

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sampah botol plastik saat ini menjadi salah satu isu lingkungan yang semakin serius, terutama akibat meningkatnya konsumsi masyarakat terhadap produk berbahan plastik sekali pakai seperti botol minuman. Karakteristik plastik yang sulit terurai secara alami menyebabkan akumulasi sampah dalam jangka panjang yang berdampak negatif terhadap lingkungan (Segara et al., 2025). Provinsi Riau saat ini menghadapi tantangan yang cukup signifikan dalam hal pengelolaan sampah, seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas konsumsi masyarakat (Erison et al., 2023). Salah satu penyumbang terbesar dari masalah lingkungan ini adalah limbah plastik, khususnya botol plastik sekali pakai yang sangat sulit terurai secara alami. Penumpukan sampah plastik, baik di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) maupun yang berserakan di lingkungan sekitar, tidak hanya merusak estetika tata kota tetapi juga memicu berbagai ancaman ekologi jangka panjang (Fikri et al., 2024). Jika tidak ada langkah pengelolaan yang terstruktur, volume sampah plastik di Riau akan terus meningkat dan memberikan dampak buruk bagi kesehatan lingkungan serta masyarakat (Fikri et al., 2024).

Kondisi penumpukan limbah plastik ini juga tergambar pada skala yang lebih kecil, yakni di lingkungan institusi pendidikan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada area kampus Politeknik Caltex Riau (PCR), tingkat konsumsi minuman dalam kemasan masih sangat tinggi. Secara khusus, pada mahasiswa program studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika (TRSE), kebiasaan membeli minuman segar yang menggunakan botol plastik sekali pakai masih menjadi bagian dari rutinitas sehari-hari di sela kepadatan jadwal kuliah dan pratikum. Kebutuhan akan kepraktisan ini pada akhirnya berbanding lurus dengan jumlah sampah botol plastik yang dihasilkan setiap harinya di area kampus.

Sayangnya, tingginya volume sampah botol plastik tersebut belum diimbangi dengan kesadaran mahasiswa yang memadai terkait cara pembuangan dan pengelolaan sampah yang baik, masih banyak mahasiswa yang kurang peduli terhadap pentingnya pemilihan sampah, seringkali membuang sampah botol plastik

bercampur dengan sampah jenis lain atau bahkan membiarkannya tertinggal di area fasilitas umum kampus (Sirajuddin et al., 2025). Kurangnya motivasi internal dan rasa tanggung jawab terhadap lingkungan membuat kebiasaan buruk terus berulang, sehingga fasilitas tempat sampah yang telah disediakan oleh pihak kampus tidak dapat berfungsi secara optimal untuk proses daur ulang (Ismail et al., 2021).

Mengatasi permasalahan tersebut dan menumbuhkan kembali kesadaran lingkungan mahasiswa, diperlukan sebuah upaya inovatif yang tidak hanya bersifat himbauan, tetapi juga mampu memberikan daya Tarik atau motivasi tambahan. Salah satu pendekatan yang relevan dengan latar belakang mahasiswa teknik adalah pemanfaatan teknologi yang digabungkan dengan sistem imbalan (Sofiati, 2021). Oleh karena itu, diusulkanlah penelitian dengan judul “Rancang Bangun *Reverse Vending Machine* Untuk Pengelolaan Sampah Botol Plastik Dengan Skema Insentif.” Alat ini diharapkan menjadi solusi cerdas yang memfasilitasi penukaran sampah botol plastik menjadi insentif, sehingga dapat menarik minat dan mendorong partisipasi aktif mahasiswa, khususnya di lingkungan PCR, dalam menjaga kebersihan lingkungan kampus.

Perancangan sistem yang menggabungkan mikrokontroler ESP32 dengan sensor proximity induktif dan kapasitif, load cell berbasis modul HX711, serta mekanisme nextion display dan printer thermal, alat yang dirancang sebagai prototype ini diharapkan mampu bekerja secara langsung melalui proses input botol, identifikasi jenis material, penimbangan, hingga pemberian insentif kepada pengguna. Dengan demikian, alat ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana edukasi, tetapi juga sebagai solusi teknologi yang tepat guna, berhasil dan aplikatif dalam mendukung sistem pengelolaan sampah plastik dengan skema insentif (Made & Arsa, 2021).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana merancang UI pada Nextion HMI dan menampilkan status objek, jumlah objek, berat objek dan hasil poin?

- b. Bagaimana mengintegrasikan pemograman ESP32 berdasarkan perangkat input output pada hardware?
- c. Bagaimana cara mengintegrasikan dan menguji keseluruhan sistem Reverse Vending Machine?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem dikontrol menggunakan mikrokontroller ESP32
- 2) Jalur pengiriman data ukur difokuskan pada komunikasi serial UART.
- 3) Eksekusi *output* sistem dibatasi hanya pada pengiriman instruksi pembaruan angka ke nextion display dan instruksi cetak kertas di printer thermal.
- 4) Perancangan sistem *Reverse Vending Machine* sebagai *prototype*.
- 5) Sistem *Reverse Vending Machine* hanya mengidentifikasi botol plastik dengan range berat minimum 12 gram sampai maksimum 46 gram.
- 6) *Reverse Vending Machine* dirancang hanya mencakup proses penerimaan botol, deteksi berat botol sehingga mengeluarkan output berupa struk transaksi sebagai insentif kepada pengguna.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

- a. Membangun perangkat keras yang mampu mendeteksi keberadaan objek dan mengonversi tarikan beban menjadi nilai berat secara otomatis.
- b. Merancang dan mengimplementasikan program pada ESP32 untuk mengolah data sensor, menampilkan informasi pada nextion display, serta mencetak hasil transaksi menggunakan printer thermal.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Memudahkan pengguna melihat langsung berapa botol yang sudah mereka masukkan melalui layar display.
- b. Mengotomatiskan proses pencatatan jumlah sampah botol plastik dan perhitungan poin, sehingga tidak perlu lagi dihitung secara manual.