BAB 1

USULAN GAGASAN

Bab ini membahas secara sistematis mengenai latar belakang permasalahan, analisis dari berbagai aspek, serta studi terhadap solusi-solusi yang telah ada terkait pengelolaan sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Setiap subbab disusun untuk memberikan pemahaman mengenai urgensi dan potensi inovasi solusi teknologi dalam mendukung pengelolaan limbah B3 secara efektif.

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) merupakan limbah yang mengandung zat berbahaya yang berpotensi besar merusak kesehatan manusia dan lingkungan. Sampah ini dapat berasal dari berbagai sumber, seperti rumah tangga, industri, fasilitas medis, atau elektronik. Jenis-jenis limbah B3 yang sering ditemukan meliputi limbah kimia, baterai bekas, elektronik yang sudah tidak digunakan, obat-obatan kadaluwarsa, serta berbagai jenis bahan kimia yang biasa digunakan dalam kegiatan sehari-hari di rumah tangga.

Limbah B3 berbahaya karena sifatnya yang mudah terbakar, meledak, atau beracun jika terpapar langsung oleh manusia atau jika mencemari lingkungan seperti air dan tanah. Pengelolaannya yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan serius pada ekosistem dan kesehatan manusia, sehingga diperlukan penanganan khusus untuk memisahkan dan mengelola sampah B3 ini agar tidak bercampur dengan sampah lainnya [1].

Permasalahan utama dalam pengelolaan sampah B3 di tingkat rumah tangga adalah rendahnya tingkat pemahaman masyarakat terhadap klasifikasi dan penanganan limbah yang bersifat berbahaya dan beracun. Limbah seperti baterai, lampu, aerosol, dan kabel sering kali dibuang bersamaan dengan sampah domestik lainnya karena tidak dikenali sebagai limbah B3. Kondisi ini berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Di sisi lain, masyarakat juga menghadapi keterbatasan akses terhadap informasi mengenai jenis limbah B3 serta minimnya panduan praktis untuk menangani limbah tersebut dengan benar [2].

Tingkat kesadaran masyarakat dalam memisahkan sampah B3 masih rendah. Di banyak daerah, pengelolaan sampah B3 belum dilakukan dengan baik, dan sering kali masyarakat tidak mengetahui bagaimana cara mengelola limbah berbahaya ini dengan benar.

Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah solusi yang tidak hanya dapat membantu masyarakat dalam pemilahan sampah, tetapi juga meningkatkan pengetahuan dan kesadaran tentang pentingnya pengelolaan sampah yang benar. Analisis kebijakan pengelolaan sampah di berbagai kota menunjukkan bahwa masih banyak masyarakat yang belum teredukasi dengan baik mengenai pemisahan sampah yang benar, terutama dalam konteks sampah B3 yang memerlukan penanganan khusus [3].

Sebagai respons terhadap tantangan ini, penelitian ini mengembangkan sebuah aplikasi mobile berbasis *machine learning* bernama TOXMAP. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengidentifikasi sampah B3 secara langsung melalui kamera smartphone, dan menampilkan informasi klasifikasi secara otomatis menggunakan model *Support Vector Machine* (SVM). Lebih dari itu, TOXMAP juga menyediakan fitur maps yang terintegrasi dengan informasi lokasi dropbox B3 di wilayah pengguna. Fitur ini dirancang agar pengguna tidak hanya mengetahui jenis sampah yang mereka buang, tetapi juga dapat diarahkan langsung ke tempat pembuangan yang tepat. Dengan demikian, aplikasi ini bertujuan untuk memberikan solusi menyeluruh yaitu, edukasi, identifikasi, dan tindakan nyata dalam pengelolaan sampah B3 berbasis teknologi.

1.2 Analisa Masalah

Pemilahan dan pengolahan sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) merupakan salah satu tantangan besar yang dihadapi Indonesia dalam menjaga kualitas lingkungan hidup yang berkelanjutan. Limbah B3 yang mencakup berbagai jenis bahan kimia, baterai, elektronik, dan zat beracun lainnya memerlukan perhatian khusus karena dampaknya yang signifikan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Meskipun pemerintah telah menetapkan berbagai peraturan dan pedoman terkait pengelolaan limbah B3, penerapan di lapangan masih menghadapi berbagai kendala. Baik dari aspek teknis, sosial, maupun lingkungan, permasalahan pengelolaan limbah ini masih memerlukan solusi yang lebih terintegrasi dan inovatif. Rendahnya tingkat kesadaran masyarakat, minimnya infrastruktur teknologi yang memadai, serta kurangnya mekanisme pengawasan yang ketat, semakin memperparah kondisi pengelolaan sampah di Indonesia.

Oleh karena itu, untuk memahami lebih dalam berbagai tantangan yang dihadapi, analisa masalah ini akan dibagi ke dalam tiga aspek utama, yaitu aspek teknis, sosial, dan

lingkungan yang saling berkaitan dan mempengaruhi keberhasilan dalam pengelolaan sampah B3. Analisis terhadap ketiga aspek ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai akar permasalahan serta potensi solusi yang dapat diimplementasikan untuk mengatasi kendala-kendala tersebut.

1.2.1 Aspek Teknis

Pengelolaan sampah, terutama sampah B3, di Indonesia menghadapi berbagai kendala teknis yang signifikan. Salah satu masalah utama adalah rendahnya tingkat otomatisasi dalam proses pengelolaan sampah. Sebagian besar sistem pengelolaan sampah yang ada masih menggunakan metode manual, yang tidak hanya membutuhkan waktu dan tenaga, tetapi juga berpotensi menimbulkan kesalahan dalam mengelolanya.

Selain itu, banyak infrastruktur pengelolaan sampah yang ada sering kali tidak dilengkapi dengan teknologi untuk menangani limbah B3 secara spesifik. Dalam beberapa kasus, limbah B3 seperti baterai, bahan kimia, dan elektronik tidak dipisahkan dengan benar sehingga mencemari sampah non-B3 dan memperburuk kondisi lingkungan [3]. Teknologi yang digunakan dalam sistem pemilahan sampah saat ini sering kali tidak dirancang untuk menangani kompleksitas limbah B3 yang memiliki karakteristik beracun dan korosif.

Studi lain juga menunjukkan bahwa ada masalah dengan sistem transportasi dan penyimpanan limbah. Limbah B3 yang tidak dikelola dengan baik selama transportasi dapat menyebabkan kebocoran atau kontaminasi, terutama jika infrastruktur penyimpanannya tidak sesuai standar keamanan [1].

1.2.2 Aspek Sosial

Rendahnya kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pemilahan sampah B3 merupakan tantangan serius yang dihadapi dalam pengelolaan limbah berbahaya ini. Banyak masyarakat belum memahami dampak negatif sampah B3 terhadap kesehatan dan lingkungan serta kurangnya akses informasi mengenai bahaya limbah tersebut. Selain itu, kurangnya pengetahuan tentang lokasi fasilitas pengelolaan sampah yang sesuai semakin memperburuk masalah sehingga sebagian besar masyarakat tidak melakukan pemisahan sampah B3 dari sampah non-B3 dengan benar [4].

1.2.3 Aspek Lingkungan

Dari perspektif lingkungan, pengelolaan sampah yang buruk dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air yang berpotensi merusak ekosistem lokal. Menggunakan aplikasi

untuk memilah sampah B3 yang dicampur dengan sampah biasa diharapkan dapat mengurangi risiko pencemaran tersebut. Penelitian menunjukkan bahwa solusi teknologi dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan limbah dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Laporan KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan) tahun 2021 menyebutkan bahwa capaian pengelolaan sampah B3 di Indonesia masih membutuhkan dukungan dari teknologi yang tepat agar masyarakat lebih mudah memisahkan sampah sesuai kategorinya [5].

1.3 Analisa Solusi yang Ada

Aplikasi Trashout didirikan oleh Jozef Vodicka di Zilina, Republic Slovakia pada tahun 2011. Aplikasi bertujuan untuk memantau atau memberikan informasi sampah-sampah yang dibuang secara ilegal dan tidak pada tempatnya. Selain memberi fitur memantau ada juga fitur untuk menyewa layanan untuk mengambil sampah yang dilaporkan. Tetapi dari beberapa fitur yang sudah mendukung aplikasi ini ada kekurangan, seperti tampilan antarmuka yang diberikan kurang menarik dan juga tidak ada layanan edukasi bagaimana untuk mengolah sampah tersebut secara mandiri tanpa harus menyewa pengolah sampah tersebut [6].

Bank Sampah Bersinar merupakan layanan yang menyediakan edukasi, inovasi, dan jasa pengelolaan sampah berbasis komunitas. Layanan ini mencakup pengelolaan sampah yang disetorkan dapat ditukar dengan insentif berupa uang. Namun, layanan ini memiliki beberapa kekurangan, termasuk tidak adanya aplikasi khusus yang dapat memfasilitasi interaksi dengan pengguna. Selain itu, proses pengumpulan sampah dinilai kurang efisien karena pengguna harus mengisi formulir dari Google dan melakukan konfirmasi pengiriman melalui layanan pelanggan [7].

Aplikasi Mallsampah salah satu aplikasi yang banyak digunakan di Indonesia untuk melakukan daur ulang pada sampah baik dalam skala besar maupun skala rumah tangga sekecil apapun. Aplikasi menawarkan proses penjemputan sampah langsung ataupun pengantaran secara mandiri ke mitra yang telah bekerja sama dengan Mallsampah. Adapun juga imbalan atau hadiah berupa penukaran produk yang beragam seperti token listrik, pulsa, PDAM, BPJS dan banyak hal lainnya yang diberikan kepada setiap pelanggan yang telah menggunakan aplikasi tersebut. Tetapi masih ada beberapa peningkatan yang bisa ditambah

untuk mendukung aplikasi Mallsampah menjadi lebih baik yaitu proses identifikasi secara mandiri yang dapat dilakukan oleh masing-masing individu tanpa harus membutuhkan bantuan dari mitra [8].

1.4 Tujuan

Tujuan dari pengembangan aplikasi TOXMAP adalah untuk menciptakan sebuah solusi berbasis teknologi yang dapat membantu masyarakat dalam mengenali dan mengelola sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di lingkungan rumah tangga. Aplikasi ini dirancang agar pengguna dapat melakukan pemindaian sampah secara mandiri melalui kamera ponsel, yang kemudian diklasifikasikan secara otomatis menggunakan teknologi *machine learning*. Dengan adanya sistem klasifikasi citra ini, pengguna dapat mengetahui apakah suatu sampah termasuk kategori B3 atau tidak, lengkap dengan rekomendasi penanganan yang sesuai. Selain itu, aplikasi ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pemilahan sampah B3 melalui pendekatan visual dan informatif yang mudah diakses.

Sebagai bagian dari evaluasi keberhasilan sistem, penelitian ini juga bertujuan untuk mengukur kinerja model klasifikasi gambar yang digunakan melalui beberapa metrik evaluasi, yaitu akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Evaluasi ini dilakukan agar sistem TOXMAP tidak hanya berfungsi secara visual, tetapi juga dapat dibuktikan secara kuantitatif bahwa model mampu mengenali jenis sampah dengan performa yang baik.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Untuk menjaga ruang lingkup penelitian agar tetap fokus dan realistis dengan sumber daya yang tersedia, tugas akhir ini memiliki beberapa batasan sebagai berikut:

- Proses identifikasi sampah B3 dilakukan melalui gambar statis yang diambil langsung menggunakan kamera aplikasi, bukan melalui video atau sensor lainnya.
- Klasifikasi yang dilakukan hanya terbatas pada dua kategori, yaitu sampah B3 dan non-B3, tanpa klasifikasi lanjutan per jenis bahan.
- Dataset yang digunakan untuk pelatihan model diperoleh dari sumber terbatas dan fokus pada jenis sampah B3 rumah tangga seperti baterai, lampu, dan kemasan pembersih.

- Aplikasi hanya dikembangkan dan diuji pada perangkat Android versi 9 ke atas, tanpa dukungan untuk iOS atau platform lain.
- Informasi lokasi dropbox yang ditampilkan pada aplikasi dibatasi pada wilayah Bandung berdasarkan data yang diperoleh selama masa pengembangan.

Batasan-batasan ini ditetapkan untuk memastikan bahwa solusi yang dibangun dapat diimplementasikan dengan baik dalam waktu dan sumber daya yang tersedia, sekaligus menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang.