{ mm}^4$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai total momen inersia, diperoleh total momen inersia I_{Total} sebesar $3854,17 \text{ mm}^4$.

d. Perhitungan Motor

- Torsi

Untuk menghitung Torsi maka dapat digunakan persamaan :

$$T = F \times r$$

$$T = 5 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 3,14 \text{ m}$$

$$T = 153,86 \text{ Nm}$$

- Tegangan

Untuk menghitung Tegangan dapat digunakan persamaan :

$$A = \pi \times r^2$$

$$A = \pi \times 3,14^2$$

$$A = 153,86 \text{ Nm}$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{5 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2}{31,27 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 1,57 \text{ MPa}$$

- Regangan

Untuk menghitung Regangan dapat digunakan persamaan :

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

$$\varepsilon = \frac{10 \text{ cm}}{1170 \text{ cm}}$$

$$\varepsilon = 0,085 \text{ cm}$$

Dalam perubahan panjang δ diambil sebesar 10 cm dan panjang objek adalah 1170 cm. Dengan menggantikan nilai-nilai tersebut ke dalam rumus, kita mendapatkan nilai regangan sebesar 0,085 cm.

- Perhitungan daya motor

Perhitungan Kebutuhan Daya Motor:

$$P = \frac{2\pi NT}{60}$$

Keterangan :

N = Putaran motor (rpm)

T = Torsi

Maka untuk mendapatkan nilai daya motor dapat dihitung

$$P = \frac{2\pi NT}{60}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 900 \times 153,86}{60}$$

$$P = 478,33 \text{ Watt}$$

Kesimpulan dari perhitungan ini adalah bahwa motor yang dipilih untuk konstruksi tersebut harus memiliki daya sekitar 478.33 Watt agar dapat beroperasi dengan efisien dan memenuhi tuntutan torsi yang diperlukan.

- Tegangan Geser

Untuk menghitung tegangan geser (τ) pada poros dengan menggunakan rumus :

$$\tau = \frac{T}{\left(\frac{ds}{2}\right)} = \frac{5,1T}{ds}$$

Keterangan :

T = momen rencana (kg.mm)

ds = diameter poros d_3 (mm),

τ = tegangan geser (kg/mm²)

Maka untuk mendapatkan nilai tegangan geser pada poros dapat dihitung:

$$\tau = \frac{5,1 \times 153,86}{0,05}$$

$$\tau = 1575,918 \text{ kg/m}^2$$

- Factor Safety

Faktor keamanan (FS) adalah perbandingan antara kekuatan atau daya tahan suatu material atau struktur dengan beban yang bekerja padanya. faktor keamanan akan menggambarkan seberapa aman poros dengan mempertimbangkan tegangan geser (τ) dan batas tegangan yang diizinkan (tallow). Nilai tegangan diizinkan pada rangka tersebut sebesar 2000 Nm/m², maka untuk menggambarkan faktor safety digunakan persamaan berikut.

$$FS = \frac{t_{allow}}{\tau}$$

Keterangan :

τ = Tegangan geser

t_{allow} = Tegangan Diizinkan

FS = Faktor Safety

Maka untuk menghitung Faktor safety dapat dihitung :

$$FS = \frac{2000}{1575,918}$$

$$FS = 1,267$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tegangan geser (τ) pada poros adalah sekitar 1575,918 kg/m². Ini merupakan tingkat tegangan geser yang bekerja pada poros tersebut. Faktor keamanan (FS) dihitung sebagai perbandingan antara batas tegangan yang diizinkan (t_{allow}) dengan tegangan geser actual.

HASIL PENGUJIAN

Pada percobaan pengujian mesin untuk pencacah dan mixer ini adalah melakukan pengujian untuk mengetahui apakah mesin yang dibuat berjalan dengan fungsinya. Dalam pengujian dilakukan dengan menguji dua jenis sampah yaitu botol plastik dan plastik bungkus roti. untuk mendapatkan hasil pengujian pencacahan yang halus dengan kecepatan yang berbeda menggunakan dimmer control speed.

Tabel 2. Hasil pencacahan sampah

| No | Kapasitas | Hasil Pencacahan Halus | Waktu |
|----|-----------|------------------------|----------|
| 1 | 11 gram | Botol Plastik Kecil | 25 Detik |
| 2 | 4 gram | Plastik Roti | 20 Detik |



(a)



(b)

Gambar 2. Hasil pemilahan dan pencacahan sampah pada jenis sampah (a) Botol plastik (b) Plastik bungkus roti

Pada gambar tersebut merupakan hasil pemilahan dan pencacahan sampah dengan jenis sampah (a) botol plastik dan (b) plastik bungkus roti. Pada hasil pengujian tersebut pemilahan sampah dan pencacah sampah pada sampah botol plastik sebagian tercacah selama 25 detik dan menghasilkan sedikit serpihan sampah seberat 11 gram seperti pada gambar (a), sedangkan pada gambar (b) sampah plastik bungkus roti tercacah dan menghasilkan serpihan cacahan seberat 4 gram selama 20 detik waktu pencacahan.

SIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada perancangan Manufaktur Sistem Pemilah Sampah Otomatis berbasis IoT untuk daur ulang sampah organik basah, kering, logam, dan non-organik dengan kapasitas 5 kg serta pencacah pada non organik, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Spesifikasi pada pisau pencacah dengan menggunakan material baja TCT dihasilkan kecepatan putaran sebesar 522,81 m/min (Dengan asumsi kecepatan diatur dengan pemakaian dimmer).
2. Transmisi dan sensor IoT, menunjukkan bahwa torsi yang dibutuhkan untuk operasi transmisi sebesar 153.86 Nm, dengan tegangan geser pada poros sekitar 1575.92

kg/m², dan faktor keamanan (FS) sebesar 1.267.

3. total luas penampang (A_{Total}) pada rangka struktur diperoleh yaitu sebesar 260,052 cm⁴.
4. Hasil pencacahan pada sampah botol plastik dihasilkan sebesar 11 gram dengan waktu cacahan selama 25 detik, sedangkan sampah bungkus plastic dihasilkan cacahan sebesar 4 gram dengan waktu cacahan selama 20 detik.
5. Dengan memprioritaskan kemudahan dipindahkan (mobile), desain yang bersifat portabel memberikan fleksibilitas penggunaan alat pemilah sampah di berbagai lokasi. Kombinasi ini dengan desain kustom modern dan kapasitas pemilahan sampah sebesar 5 kg menunjukkan komitmen untuk menyajikan solusi yang praktis, efisien, dan estetik. Keberlanjutan dalam perancangan alat ini memberikan dampak positif pada mobilitas dan adaptabilitas penggunaannya, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah memindahkan dan menyesuainya dengan kebutuhan serta tata letak yang berbeda, sambil memastikan bahwa desainnya tetap sesuai dengan estetika kontemporer.

b. Saran

Dalam perancangan Manufaktur Sistem Pemilah Sampah Otomatis berbasis IoT, hasil penelitian menyajikan pemahaman mendalam tentang berbagai aspek yang mempengaruhi kinerja sistem.

1. Dimensi struktur, material, dan kekuatan pisau pencacah merupakan faktor kritis dalam memastikan keefisienan dan keandalan operasional. Dengan merinci luas penampang, momen inersia, dan kebutuhan daya, keseluruhan desain dapat dianalisis secara holistik untuk memenuhi tuntutan pemilahan sampah dengan kapasitas 5 kg.
2. Selain itu, analisis dampak lingkungan dan upaya keberlanjutan menjadi aspek penting yang perlu diteliti lebih lanjut. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini, pengembangan sistem pemilahan sampah otomatis dapat menjadi lebih holistik dan ramah lingkungan. Uji coba lapangan di lingkungan nyata dan inovasi dalam sistem pencacah dan pemilahan

dapat membantu meningkatkan aplikabilitas dan efektivitas solusi ini di masyarakat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan untuk ibu Fadwa Maghfurah, ST, MM, MT. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan ini

DAFTAR PUSTAKA

- Andina, E. (2019). Analisis Perilaku Pemilahan Sampah di Kota Surabaya. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 10(2), 119–138.
<https://doi.org/10.46807/aspirasi.v10i2.1424>
- Hamarung, M. A., & Jasman, J. (2019). Pengaruh Kemiringan dan Jumlah Pisau Pencacah terhadap Kinerja Mesin Pencacah Rumput untuk Kompos. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 3(2), 53–59.
- Mahmudi, H. (2021). Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah. *Jurnal Mesin Nusantara*, 4(1), 40–46.
<https://doi.org/10.29407/jmn.v4i1.16201>
- Ramadhan, B. A., Rizianiza, I., & Manta, F. (2022). Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilah Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(2), 265.
<https://doi.org/10.32497/jrm.v17i2.3283>
- Wuryanto, A., Hidayatun, N., Rosmiati, M., & Maysaroh, Y. (2019). Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 21(1), 55–60.
<https://doi.org/10.31294/p.v21i1.4998>