

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sampah merupakan hasil pembuangan dari proses aktivitas manusia. Ketika sampah tidak diproses dengan baik, lingkungan sekitar kita akan penuh dengan sampah. Sampah plastik khususnya, akan selalu membawa kerugian yang begitu besar bagi alam. Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan sekitar 64 juta ton sampah per tahun, di mana 15% di antaranya adalah sampah plastik. Botol kemasan air merupakan plastik yang seringkali dibuang ke lokasi yang cekung, kemudian ditutupi dengan tanah atau dibuang begitu saja tanpa ada tindakan selanjutnya. Pemusnahan sampah plastik dengan cara pembakaran (*incineration*) tidak efektif dan berisiko, sebab menimbulkan polutan dari emisi gas buang (CO₂, CO, NO_x, dan SO_x) dan polusi lainnya [1]. Oleh karena itu, diperlukan cara pengolahan lain untuk mengolah sampah plastik, salah satunya dengan daur ulang.

Dalam perkembangannya kemasan botol plastik menjadi bahan yang dicari oleh pemulung untuk dijual kepada pengepul barang bekas dan diolah kembali dalam pabrik menjadi bahan baru. Dimana para pengepul melakukan penekanan botol plastik agar dapat memuat banyak botol plastik bekas dalam satu kali pengiriman ke pabrik sehingga tidak memakan banyak biaya. Hal tersebut menimbulkan resiko cedera dan memakan waktu yang lama. Seiring perkembangan teknologi, banyak perusahaan melakukan otomasi produksinya. Misalnya, pada proses pemisah barang, seperti botol minuman. Pada proses industri manual yang dikerjakan oleh tenaga manusia, dibutuhkan jumlah tenaga kerja yang tidak sedikit dan membuat waktu proses produksi menjadi lebih lama [2]. Selain itu sering terjadi *human error* karena pekerjaan yang berulang-ulang. Namun, sistem manual memiliki keterbatasan karena bergantung pada kemampuan visual dan konsentrasi operator, yang dapat menurun akibat kelelahan atau kondisi kerja yang tidak ideal.

Meningkatnya jumlah sampah botol plastik telah menjadi permasalahan lingkungan yang serius. Penumpukan sampah botol plastik menyebabkan pencemaran tanah, air, dan udara, serta berdampak negatif pada kesehatan manusia

dan ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengurangi dan mengelola sampah botol plastik secara efektif. Salah satu solusinya adalah dengan mengembangkan alat penyortir botol otomatis. Pemilahan berdasarkan warna menjadi pilihan yang efektif karena warna merupakan atribut visual yang mudah dikenali oleh sensor digital seperti TCS3200, serta umum digunakan dalam klasifikasi material daur ulang. Warna merah, hijau, biru, dan putih dipilih karena sering ditemukan pada kemasan botol plastik minuman dan alat rumah tangga. Warna merah, hijau, dan biru merupakan warna primer aditif yang terbaca jelas oleh sensor TCS3200, sedangkan warna putih merupakan gabungan dari ketiganya. Pemilahan berdasarkan warna ini penting untuk memudahkan proses daur ulang, karena tiap warna biasanya memiliki jenis bahan dan nilai jual yang berbeda. Pemanfaatan mikrokontroler dan sensor dalam pengembangan alat ini memungkinkan proses pemilahan yang lebih efisien dan akurat, serta dapat menekan biaya produksi dibandingkan dengan metode konvensional[3]. Sistem pemilahan sampah otomatis diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi pemilahan sampah, mengurangi pencemaran lingkungan, serta mendukung industri daur ulang.

Sensor yang digunakan untuk mendeteksi warna berbasis Arduino dapat membuat sistem perancangan alat ukur warna. Detektor kecerahan warna menggunakan pemrosesan warna gambar untuk mengukur tingkat kecerahan. Proses ini dilakukan oleh mikrokontroler yang diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Tujuan dari alat ini adalah untuk mengukur warna botol plastik, TCS3200 dapat membaca warna botol plastik. Sistem ini mendeteksi warna botol plastik menggunakan sensor TCS3200. Sensor TCS3200 merupakan sensor warna digital yang dipilih karena akurasi dan sensitivitasnya dalam mengenali warna. Sensor ini bekerja dengan memancarkan cahaya putih ke objek dan mengukur intensitas cahaya yang dipantulkan dalam komponen RGB. Dengan demikian, sensor ini cocok digunakan untuk aplikasi pemilahan sampah berdasarkan warna. Sensor ini mampu mengenali warna merah, hijau, dan biru (RGB) [4].

Sampah plastik, terutama botol plastik, banyak ditemukan dan perlu ditangani dengan baik agar bisa didaur ulang secara efisien. Pemilahan secara manual memakan waktu, bergantung pada tenaga manusia, dan sering terjadi

kesalahan. Karena itu, penulis merancang sistem otomatis untuk memilah botol plastik berdasarkan warna (merah, hijau, biru, dan putih) menggunakan sensor TCS3200. Pemilahan berbasis warna dipilih karena lebih sederhana, praktis, dan sesuai dengan kondisi lapangan, di mana warna botol lebih mudah dikenali daripada bentuk atau beratnya. Sistem ini dirancang agar tetap akurat meskipun ada perubahan pencahayaan atau posisi botol. Dibandingkan dengan metode manual atau sistem berbasis berat, sistem berbasis warna dinilai lebih efisien dan stabil karena hanya fokus pada warna permukaan botol. Dengan sistem ini, proses pemilahan bisa dilakukan lebih cepat, akurat, dan membantu mengurangi pencemaran lingkungan akibat sampah plastik.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana rancangan sistem pemilahan sampah plastik berbasis warna dengan sensor TCS3200 yang akurat?
- 2) Bagaimana evaluasi efektivitas dan kestabilan sistem dalam mendeteksi dan memisahkan botol plastik berdasarkan warna menggunakan sensor TCS3200?

1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Menguji keberhasilan sistem dalam memilah sampah botol plastik berdasarkan warna.
- 2) Mengevaluasi akurasi dan kestabilan sistem dalam mendeteksi serta memisahkan botol plastik berdasarkan warna menggunakan sensor TCS3200.
- 3) Mengintegrasikan sensor warna, motor DC, dan motor servo untuk menciptakan sistem pemilahan sampah yang tepat guna dan otomatis..

Manfaat dari penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Memberikan gambaran nyata mengenai kemampuan sistem dalam mendeteksi warna botol plastik dan melakukan pemilahan secara otomatis, sehingga mendukung proses daur ulang yang lebih efisien.
- 2) Menghasilkan data akurasi dan kestabilan sistem pemilah berdasarkan warna, yang dapat dijadikan referensi untuk pengembangan sistem pemilahan sampah di lingkungan industri maupun edukasi.
- 3) Menunjukkan potensi penerapan teknologi sensor dan mikrokontroler dalam mendukung pengelolaan sampah plastik berbasis otomatisasi.

Tabel 1. 1 Keterkaitan Antara tujuan, Pengujian, dan Kesimpulan

No	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Menguji keberhasilan sistem dalam memilah sampah botol plastik berdasarkan warna.	Pengujian sistem secara keseluruhan dengan mendeteksi botol plastik berwarna merah, hijau, biru, dan putih, serta memeriksa hasil pemilahan otomatis	Sistem mampu memilah botol dengan benar sesuai warna yang terdeteksi tanpa kesalahan klasifikasi
2	Mengevaluasi akurasi dan kestabilan sensor TCS3200	Pengujian sensor dengan kertas dan botol berwarna sebanyak 15 kali untuk masing-masing warna dan analisis nilai RGB hasil pembacaan	Sensor menunjukkan akurasi tinggi dan hasil pembacaan RGB yang stabil dalam mendeteksi warna dominan
3	Mengintegrasikan sensor dan aktuator untuk sistem otomatis	Pengujian koordinasi antara sensor, motor DC konveyor, dan motor servo pemilah dalam skenario operasional penuh	Komponen bekerja terintegrasi secara otomatis dan sistem mampu memilah dengan stabil dalam berbagai kondisi

1.4 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini difokuskan pada pemilahan berbagai jenis botol plastik berdasarkan warna, termasuk botol kemasan, botol sabun, dan botol kimia.
- 2) Penelitian ini hanya memfokuskan pada pemilahan botol plastik berwarna merah, hijau, biru, dan putih karena keterbatasan dan kesesuaian dengan alat serta sampel yang tersedia.
- 3) Bagaimana evaluasi efektivitas dan kestabilan sistem dalam mendeteksi dan memisahkan botol plastik berdasarkan warna menggunakan sensor TCS3200?

1.5 METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari lima bab. Bab pertama menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab kedua membahas teori-teori yang mendukung penelitian, seperti konsep sampah plastik, cara kerja sensor warna TCS3200, Arduino UNO, serta penggunaan motor DC dan motor servo. Bab ketiga berisi metode penelitian yang mencakup perancangan alat, pembuatan program, dan proses pengujian komponen sistem. Bab keempat memaparkan hasil pengujian serta pembahasan kinerja sistem dalam mendeteksi warna dan memisahkan botol plastik. Terakhir, bab kelima berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan selanjutnya.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Penelitian ini terdiri dari lima bab. Bab 1 membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan. Bab 2 berisi tinjauan pustaka tentang warna, sensor TCS3200, mikrokontroler, dan teori yang mendukung sistem pemilah sampah plastik berbasis warna. Bab 3 menjelaskan metode penelitian, mulai dari perancangan sistem, pengolahan warna, implementasi, hingga pengujian. Bab 4 menyajikan hasil dan pembahasan, termasuk akurasi pengenalan warna dan kinerja sistem dalam memilah botol plastik. Bab 5 berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.