

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Permasalahan pengelolaan limbah masih menjadi tantangan besar di Indonesia. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2022, total timbunan sampah nasional mencapai 21,1 juta ton. Dari jumlah tersebut, sekitar 7,2 juta ton (34,29%) belum dapat ditangani dengan baik. Kondisi ini menunjukkan bahwa upaya penanganan sampah perlu terus ditingkatkan, salah satunya melalui pendekatan sirkular ekonomi, yaitu mengubah limbah menjadi sumber daya yang bisa dimanfaatkan kembali. Prinsip ini juga menjadi salah satu pesan utama dalam kegiatan *World Cleanup Day* (WCD) Indonesia 2023.

Di antara berbagai jenis sampah, limbah medis termasuk yang paling perlu diperhatikan. Salah satu contohnya adalah limbah jarum suntik. Limbah ini termasuk dalam kategori limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) karena dapat menyebarkan penyakit menular seperti HIV, Hepatitis B, dan Hepatitis C jika tidak ditangani dengan benar. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dalam dokumen *Safe Management of Wastes from Health-Care Activities* (2014) menekankan pentingnya menghancurkan alat kesehatan yang sudah tidak digunakan atau yang gagal produksi, seperti jarum suntik, agar tidak disalahgunakan. WHO juga merekomendasikan metode deformasi fisik seperti pemotongan atau pembakaran untuk memastikan bahwa alat tersebut tidak dapat digunakan kembali.

Selain berbahaya bagi kesehatan, limbah jarum suntik juga berdampak terhadap lingkungan karena terdiri dari plastik dan logam (kanula) yang sulit terurai. Agar limbah ini bisa dimanfaatkan kembali, perlu dilakukan pemisahan antara bagian plastik dan logam. Pemisahan seperti ini akan memudahkan proses daur ulang dan membuka peluang untuk mendapatkan nilai jual yang lebih tinggi, terutama dari plastik yang telah dipisahkan secara bersih dari logam.

Dari sisi ekonomi, upaya pemisahan ini juga bisa menjadi peluang yang menguntungkan. Jika dilakukan dalam skala besar, limbah jarum suntik yang sebelumnya hanya dibuang bisa diubah menjadi bahan baku yang dijual kembali. Biaya pengolahan pun bisa ditekan karena bahan-bahan yang sudah terpisah lebih

mudah dikelola dan diproses. Selain itu, nilai tambah yang dihasilkan dari plastik murni mampu meningkatkan pendapatan bagi pelaku industri daur ulang maupun pihak-pihak yang bergerak dalam pengolahan limbah medis.

Dalam upaya mendukung proses pemisahan tersebut, penggunaan sistem otomasi dalam industri daur ulang, khususnya pada tahap sortir limbah, menjadi sangat relevan. Teknologi seperti *conveyor* otomatis dan magnet ferit dapat membantu mempercepat proses pemilahan, sekaligus mengurangi kontak langsung manusia dengan limbah berbahaya. Sistem sortir otomatis ini memungkinkan pemisahan bahan secara lebih cepat dan lebih tepat, mengurangi risiko kecelakaan kerja dan paparan bahan berbahaya.

Keunggulan sistem otomatisasi juga mencakup pengurangan biaya operasional dan peningkatan kualitas material hasil daur ulang, yang pada akhirnya dapat meningkatkan nilai ekonomi dari limbah yang dikelola. Selain itu, kemampuan sistem untuk bekerja secara terus-menerus membantu fasilitas daur ulang meningkatkan kapasitas pengolahan limbah, sehingga turut mendukung prinsip ekonomi sirkular dengan mengurangi limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir.

Dengan demikian, penerapan teknologi otomasi dalam proses sortir limbah medis, seperti pemisahan antara plastik dan *kanula* pada jarum suntik gagal produksi, bukan hanya membantu menjaga kesehatan dan lingkungan, tetapi juga membuka peluang pengelolaan limbah yang lebih bermanfaat secara ekonomi dan berkelanjutan.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Limbah jarum suntik (*needle waste*) umumnya masih dibuang dalam keadaan tidak terpisah antara bagian plastik dan logam (*kanula*), sehingga menurunkan nilai jual limbah plastik medis tersebut.
2. Tidak adanya sistem yang mengintegrasikan proses otomatisasi dengan perhitungan nilai ekonomis secara *real-time*, sehingga belum dapat memantau dan mengevaluasi hasil sortir dari sisi keuntungan daur ulang

3. Pemanfaatan kembali limbah medis sebagai sumber daya daur ulang belum maksimal karena tidak adanya alat yang mampu meningkatkan kualitas hasil sortir.
4. Industri pengolahan limbah membutuhkan inovasi alat bantu untuk meningkatkan efisiensi ekonomi tanpa meningkatkan biaya operasional secara signifikan.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, maka ruang lingkup permasalahan dibatasi pada beberapa hal berikut:

1. Penelitian hanya difokuskan pada proses pemisahan (sortir) antara komponen logam (*kanula*) dan plastik dari limbah jarum suntik yang sudah dihancurkan.
2. Sistem yang dikembangkan berupa prototipe otomatis berbasis mikrokontroler dan aktuator untuk memisahkan komponen kanula dari badan jarum suntik.
3. Perhitungan nilai ekonomis hanya dibatasi pada selisih harga jual limbah plastik setelah dan sebelum proses sortir, tanpa menghitung seluruh biaya operasional secara detail.
4. Data yang ditampilkan dalam sistem hanya berupa berat hasil sortir, estimasi nilai jual, dan selisih keuntungan yang ditampilkan secara *real-time* melalui antarmuka berbasis web.
5. Penelitian ini tidak membahas aspek sterilisasi, pengumpulan limbah medis dari fasilitas kesehatan, atau proses daur ulang lanjutan setelah sortir dilakukan.

### 1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat prototipe sistem sortir otomatis yang mampu memisahkan komponen kanula logam dari badan plastik pada limbah jarum suntik yang sudah di hancurkan?
2. Bagaimana sistem tersebut dapat menampilkan data berat hasil sortir dan menghitung estimasi nilai ekonomis dari proses sortir secara *real-time*?
3. Bagaimana menguji prototipe sistem sortir otomatis yang mampu memisahkan komponen kanula logam dari badan plastik pada limbah jarum suntik yang sudah di hancurkan?

### 1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Membuat prototipe sistem sortir otomatis yang mampu memisahkan komponen kanula logam dari badan plastik pada limbah jarum suntik yang sudah dihancurkan.
2. Mengembangkan sistem yang dapat menampilkan data berat hasil sortir serta menghitung estimasi nilai ekonomis dari proses sortir secara *real-time*.
3. Menguji kinerja prototipe sistem sortir otomatis dalam memisahkan komponen kanula logam dari badan plastik pada limbah jarum suntik yang sudah dihancurkan.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan solusi teknologi berupa prototipe sistem sortir otomatis yang dapat memisahkan komponen logam dan plastik pada limbah jarum suntik, sehingga meningkatkan nilai jual dan keuntungan dalam proses daur ulang.
2. Membantu industri pengolahan limbah medis dalam memantau dan menghitung nilai ekonomis hasil sortir secara *real-time*.
3. Menjadi referensi dan dasar pengembangan teknologi otomasi dalam pengelolaan limbah medis, khususnya dalam bidang teknik otomasi dan teknologi lingkungan.