BAB 1
USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Sampah adalah benda yang tidak diinginkan atau tidak terpakai lagi yang terbuat dari bahan organik atau anorganik [1]. Pengelolaan sampah masih menjadi permasalahan lingkungan yang cukup kompleks di Indonesia. Masyarakat masih belum memiliki kesadaran dalam memilah sampah organik dan anorganik, sehingga menyebabkan sampah menjadi tercampur dan tidak dapat diolah dengan efisien. Hal ini mengakibatkan pengelolaan sampah menjadi tidak terkendali dan penempatan sampah yang tidak sesuai, yang pada akhirnya menghambat proses pengolahan secara optimal [2].

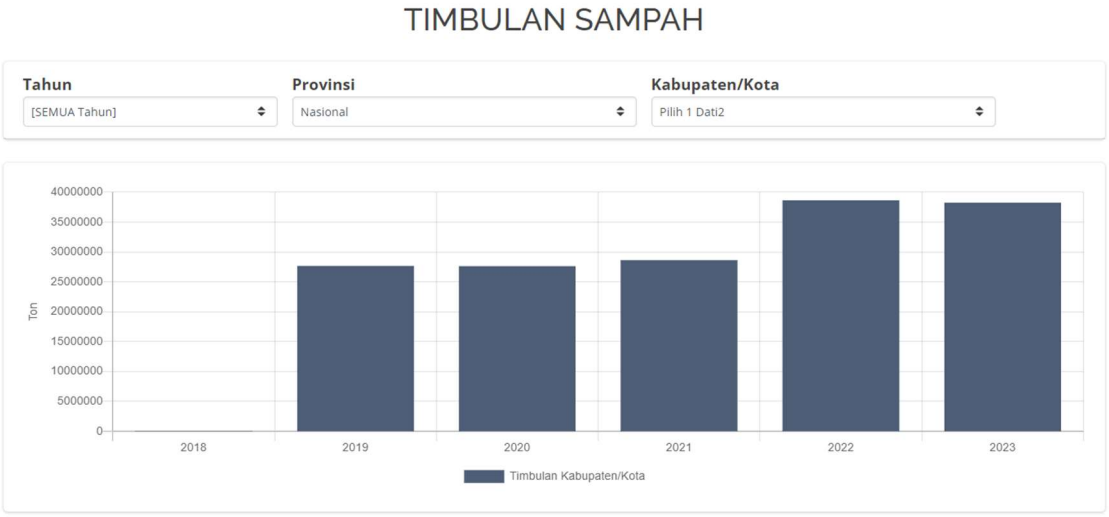
Kerusakan serta pencemaran lingkungan dapat terjadi jika tidak ada pengelolaan sampah secara terpadu. Selain itu, sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat meningkatkan risiko kesehatan yang dapat merusak kualitas hidup manusia. Untuk menjaga kelestarian lingkungan yang sehat di masa depan, daur ulang sampah sangat diperlukan untuk mencegah pencemaran dan menjaga kesehatan manusia [3].

Saat ini, proses pemilahan dan pengelolaan sampah memegang peran penting dalam menjaga kesehatan dan kelestarian lingkungan. Penumpukan sampah dapat memicu berbagai penyakit, seperti penyakit tifus, demam berdarah, bakteri dan jamur. Selain itu, penimbunan sampah juga dapat menimbulkan bau tidak sedap dan dapat merusak estetika lingkungan [4].

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 dibuat dengan tujuan untuk mendorong partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah melalui pendekatan berbasis komunitas, khususnya melalui mekanisme bank sampah. Akan tetapi, pengelolaan sampah di Indonesia masih belum optimal, mengingat rendahnya partisipasi masyarakat dan terbatasnya akses terhadap teknologi pengolahan sampah yang efisien.

Salah satu upaya pemerintah dalam meningkatkan efisiensi pengolahan sampah adalah penerapan teknologi *Refuse Derived Fuel* (RDF). Pemerintah Kota Bandung, misalnya, telah mengujicobakan teknologi RDF di beberapa tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) seperti di Babakan Siliwangi (Baksil), Jalan Indramayu, Ence Azis, dan Batununggal. RDF merupakan teknologi yang mengolah sampah menjadi bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil di sektor industri. Namun, salah satu tantangan utama dari penerapan RDF adalah rendahnya tingkat pemilahan sampah. RDF hanya dapat mengolah sampah anorganik dan

sampah organik dengan kadar air rendah. Sampah dengan kandungan bahan inert tidak dapat diolah dan justru berisiko merusak mesin pengolah RDF. Oleh karena itu, rendahnya kualitas pemilahan sampah berdampak langsung terhadap menurunnya efisiensi pengolahan RDF [5].



Gambar 1. 1 Data timbulan sampah

Sayangnya, hingga saat ini permasalahan pengelolaan sampah masih menjadi isu yang belum teratasi. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KLHK RI) pada Gambar 1.1 diatas ini, KLHK RI (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia), jumlah timbulan sampah di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 68,7 juta ton/tahun, dengan mayoritas komposisi berupa sampah organik, terutama sisa makanan yang menyumbang 41,27%. Sekitar 38,28% dari total timbulan sampah tersebut berasal dari sumber rumah tangga. Sampah organik juga diketahui sebagai penyumbang utama emisi gas rumah kaca apabila tidak dikelola secara optimal. Selain itu, pada data KLHK tahun 2022, Kota Bandung tercatat sebagai distributor sampah terbesar ketiga di Provinsi Jawa Barat [6].

Melihat kompleksitas permasalahan tersebut, diperlukan suatu pendekatan inovatif yang mampu mendukung proses pemilahan sampah secara efisien, cepat, dan akurat. Salah satu pendekatan yang mulai dikembangkan ialah pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *Machine Learning*. Dengan kemampuannya dalam mempelajari pola dan mengklasifikasikan data secara otomatis, *Machine Learning* menjadi salah satu solusi yang potensial dalam menunjang sistem pengelolaan sampah yang modern dan berkelanjutan.

Pemanfaatan teknologi *Machine Learning*, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), mulai dikembangkan dalam sistem sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan pengelolaan sampah [7]. Penggunaan CNN diharapkan dapat membantu proses pemilahan

sampah yang lebih akurat dan juga mendukung edukasi masyarakat terkait pemilahan sampah [8].

1.2 Analisis Masalah

Penumpukan sampah dapat menimbulkan permasalahan di berbagai aspek, berikut rincian dari berbagai aspek tersebut:

1.2.1 Aspek Teknis

Secara teknis, masalah utama dalam pengelolaan sampah adalah kurangnya infrastruktur yang mendukung proses pemilahan dan pengelolaan sampah. Pada umumnya, proses pengumpulan sampah dilakukan tanpa pemilahan awal di sumbernya (rumah tangga atau bisnis). Sampah yang tidak terpilah ini kemudian dibuang langsung ke tempat pembuangan akhir (TPA).

Di Indonesia, penerapan teknologi pemilahan di tingkat pengumpulan masih sangat tradisional, hal ini disebabkan oleh edukasi yang minim dan kesadaran masyarakat yang rendah terhadap pemilahan sampah serta kurangnya optimalisasi infrastruktur pengelolaan sampah pada tempat pembuangan akhir [9].

1.2.2 Aspek Ekonomi

Dari sisi ekonomi, masalah pengelolaan sampah berdampak pada meningkatnya biaya operasional. Pengumpulan, pemilahan, transportasi, dan pengelolaan sampah memerlukan anggaran besar, terutama ketika tidak ada pemilahan sampah di sumbernya. Penumpukan sampah tanpa pemilahan tidak hanya memperburuk efisiensi operasional, tetapi juga mengakibatkan hilangnya potensi ekonomi dari daur ulang atau pengolahan sampah.

Sampah yang terpilah dapat dijadikan bahan baku daur ulang, yang memberikan nilai ekonomi bagi masyarakat atau industri daur ulang. Contohnya adalah PT. Pupuk Kaltim yang bekerjasama dengan Pemkot Bontang dalam penanggulangan sampah organik, sampah organik diolah menjadi pupuk atau makanan bagi maggot. Namun, tanpa proses pemilahan yang baik, semua sampah tersebut hanya menjadi beban biaya tambahan untuk penanganan di TPA [10].

1.2.3 Aspek Lingkungan

Lingkungan merupakan aspek yang paling terpengaruh dari penumpukan sampah tanpa pemilahan yang tepat. Sampah yang menumpuk di TPA akan menyebabkan pencemaran tanah, air, dan udara di lingkungan sekitarnya. Sampah organik yang membusuk di TPA akan melepaskan gas metana yang lebih berbahaya dibandingkan dengan gas karbondioksida.

Selain itu, sampah anorganik sulit terurai dan dapat mencemari ekosistem. Contohnya adalah sampah plastik yang hanyut ke laut dapat menyebabkan masalah serius bagi ekosistem laut, seperti terjeratnya hewan laut atau tertelannya plastik oleh organisme laut, yang pada akhirnya masuk ke rantai makanan manusia.

1.2.4 Aspek Sosial

Masalah sosial juga muncul akibat pengelolaan sampah yang buruk. Penumpukan sampah di lingkungan sekitar menyebabkan ketidaknyamanan bagi masyarakat. Bau busuk dari sampah yang tidak terkelola dengan baik menurunkan kualitas hidup masyarakat di sekitarnya, contohnya adalah pemukiman di dekat Bantar Gerbang yang ada di Bekasi [11].

Kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah juga memperburuk masalah ini. Banyak masyarakat yang tidak memahami pentingnya memilah sampah atau kurangnya informasi mengenai dampak buruk dari penumpukan sampah terhadap lingkungan.

1.2.5 Aspek Kesehatan

Dari segi kesehatan, sampah yang tidak terkelola dengan baik dapat menjadi sumber penyakit. Penumpukan sampah berpotensi menjadi tempat berkembang biak bagi serangga, kuman dan hewan pengerat, yang menjadi faktor utama penyebar penyakit. Selain itu, pencemaran udara akibat pembakaran sampah yang tidak terkontrol atau penguraian sampah organik dapat menyebabkan masalah pernapasan dan penyakit lainnya bagi masyarakat sekitar. Lingkungan yang kotor dan tercemar akibat sampah juga dapat meningkatkan risiko penyakit menular, terutama di daerah padat penduduk.

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Beberapa layanan bank sampah telah beroperasi di Indonesia dengan pendekatan dan fitur yang beragam dapat dilihat pada Tabel 1.1. Aplikasi Octopus, menyediakan layanan daur ulang untuk sampah organik dan anorganik dengan imbalan berupa uang atau *voucher*. Pengguna dapat memanfaatkan fitur ”Panggil Pelestari” tanpa biaya tambahan. Namun, ketika penulisan dibuat aplikasi masih dalam keadaan tidak aktif, sehingga informasi mengenai kekurangannya masih terbatas [12]. Sementara itu, aplikasi Duitin (Daur Ulang Ini Itu) memungkinkan pengguna untuk menyetorkan sampah melalui layanan penjemputan dan penukaran berupa uang atau saldo pembelian. Kekurangan dari aplikasi Duitin terletak pada tampilan antarmuka yang kurang menarik serta belum mendukung pengelolaan sampah organik [13].

Bank Sampah Bersinar hadir sebagai layanan berbasis komunitas yang mencangkup edukasi dan jasa pengelolaan sampah rumah tangga, dengan sistem penjemputan rutin dan pemberian insentif berupa uang. Namun, belum tersedianya aplikasi khusus serta prosedur pengumpulan yang masih dilakukan secara manual melalui *Google Form* [14]. Adapun program Waste4Change yang menawarkan penjemputan sampah anorganik dengan insentif berupa uang, namun belum memiliki aplikasi khusus dan masih menggunakan sistem manual melalui platform *WhatsApp* dalam proses penyetoran sampahnya [15].

Tabel 1.1 Analisa solusi yang sudah ada

Nama Bank Sampah	Jenis Sampah yang Diterima	Jenis Pengambilan	Bentuk Imbalan	Kekurangan	Status
Aplikasi Octopus	Anorganik	*Pick-up*	Uang and Poin	N/A	Tidak Aktif
Aplikasi Duitin	Anorganik	*Pick-up*	Uang	Tampilan antar mukakurang menarik, tidak ada pengolahan sampah organik	Aktif
Bank Sampah Bersinar	Organik dan Anorganik	*Pick-up* dan *Drop Point*	Uang	Tidak ada aplikasi, Prosedur pengumpulan sampahtidak efisien	Aktif
Waste4Change	Anorganik	*Pick-up*	Uang	Tidak ada aplikasi, Prosedur pengumpulan sampahmanual	Aktif

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk merancang dan mengembangkan sebuah aplikasi *mobile* yang dapat membantu proses pengelolaan sampah organik dan anorganik dengan

memanfaatkan teknologi *machine learning*. Aplikasi yang dirancang menyediakan fitur pemindaian gambar menggunakan *object detection* untuk klasifikasi jenis sampah, pemindaian *barcode* produk, pencatatan transaksi *digital*, serta pemberian insentif *reward* berbasis kontribusi sampah. Dengan aplikasi ini, diharapkan proses pengelolaan sampah menjadi lebih efisien, akurat, dan mendorong partisipasi aktif masyarakat, khususnya di lingkungan mitra Bank Sampah Bersinar.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Dalam rancangan aplikasi *scan* sampah berbasis citra, sejumlah batasan dan spesifikasi telah ditentukan. Batasan ini ditujukan untuk memastikan aplikasi dapat memenuhi standar kualitas, fungsionalitas dan efektivitas dalam penggunaanya, dengan mempertimbangkan batasan yang diidentifikasi selama proses perancangan.

1.5.1 Aspek Teknis

Dalam perancangan aplikasi pengolahan sampah berbasis *mobile application*, identifikasi batasan teknis menjadi langkah penting untuk memastikan aplikasi dirancang sesuai kebutuhan. Batasan teknis ini mencakup aspek *backend, frontend, object detection* serta *barcode decoder*. Penjelasan lebih rinci mengenai batasan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.2 dan 1.3.

Tabel 1.2 Batasan dan spesifikasi aspek teknis

No	Batasan	Keterangan
1.	*Backend*	• Menggunakan arsitektur Monolith. • Dapat menyimpan data pengguna dan data terstruktur. • Menggunakan aplikasi *Firebase* untuk *real-time database.* • Menggunakan Node.js untuk manajemen API. • Menggunakan *Whatsapp* API untuk konfirmasi pengiriman insentif. • Monitoring performa *error.* • Dapat integrasi dengan model *Machine Learning.* • Mendukung pengembangan dan penggunaan aplikasi *Mobile*.

Tabel 1.3 Batasan dan spesifikasi aspek teknis lanjutan

No	Batasan	Keterangan
1.	*Backend*	• Aplikasi dapat dengan mudah melakukan deteksi sampah, penerimaan data dan penyimpanan dalam *database*, lalu mengirimkan *reward* kepada pengguna.
2.	*Frontend*	• Bersifat hemat sumber daya, mudah diintegrasikan, dan dapat mendukung pengembangan lebih lanjut. • Mempunyai batasan pada sistem Android.
3.	*Object Detection*	• Menggunakan teknologi *Machine Learning*. • Pengambilan *dataset* bersifat primer dan sekunder. • Klasifikasi sampah terdiri dari botol plastik berwarna, aluminium, botol kaca, galon, tutup botol, botol plastik tidak berwarna, kardus, plastik kemasan, dan sisa makanan. • Nilai presisi ≥ 73.5%. • Nilai recall ≥ 52%. • Nilai mAP50 ≥ 58.8%. • Nilai mAP 50 - mAP90 ≥ 45.9% [16].
4.	*Barcode Decoder*	• Menggunakan teknologi *Image Processing.* • Pengambilan *dataset* bersifat primer dan sekunder. • Mendukung tipe *barcode* 1D dan 2D. • Terbatas pada produk yang memiliki *barcode.* • Waktu deteksi maksimum: ≤ 300 ms per gambar.

Pada perancangan dan identifikasi batasan aplikasi *scan* sampah berbasis *mobile application*, aspek pengguna merupakan elemen penting dalam implementasinya. Penulis harus memastikan antarmuka pengguna dirancang untuk mendukung kemudahan navigasi dan efisiensi penggunaan, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Batasan dan spesifikasi aspek pengguna

No	Batasan	Keterangan
1.	*User Interface*	• Memiliki tata letak yang sederhana dan jelas. • Memiliki desain yang konsisten di seluruh antarmuka. • Memiliki antarmuka yang responsif. • Memiliki navigasi yang mudah digunakan dan dapat diprediksi. • Pengguna dapat dengan mudah melakukan *scanning* terhadap objek sampah dan *barcode* produk untuk mendapatkan hasil identifikasi serta klasifikasi.

1.5.2 Aspek Ekonomi

Selain dari aspek pengguna, terdapat batasan dan spesifikasi untuk memastikan pengguna menerima sebuah *reward* berupa uang setelah mengumpulkan sampah, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Batasan dan spesifikasi aspek ekonomi

No	Batasan	Keterangan
1.	*Reward* Pelanggan	• Mendukung kegiatan pengguna dengan memberikan *reward* berupa *non-cash.* • *Reward* yang diberikan kepada pengguna sesuai dengan *value* setiap sampah yang dikumpulkan.

1.5.3 Aspek Sosial

Terakhir adalah dari aspek sosial, penulis berharap aplikasi ini dapat berkontribusi dalam mengedukasi pengguna. Pada dasarnya, aplikasi ini ditujukan agar masyarakat memiliki tanggung jawab dalam mengelola sampah, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1.6. Berdasarkan wawancara dengan Kak Tri selaku *marketing community* Bank Sampah Bersinar di daerah Baleendah, Bandung secara langsung pada tanggal 09 November 2024, diketahui bahwa mayoritas pengguna layanan bank sampah didominasi oleh kalangan ibu rumah tangga. Oleh karena itu, penulis merancang aplikasi ini dengan harapan dapat memperluas jangkauan layanan bank sampah ke kalangan usia produktif lainnya melalui penyederhanaan proses dan

kemudahan akses layanan berbasis digital, sehingga partisipasi dalam pengelolaan sampah dapat lebih inklusif dan berkelanjutan.

Tabel 1.6 Batasan dan spesifikasi aspek sosial

No	Batasan	Keterangan
1.	Literasi Manusia	• Aplikasi dirancang agar pengguna mendapatkan edukasi terkait pemilahan sampah pada lingkungan sekitar, serta mendorong partisipasi aktif generasi muda dalam kegiatan pengelolaan sampah.