

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia menghasilkan jutaan ton sampah setiap harinya, menjadikannya salah satu negara penghasil sampah terbanyak di dunia [1]. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) [2], pada tahun 2022 Indonesia telah menghasilkan sedikitnya 36 juta ton timbunan sampah. Dari seluruh sampah tersebut, sebesar 37% tidak dikelola sama sekali, yang berarti sampah tersebut telah mencemari lingkungan. Hasil penelitian lain yang telah dilakukan di beberapa kota di Indonesia tahun 2012 menunjukkan bahwa sampah di Indonesia dikelola dengan berbagai cara sebagai berikut: diangkut dan ditimbun di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) (69%), dikubur (10%), dikompos dan didaur ulang (7%), dibakar (5%), dan sisanya tidak dikelola (7%) [3].

TPA menjadi langkah akhir pengelolaan sampah yang dilakukan oleh masyarakat dengan persentase yang tergolong tinggi. Dengan demikian, penempatan TPA memerlukan lahan yang luas, sedangkan lahan kota-kota besar di Indonesia semakin sempit karena meningkatnya jumlah penduduk [4]. Hingga saat ini, TPA menjadi tujuan akhir dari pengelolaan sampah di Indonesia yang masih memiliki banyak kendala. Masalah utama yang dihadapi adalah kurangnya sistem pengelolaan sampah yang efektif dan efisien.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Sampah didefinisikan sebagai bahan sisa yang tidak diinginkan (dibuang) setelah suatu proses selesai atau dihentikan. Oleh karena itu, dapat dikatakan sampah merupakan suatu konsep yang tertuju kepada manusia akibat dari aktivitas manusia itu sendiri [5]. Pertambahan penduduk yang pesat di daerah perkotaan (urban) telah mengakibatkan meningkatnya jumlah timbulan sampah. Sampah yang berasal dari pemukiman penduduk dan daerah komersial, selain terdiri atas sampah organik dan anorganik, juga dapat berkategori B3. Sampah organik bersifat biodegradable sehingga mudah terdekomposisi, sedangkan sampah anorganik bersifat non-biodegradable sehingga sulit terdekomposisi. Bagian organik sebagian besar terdiri atas sisa makanan, kayu, dan sampah kebun. Bagian anorganik sebagian besar terdiri dari kaca, tembikar, logam, dan debu [6]. Kategori sampah ini harusnya dapat dipahami oleh masyarakat. Namun nyatanya, TPS dan TPA dipenuhi dengan sampah yang tercampur antara satu jenis dengan jenis lainnya. kondisi tempat sampah di universitas Telkom dari masalah yang telah dipaparkan dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 1. 1 Sampah yang dibuang tidak sesuai dengan klasifikasinya



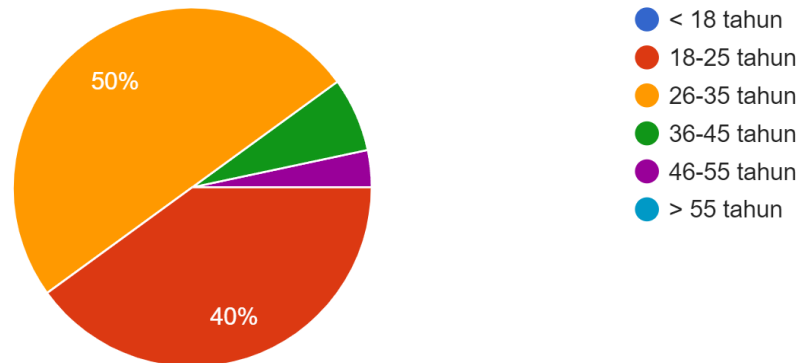
Gambar 1. 2 Tempat sampah yang kelebihan muatan

Permasalahan ini memerlukan tindakan pengolahan sampah yang baik agar tidak berdampak buruk. Masalah pengelolaan sampah yang tidak efisien juga terjadi di lingkungan akademi, salah satunya di Universitas Telkom. Meskipun di lingkungan universitas sudah disediakan tempat sampah yang ditandai dengan jenis sampah yang dapat dibuang ke dalamnya, masih saja ada sampah yang dibuang tidak sesuai dengan jenisnya. Sampah plastik, kotak makanan berbahan styrofoam, dan kardus seringkali dibuang ke tempat sampah organik, begitu pula sebaliknya, sisa makanan dibuang ke tempat sampah non-organik. Hal ini mengganggu lingkungan universitas, seperti sulitnya mendaur ulang sampah non-organik yang bercampur dengan sisa makanan. Selain itu, masalah lain di Universitas Telkom adalah membuang sampah ke tempat sampah yang sudah penuh. Banyaknya civitas yang tidak bertanggung jawab dengan tetap memaksa untuk memasukkan sampah ke tempat sampah yang sudah penuh mengakibatkan sampah jatuh berserakan di sekitar tempat sampah, bahkan dibuang di luar tempat sampah.

Berdasarkan hasil pengamatan diatas, dilakukan survei untuk lebih memperkuat analisis permasalahan yang ada di lingkungan Univetsitas Telkom dan kebutuhan seperti apa yang diinginkan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Survei ini melibatkan 30 orang responden yang terdiri dari pengawas *cleaning service*, para anggota *cleaning service*, mahasiswa, dan beberapa petugas keamanan.

Usia

30 jawaban



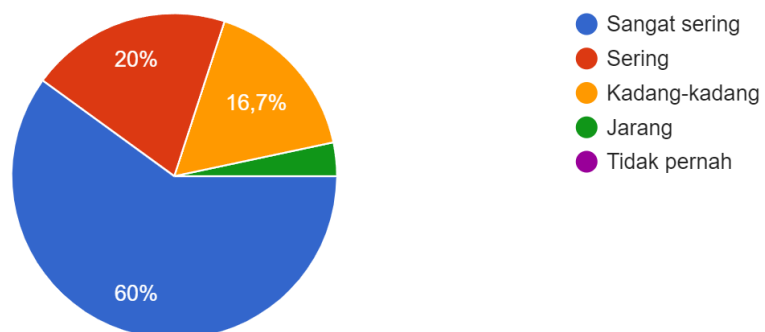
Gambar 1. 3 hasil survei rentang usia reponden

Di antara 30 responden, usia 26-35 tahun mendominasi (50%) dan 18-25 tahun (40%). Hanya 6,67% dari kelompok 36-45 tahun dan 3,33% dari kelompok 46-55 tahun. Hasil ini menunjukkan bahwa survei ini diisi oleh petugas kebersihan, petugas keamanan, dan mahasiswa, yang umumnya berada dalam rentang usia 18-35 tahun dan lebih mudah diakses untuk berpartisipasi.

Bagian II: Masalah Tempat Sampah

Seberapa sering Anda melihat tempat sampah di sekitar Anda berisi sampah yang tidak sesuai (misalnya, sampah organik bercampur dengan sampah plastik)?

30 jawaban

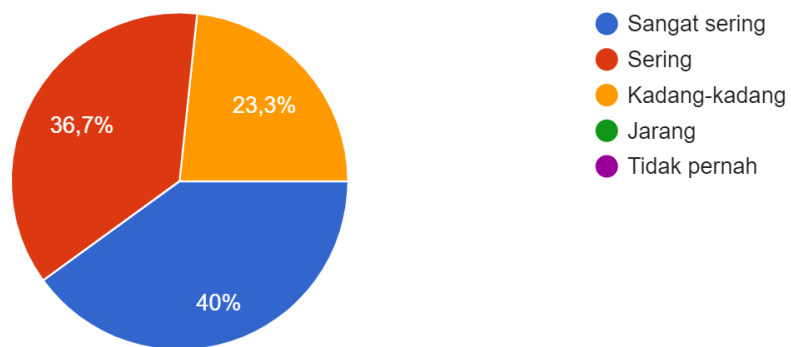


Gambar 1. 4 Hasil survei masalah tempat sampah yang tercampur

Dari 30 responden, 60% menyatakan bahwa mereka sangat sering melihat tempat sampah berisi sampah yang tidak sesuai dengan masing-masing jenisnya. 20% menyatakan bahwa mereka sering melihat tempat sampah berisi sampah yang tidak sesuai dengan masing-masing jenisnya dan 16.7% menyatakan bahwa mereka jarang melihat melihat tempat sampah berisi sampah yang tidak sesuai dengan masing-masing jenisnya. Hasil ini menunjukkan bahwa 18 dari 30 responden sangat sering melihat tempat sampah berisi sampah yang tidak sesuai dengan isinya.

Seberapa sering Anda melihat tempat sampah di sekitar Anda penuh dan sampah berserakan?

30 jawaban

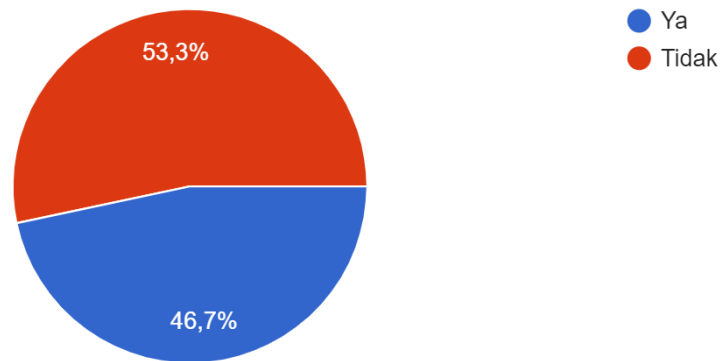


Gambar 1. 5 Hasil survei tempat sampah penuh dan berserakan

Dari 30 jawaban responden, 40% responden menyatakan bahwa mereka melihat tempat sampah penuh dan sampah berserakan di sekitar mereka sangat sering, 36,7% menyatakan bahwa mereka melihatnya sering, dan hanya 23,3% menyatakan bahwa mereka melihatnya kadang-kadang. Hasil ini menunjukkan bahwa sampah yang meluap dan berserakan di sekitar tempat sampah sangat umum mereka lihat sehari-hari.

Apakah Anda mengetahui tentang teknologi machine learning?

30 jawaban



Gambar 1. 6 Hasil survei pengetahuan responden tentang teknologi machine learning

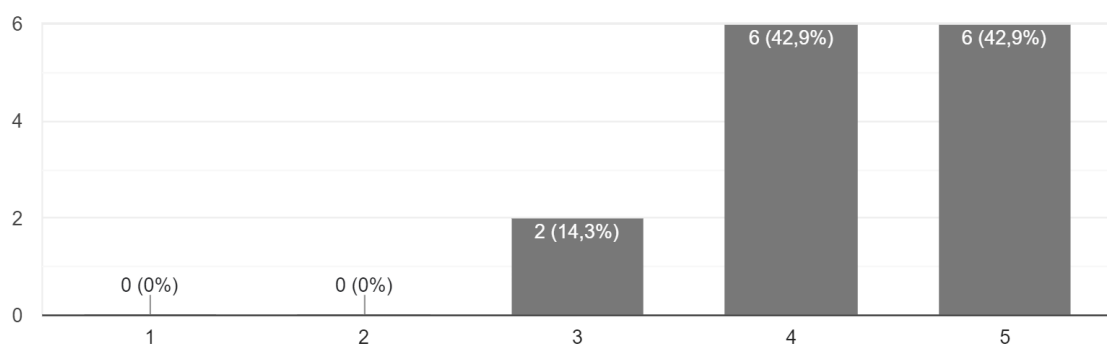
Dari 30 jawaban yang dikumpulkan, 53,3% menyatakan bahwa mereka tidak mengetahui tentang teknologi *machine learning*, sementara 46,7% menyatakan bahwa mereka mengetahuinya. Data menunjukkan bahwa responden kurang memahami teknologi *machine learning*.

Bagian III: Pandangan Terhadap Solusi Teknologi

Seberapa setuju Anda dengan penerapan teknologi machine learning sebagai pemilah sampah otomatis?

[Salin](#)

14 jawaban



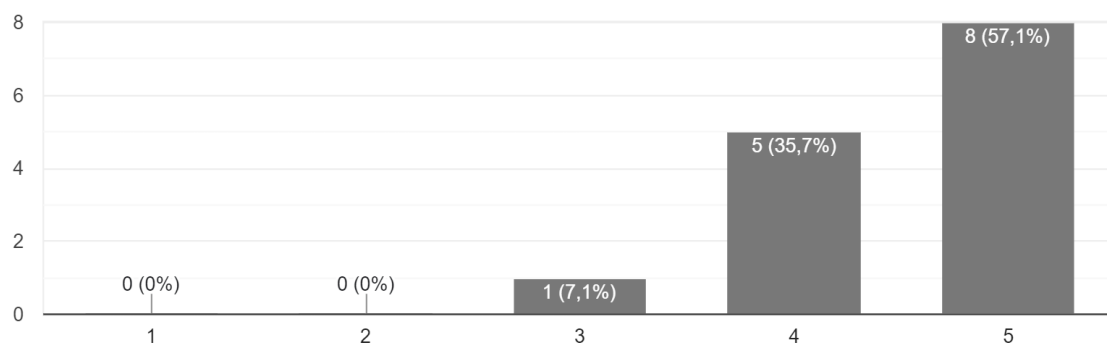
Gambar 1. 7 Hasil survei ketersetujuan penerapan teknologi machine learning

Hasil survei menunjukkan bahwa mayoritas responden setuju dengan penggunaan AI untuk pemilahan sampah otomatis. Dari 14 jawaban yang dikumpulkan, 42,9% responden memberikan skor 4, dan 42,9% lainnya memberikan skor 5, menunjukkan bahwa mereka sangat setuju dengan penerapan teknologi ini. Sementara itu, 14,3% responden memberikan skor 3, dan tidak ada yang memberikan skor 1 atau 2. Data menunjukkan bahwa responden sangat mendukung penggunaan teknologi *machine learning* untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemilahan sampah otomatis.

Seberapa penting menurut Anda penggunaan fitur monitoring untuk memantau kapasitas tempat sampah agar tidak penuh dan berserakan?

 Salin

14 jawaban

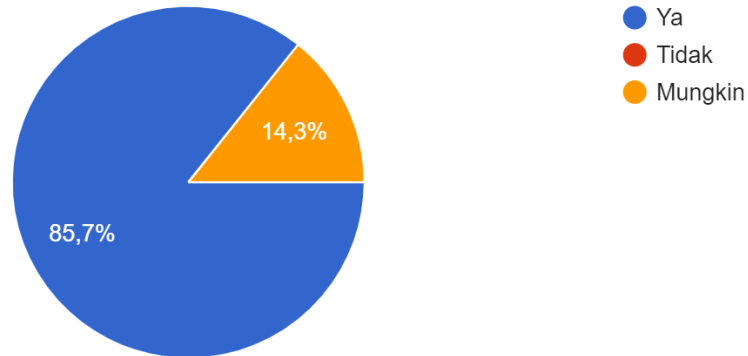


Gambar 1. 8 Hasil survei ketersetujuan penggunaan fitur monitoring

Hasil survei menunjukkan bahwa mayoritas responden menganggap penting penggunaan fitur monitoring untuk memastikan bahwa tempat sampah tidak penuh atau berserakan. Dari 14 jawaban, 57,1% responden memberikan skor 5, menunjukkan bahwa mereka sangat setuju dengan pentingnya fitur tersebut, dan 35,7% memberikan skor 4, menunjukkan persetujuan yang kuat. Hanya 7,1% responden memberikan skor 3. Data menunjukkan bahwa kesadaran dan dukungan yang besar terhadap pentingnya fitur monitoring dalam manajemen sampah untuk menjaga kebersihan lingkungan.

Apakah Anda bersedia menggunakan tempat sampah pintar yang dapat memilah sampah secara otomatis dan memantau kapasitasnya?

14 jawaban



Gambar 1. 9 Hasil survei responden yang bersedia menggunakan tempat sampah pintar

Hasil survei menunjukkan bahwa mayoritas responden bersedia menggunakan tempat sampah pintar. Dari 14 jawaban yang dikumpulkan, 85,7 persen responden menyatakan bahwa mereka siap untuk menggunakan teknologi ini, sementara 14,3 persen menyatakan bahwa mereka mungkin menggunakan teknologi tersebut. Data menunjukkan bahwa responden sangat tertarik untuk mengadopsi teknologi pengelolaan sampah yang canggih, yang dapat meningkatkan efisiensi dan kebersihan lingkungan.

Permasalahan pengelolaan sampah di Universitas Telkom memerlukan perhatian serius, mengingat tantangan yang dihadapi dalam memilah dan mengelola sampah. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan, target utama dari sistem pengelolaan sampah otomatis ini meliputi pengawas kebersihan, petugas kebersihan, dan mahasiswa. Mereka adalah pihak-pihak yang paling terlibat dalam proses pengelolaan sampah dan merasakan dampak langsung dari pengelolaan yang kurang efektif. Sistem ini dirancang untuk membantu mereka dalam memisahkan sampah dengan benar dan mencegah tempat sampah dari kepenuhan, sehingga menjaga kebersihan lingkungan universitas.

Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu Raspberry Pi 4 B sebagai pusat pengolahan data, yang menjalankan model machine learning untuk mengidentifikasi jenis sampah melalui kamera; kamera yang menangkap gambar sampah untuk analisis; servo motor yang menggerakkan penutup tempat sampah sesuai dengan klasifikasi sampah; ESP32-WROOM untuk fitur monitoring yang mengirimkan notifikasi melalui bot Telegram ketika tempat sampah hampir penuh; sensor ultrasonik HC-SR04 yang mendeteksi ketinggian sampah

di dalam tempat sampah. Bot Telegram berfungsi sebagai antarmuka untuk monitoring jarak jauh, memberikan notifikasi kepada pengguna jika tempat sampah penuh dan membutuhkan pengosongan. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan kemudahan penggunaan dalam pengelolaan sampah di Universitas Telkom, sekaligus mendukung upaya keberlanjutan lingkungan dengan memastikan sampah dipilah dengan benar dan tempat sampah selalu dalam kondisi optimal.

1.3 Analisis Umum

Masalah utama di lingkungan universitas Telkom adalah perilaku civitas yang membuang sampah tidak sesuai dengan jenisnya. Kurangnya pemahaman tentang jenis-jenis sampah, seperti membuang sampah plastik ke tempat sampah organik, membuang sampah organik ke wadah non-organik, atau membuang sampah di tempat yang tidak semestinya. Terdapat masalah lain yang juga menjadi poin perhatian, contohnya secara sengaja membungkus sampah organik dalam plastik, lalu memasukkannya ke dalam tempat non-organik. Perilaku ini mempersulit pengelolaan sampah di lingkungan universitas Telkom, dan berpotensi merugikan upaya universitas dalam menjaga kelestarian lingkungan.

Masalah lain dalam pengelolaan sampah di lingkungan universitas Telkom adalah terbatasnya kapasitas tempat sampah. Saat ini, tempat sampah seringkali tidak mampu menampung jumlah sampah yang dihasilkan oleh civitas. Kelebihan kapasitas pada tempat sampah mengakibatkan sampah menumpuk di sekitar tempat sampah. Sampah yang berserakan di sekitar tempat sampah yang kelebihan muatan dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan, mengganggu para civitas dan menimbulkan masalah kebersihan.

Dampak yang terjadi akibat kurangnya pemahaman klasifikasi jenis sampah dipaparkan di bawah ini.

1.3.1 Aspek Lingkungan

Faktor lingkungan merupakan unsur penentu kesehatan masyarakat, apabila terjadi perubahan lingkungan di sekitar manusia, maka akan terjadi perubahan pada kondisi kesehatan masyarakat tersebut[7]. Saat ini, masalah di lingkungan universitas Telkom adalah kurangnya pemahaman untuk mengelompokkan jenis sampah berdasarkan jenisnya seperti, sampah organik, non-organik, bahan berbahaya dan beracun (B3). Akibat dari kurangnya pemahaman tersebut, pencemaran lingkungan pun terjadi, terutama jika sampah organik terdekomposisi di tempat pembuangan sampah dan menghasilkan gas metana. Gas metana atau metana berkontribusi sebesar 15% pada pemanasan global dan secara teoritis dari setiap kilogram sampah dapat memproduksi 0.5 m³ gas metan. Pembakaran bahan organik juga menghasilkan

metana. Gas metan yang terbentuk menyebar dalam tumpukan sampah baik secara horizontal dan vertikal dan akhirnya lepas ke atmosfer. Emisi metana ke atmosfer yang dapat menyebabkan terjadinya penipisan lapisan ozon [8].

Jika kepedulian terhadap lingkungan yang cerdas dalam pengelolaan sampah tidak dimiliki dari sekarang, lantas ini akan berdampak kepada peningkatan kerusakan lingkungan. Maka dapat ditarik kesimpulan kepedulian lingkungan adalah tingkat fokus perhatian terhadap suatu tempat dimana suatu makhluk hidup itu tumbuh yang meliputi unsur-unsur penting seperti tanah, air dan udara, yang mana memiliki arti penting dalam kehidupan setiap makhluk hidup, dimana manusia berada dan mempengaruhi kelangsungan hidup serta kesejahteraan manusia dan jasad hidup lainnya, yang mencakup lingkungan hidup alami, lingkungan hidup binaan atau buatan dan lingkungan hidup budaya atau sosial[9].

1.3.2 Aspek Ekonomi

Dari segi ekonomi, masalah kurangnya pemahaman kualifikasi jenis sampah mengakibatkan inefisiensi biaya dan sumber daya. Inefisiensi biaya dan sumber daya dilihat dari usaha pengangkutan sampah di wilayah universitas. Potensi terjadinya inefisiensi dalam pengangkutan sampah, baik dari rute pengangkutan sampah yang tidak optimal serta tidak efisiennya tenaga kerja dan operasional kendaraan[10]. Hal lain yang dapat dilihat dari dampak ekonomi yaitu upaya manual dalam pemisahan sampah, pemantauan, dan pengelolaan yang tidak optimal dapat meningkatkan biaya operasional universitas. Ketika proses pemilahan sampah tidak benar, perlu lebih banyak sumber daya untuk memprosesnya di tempat pembuangan sampah. Hal ini mengakibatkan biaya pemrosesan sampah yang lebih tinggi bagi pihak universitas. Kemudian, lingkungan universitas yang tercemar akibat sampah yang tidak dikelola dengan baik akan membutuhkan biaya lebih untuk mengatasi masalah pencemaran dan rehabilitasi lingkungan universitas.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

1.4.1 Edukasi dan Kesadaran Masyarakat

Edukasi dan kesadaran masyarakat adalah langkah pertama yang harus diambil untuk meningkatkan pengelolaan sampah di Universitas Telkom. Civitas akademika perlu diberikan edukasi dan pelatihan mengenai pentingnya pemilahan sampah dan cara melakukannya dengan benar. Hal ini dapat dilakukan melalui seminar, workshop, dan kampanye kesadaran lingkungan yang intensif. Selain itu, panduan pemilahan sampah yang jelas dan mudah dipahami harus disediakan dan disebarluaskan dalam bentuk poster, brosur, dan informasi

digital untuk memastikan semua anggota civitas memahami pentingnya pemilahan sampah dan cara melakukannya dengan benar.

1.4.2 Fasilitas Pengelolaan Sampah yang Memadai

Fasilitas pengelolaan sampah yang memadai sangat penting untuk mendukung praktik pengelolaan sampah yang efektif. Penambahan jumlah tempat sampah yang sesuai dengan jenis-jenis sampah (organik, non-organik, dan B3) di setiap sudut kampus diperlukan untuk mencegah terjadinya penumpukan sampah. Selain itu, tempat sampah harus memiliki desain yang memudahkan pemilahan, seperti penggunaan warna dan label yang sesuai dengan jenis sampah. Pengosongan tempat sampah juga harus dilakukan secara rutin dengan jadwal yang lebih sering dan teratur untuk menjaga kebersihan lingkungan kampus dan mencegah penumpukan sampah.

1.4.3 Penggunaan Teknologi dalam Pengelolaan Sampah

Penggunaan teknologi dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di Universitas Telkom. Implementasi teknologi seperti sensor dan pemrosesan data untuk memisahkan sampah secara otomatis dapat ditempatkan di area dengan volume sampah tinggi. Selain itu, pengembangan aplikasi pemantauan sampah yang dapat memantau kondisi tempat sampah secara real-time dan memberikan peringatan ketika sudah penuh akan sangat membantu petugas kebersihan dalam melakukan pengosongan tempat sampah secara tepat waktu. Penggunaan teknologi ini akan meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah dan mengurangi beban kerja manual.

1.4.4 Kebijakan dan Pengawasan

Pembentukan kebijakan yang ketat dan pengawasan yang efektif adalah langkah penting dalam meningkatkan pengelolaan sampah di kampus. Regulasi kampus yang mengharuskan pemilahan sampah dan penerapan sanksi bagi yang melanggar harus diberlakukan. Selain itu, perlu dibentuk tim pengawas kebersihan khusus yang bertugas untuk mengawasi dan memastikan bahwa aturan mengenai pemilahan sampah diikuti oleh seluruh civitas akademika. Dengan adanya kebijakan yang jelas dan pengawasan yang ketat, diharapkan tingkat kepatuhan terhadap pemilahan sampah dapat meningkat.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

Untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan sampah di Universitas Telkom, diperlukan solusi sistem yang lebih modern dan terintegrasi. Solusi yang diusulkan meliputi

penggunaan teknologi otomatisasi dan digitalisasi, yang dapat mengurangi ketergantungan pada pemisahan manual serta meningkatkan akurasi dan kecepatan dalam pengelolaan sampah.

1.5.1 Implementasi Sistem Pemilahan Sampah Otomatis

Penggunaan sistem pemilahan sampah otomatis dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah di kampus. Sistem ini menggunakan teknologi seperti sensor dan alat pemilah otomatis yang dapat memisahkan sampah berdasarkan jenisnya (organik, non-organik, metal, dan B3) secara cepat dan akurat. Implementasi teknologi ini tidak hanya mengurangi kesalahan manusia dalam pemilahan sampah tetapi juga meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga kerja.

1.5.2 Aplikasi Pemantauan dan Manajemen Sampah

Pengembangan aplikasi digital untuk pemantauan dan manajemen sampah dapat membantu dalam pengelolaan sampah yang lebih efektif. Aplikasi ini dapat digunakan untuk memantau kondisi tempat sampah secara real-time, memberikan peringatan ketika tempat sampah sudah penuh, dan menyediakan data analisis tentang volume dan jenis sampah yang dihasilkan. Dengan adanya data yang akurat, pengambilan keputusan dalam pengelolaan sampah menjadi lebih tepat dan efisien.

1.5.3 Penyediaan Tempat Sampah Pintar

Penyediaan tempat sampah pintar di lingkungan kampus merupakan solusi lain yang dapat diusulkan. Tempat sampah pintar dilengkapi dengan sensor yang dapat mendeteksi jenis sampah dan memberikan instruksi kepada pengguna tentang tempat pembuangan yang sesuai. Selain itu, tempat sampah ini dapat terhubung dengan sistem manajemen sampah kampus untuk memberikan data secara real-time tentang status pengisian dan kebutuhan pengosongan.

1.5.4 Program Edukasi dan Kampanye Kesadaran

Selain implementasi teknologi, program edukasi dan kampanye kesadaran yang berkelanjutan sangat penting untuk memastikan keberhasilan pengelolaan sampah. Civitas akademika harus diberikan pemahaman yang mendalam tentang pentingnya pemilahan sampah dan cara yang benar dalam melakukannya. Program ini dapat mencakup seminar, workshop, dan kegiatan kampanye yang melibatkan seluruh anggota kampus.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Pengelolaan sampah di lingkungan universitas Telkom merupakan masalah yang kompleks dan mendesak yang mempengaruhi berbagai aspek, termasuk lingkungan, kesehatan, dan ekonomi. Masalah ini timbul karena tingginya jumlah sampah yang dihasilkan,

pengelolaan yang tidak terintegrasi, serta kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat kampus. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang komprehensif dan berkelanjutan untuk mengatasi masalah ini.