

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejak tahun 1950-an, plastik telah mulai diproduksi secara massal dan menjadi komponen esensial dalam kehidupan masyarakat. Pengaplikasian material tersebut terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi, peningkatan standar hidup, dan perkembangan teknologi. Manfaat plastik tidak dapat dipungkiri dengan sifat materialnya yang ringan, mudah dibentuk, serta harganya yang terjangkau. Karena fleksibilitasnya, plastik telah menggantikan bahan tradisional seperti logam, kayu, dan kulit. Di era saat ini, plastik banyak dimanfaatkan untuk kemasan makanan dan minuman, tekstil, sektor otomotif, proses manufaktur, serta peralatan medis seperti peralatan bedah, sistem infus, dan kemasan blister. Namun, meningkatnya penggunaan plastik juga memberikan pencemaran lingkungan terhadap ekosistem darat dan perairan, sehingga dapat mengakibatkan ancaman serius untuk lingkungan (Wong, Gan, et al., 2022).

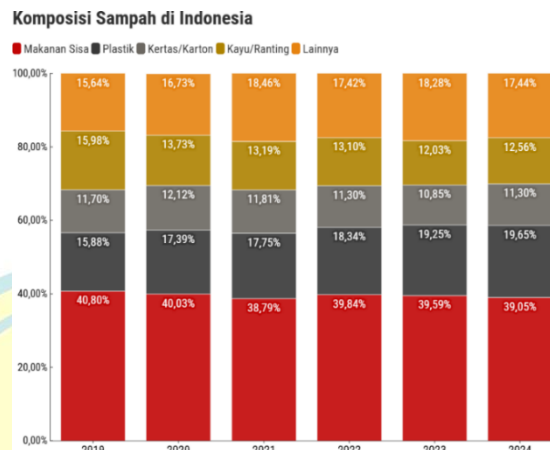


Gambar 1.1. Data Sampah Nasional 2024

(Sumber : SIPSN, 2024)

Menurut data dari Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2024, hasil input dari 317 kabupaten/kota se-Indonesia menunjukkan bahwa jumlah timbulan sampah nasional mencapai 34,21 juta ton. Dari total produksi sampah nasional tersebut menunjukkan sebesar 59,74% atau 20,4 juta ton dapat terkelola dengan baik, sedangkan sisanya 40,26% atau 13,7 juta ton sampah tidak terkelola. Hal ini menunjukkan bahwa volume sampah di Indonesia mengalami peningkatan

dibandingkan tahun sebelumnya. Pada tahun 2023, angka sampah nasional tercatat sebesar 31,9 juta ton, dengan 63,3% atau 20,5 juta ton dapat terkelola, sedangkan sisanya 36,67% atau 11,3 juta ton sampah tidak terkelola (SIPSN, 2024).



Gambar 1.2. Data Komposisi Sampah Nasional pada Tiap Tahun
(Sumber : SIPSN, 2024)

Berdasarkan data komposisi sampahnya, plastik menempati peringkat kedua sebagai jenis sampah terbanyak di Indonesia. Tingkat penggunaan plastik masih relatif tinggi di Indonesia, ditambah dengan kebiasaan masyarakat dalam membuang sampah sembarangan, sehingga membuat sampah plastik jadi isu berkepanjangan yang seolah tidak ada solusi (SIPSN, 2024). Apabila sampah plastik ini tidak segera diatasi, maka dapat mencemari sumber air, tanah, dan udara, kesehatan manusia, dan mengancam keberlanjutan lingkungan sekitar (Yasin, 2025). Dalam Rapat Koordinasi Nasional (Rakornas) Pengelolaan Sampah 2025, Kementerian Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup (KLH/BPLH) menegaskan komitmen untuk mewujudkan *Zero Waste to Landfill* pada tahun 2029, yakni menghentikan pembuangan sampah ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) terbuka dan menerapkan prinsip *reduce, reuse, recycle* (3R) (KLH, 2025). Untuk mengoptimalkan masalah sampah plastik seperti botol yang ada di lingkungan sekitar, diperlukanlah pengelolaan limbah plastik seperti mesin pencacah plastik yang merupakan bentuk dukungan terhadap proses *reuse* dan *recycle* (Nicola et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif melalui pemanfaatan kembali sampah plastik dengan cara mengubah sampah plastik menjadi biji plastik yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam proses *injection molding* untuk menghasilkan produk yang memiliki nilai guna.

Internet of Things (IoT) kini menjadi salah satu teknologi yang semakin banyak diminati dan digunakan untuk mengkoneksikan perangkat elektronik dengan jaringan internet, sehingga teknologi ini menjadi solusi yang menjanjikan untuk mengatasi berbagai macam permasalahan. Salah satu penerapan *Internet of Things* adalah pemanfaatannya untuk mengolah sampah plastik yang terus meningkat setiap harinya, dan hingga kini permasalahan sampah yang belum teratasi (Lianawati et al., 2024).

Mesin pencacah plastik berbasis IoT untuk skala komunal yang diproses dengan menampung sampah plastik botol, kemudian dialirkan menuju tempat pencacahan untuk menghasilkan ukuran sampah yang lebih kecil. Dengan sistem inovasi ini, perancangan mesin ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dan berkelanjutan untuk mengurangi volume sampah di berbagai skala, mendukung kebersihan lingkungan sekitar, serta meningkatkan kewaspadaan terhadap sampah plastik.

1.2. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Volume sampah plastik di Indonesia terus meningkat tiap tahun, sementara kapasitas penanganan dan daur ulang masih terbatas.
2. Sebagian besar sampah plastik tidak terkelola dengan baik lebih dari 13 juta ton per tahun tidak tertangani dan berpotensi mencemari lingkungan.
3. Sebagian besar sampah plastik berakhir di Tempat Pembuangan Akhir, yang membuat plastik tersebut tidak memiliki nilai guna.
4. Pengelolaan sampah plastik di tingkat komunitas seringkali masih bergantung pada metode manual seperti pemilahan dan pemadatan, yang bersifat lambat, dan menghasilkan *output* yang besar.
5. Mesin pencacah plastik yang tersedia di pasaran umumnya dirancang untuk operasi skala besar, sehingga memiliki harga investasi yang tinggi dan kompleksitas operasional yang tidak sesuai untuk komunitas atau bank sampah.

1.3. Pembatasan Masalah

Dari penelitian diatas, terdapat beberapa pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Mesin pencacah plastik dirancang dengan tipe pencacah dua poros (*dual shaft shredder*) untuk skala komunal.
2. Sasaran jenis sampah yang menjadi fokus adalah sampah plastik jenis thermoplastik yaitu plastik PET dan HDPE.
3. Proses pengolahan sampah yang dibahas pada pencacahan mekanis untuk reduksi volume.
4. Sistem IoT dan Elektrikal pada alat dirancang dan dirakit dalam skala kecil.
5. Ruang lingkup penelitian meliputi seluruh siklus perancangan rekayasa, mulai dari desain konseptual, pembuatan model 3D dan gambar kerja, analisis rekayasa perhitungan analitis dan simulasi *finite element analysis*, hingga penyusunan model tiga dimensi, gambar kerja, analisis perhitungan, simulasi FEA, dan perancangan sistem elektrikal serta IoT.
6. Parameter yang dianalisis meliputi gaya dan torsi pencacahan, putaran sistem transmisi, tegangan, displacement, *safety factor*, karakteristik struktur rangka, serta fungsi sistem elektrikal dan IoT.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah yang telah disebutkan, berikut adalah rumusan masalah dari penelitian ini:

1. Bagaimana merancang mesin pencacah plastik yang mampu mengurangi volume sampah plastik secara efektif untuk skala komunal?
2. Bagaimana cara merancang sistem IoT dan elektrikal pada mesin pencacah plastik skala komunal?
3. Apa spesifikasi yang dimiliki pada rancangan mesin pencacah skala komunal?
4. Apa faktor yang berpengaruh terhadap kinerja dan keandalan dari sistem pencacah?

1.5. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini:

1. Merancang alat mesin pencacah skala komunal secara fungsional dirancang secara spesifik untuk mereduksi volume sampah plastik.
2. Merancang sistem kontrol elektrikal dan *Internet of Things* (IoT) sebagai sistem pendukung fungsional untuk mengotomatisasi pengoperasian, menjaga keamanan, dan memantau kinerja mesin secara *real-time* di lingkungan komunal.
3. Menganalisis dan menentukan spesifikasi teknis elemen mesin, meliputi gaya potong pisau pencacah, kebutuhan torsi motor, sistem transmisi, dan dimensi komponen struktural.
4. Mengkaji faktor-faktor yang memengaruhi kinerja dan keandalan dari sistem pencacah, serta mewujudkan rancangan awal dalam bentuk model *3D printing* sebagai tahapan validasi rancangan.

1.6. Manfaat Penelitian

1.6.1. Bagi Penulis

Penelitian ini diharapkan dapat memperdalam pemahaman dalam bidang perancangan mesin dan teknologi daur ulang. Melalui perancangan alat ini, penulis dapat mengaplikasikan ilmu Teknik Mesin (terutama desain mekanik dan analisis elemen mesin) secara langsung dengan merancang, memproduksi, dan menguji mesin pencacah plastik. Pengalaman ini meningkatkan keterampilan penulis dalam hal perhitungan teknik (desain pisau, poros, dan transmisi), dan pemilihan motor listrik yang efisien. Selain itu, penulis mendapatkan wawasan dalam penerapan *green technology* dan *eco-design*.

1.6.2. Bagi Pembaca

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait mesin pencacah dua poros secara mendalam, mulai dari konsep kerja dual-shaft shredder, komponen-komponen pentingnya, serta pertimbangan teknik dalam perancangannya. Informasi yang disajikan juga diharapkan dapat meningkatkan kesadaran akan urgensi terhadap penanganan sampah plastik dengan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) melalui inovasi teknologi, serta

dapat mengimplementasi alat rekayasa yang ramah lingkungan dan mendukung terciptanya sistem pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan di masyarakat.

