

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Di zaman sekarang ini, masalah sampah menjadi salah satu tantangan terbesar bagi lingkungan. Pertumbuhan jumlah penduduk yang cepat dan gaya hidup konsumtif membuat produksi sampah meningkat pesat. Sampah sendiri adalah sisa-sisa yang sudah tidak digunakan lagi setelah suatu aktivitas selesai. Salah satu masalah utamanya adalah rendahnya kesadaran masyarakat dan minimnya sarana untuk memisahkan sampah organik dan non-organik. Akibatnya, banyak orang masih mencampur kedua jenis sampah tersebut, sehingga proses daur ulang dan pengelolaan sampah jadi tidak efektif.

Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan jumlah penduduk lebih dari 270 juta orang, menghadapi masalah serius dalam pengelolaan sampah. Setiap harinya, Indonesia menghasilkan jutaan ton sampah, menjadikannya salah satu negara dengan produksi sampah terbesar di dunia[1]. Pengelolaan sampah yang tidak tepat bukan hanya mencemari lingkungan, tapi juga bisa menimbulkan masalah kesehatan. Sampah organik yang tidak dipisahkan akan membusuk dan menghasilkan gas berbahaya, sedangkan sampah non-organik yang dibuang sembarangan bisa menimbulkan polusi jangka panjang.

Di sinilah teknologi *Internet of Things* (IoT) bisa menjadi solusi penting. Dengan bantuan sensor dan perangkat pintar, sistem pemilah sampah berbasis IoT dapat membantu mengelola sampah dengan lebih efektif. Teknologi ini mampu mengenali jenis sampah yang dibuang, memberikan informasi langsung kepada pengguna, serta memberi tahu pengelola sampah tentang kondisi tempat sampah, misalnya apakah sudah penuh atau belum[2].

Penerapan teknologi IoT dalam pemilahan sampah tidak hanya membantu mengatasi masalah pengelolaan, tetapi juga bisa mengedukasi masyarakat tentang pentingnya memilah dan mengelola sampah dengan benar. Dengan adanya teknologi ini, kita bisa menciptakan lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan berkelanjutan, serta membangun kebiasaan daur ulang yang lebih baik di kalangan masyarakat.

1.2 Analisis Masalah

1.2.1 Aspek Ekonomi

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam pemilah sampah menawarkan potensi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah. Namun, aspek ekonomi dari implementasi ini juga menghadirkan sejumlah tantangan yang perlu dianalisis agar investasi dalam teknologi ini dapat memberikan hasil yang optimal.

1. Peluang Pengembangan Teknologi Lokal dan Inovasi, pengembangan sistem ini memberikan peluang besar bagi inovasi teknologi lokal. Dengan memanfaatkan komponen yang tersedia secara terbuka dan mudah didapatkan, sistem ini dapat dirancang agar lebih terjangkau tanpa mengurangi fungsinya. Selain mengurangi ketergantungan terhadap teknologi luar, pendekatan ini juga mendorong kolaborasi antara kampus, industri, dan komunitas teknologi untuk menciptakan solusi yang relevan dan aplikatif.
2. Kompleksitas Teknologi dan Kebutuhan Infrastruktur, penerapan sistem pemilah sampah berbasis IoT membutuhkan pemahaman mendalam tentang integrasi perangkat seperti sensor proximity, sensor ultrasonik, loadcell, serta mikrokontroler dan modul komunikasi. Tantangan teknis ini justru menjadi peluang pengembangan kapasitas sumber daya manusia di bidang elektro dan teknologi sistem cerdas. Investasi pada sisi teknologinya berkontribusi besar terhadap penguatan kemandirian dalam hal riset dan pengembangan.
3. Biaya Pemeliharaan dan Operasional, setelah implementasi, biaya pemeliharaan dan operasional juga harus dipikirkan. Perangkat IoT memerlukan pemeliharaan rutin, pembaruan perangkat lunak, dan dukungan teknis. Biaya ini dapat bertambah seiring waktu, dan jika tidak dikelola dengan baik, dapat mengurangi efektivitas sistem dan dampak ekonominya.

1.2.2 Aspek Sosial dan Kesehatan

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam pemilah sampah memiliki

potensi untuk membawa manfaat signifikan bagi pengelolaan limbah, namun juga dihadapkan pada berbagai tantangan terkait aspek kesehatan dan sosial. Memahami masalah ini penting untuk memastikan implementasi teknologi yang efektif dan berkelanjutan.

1. Kesehatan Masyarakat, Sistem pemilah sampah berbasis IoT berpotensi meningkatkan kesehatan masyarakat dengan mengurangi pencemaran lingkungan. Namun, penggunaan teknologi ini juga menuntut perhatian terhadap risiko kesehatan yang mungkin muncul. Misalnya, sensor dan perangkat yang digunakan harus aman dan tidak memancarkan zat berbahaya. Selain itu, penanganan sampah yang tidak tepat masih dapat menyebabkan masalah kesehatan, seperti penyakit yang ditularkan melalui vektor.
2. Edukasi dan Kesadaran Masyarakat, Suksesnya implementasi sistem pemilah sampah berbasis IoT sangat bergantung pada partisipasi aktif masyarakat. Kurangnya edukasi tentang pentingnya pemilahan sampah dapat menghambat efektivitas sistem. Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan kesadaran masyarakat melalui kampanye edukasi sangat penting. Masyarakat perlu memahami bagaimana cara menggunakan sistem ini dan manfaat yang diharapkan, baik untuk kesehatan pribadi maupun lingkungan.
3. Ketidaksetaraan Sosial, Penerapan teknologi IoT dapat berpotensi memperburuk ketidaksetaraan sosial jika tidak diimbangi dengan akses yang merata. Wilayah dengan infrastruktur yang lebih baik mungkin lebih cepat mendapatkan manfaat dari teknologi ini, sementara daerah yang kurang berkembang bisa tertinggal. Hal ini dapat memperlebar kesenjangan dalam akses layanan kesehatan dan lingkungan yang bersih.
4. Partisipasi Komunitas, Keterlibatan komunitas dalam proses pemilahan sampah sangat penting. Jika masyarakat merasa tidak dilibatkan dalam keputusan terkait teknologi ini, akan muncul resistensi. Membangun kemitraan yang kuat antara pemerintah, organisasi non-pemerintah, dan masyarakat sangat penting untuk menciptakan rasa memiliki dan tanggung jawab kolektif terhadap pengelolaan sampah.

5. Pengaruh terhadap Kualitas Hidup, Sistem pemilah sampah yang efisien dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan mengurangi pencemaran dan meningkatkan estetika lingkungan. Namun, jika sistem tidak dikelola dengan baik, sampah bisa tetap menumpuk dan malah membuat masyarakat merasa tidak nyaman.
6. Dampak Psikologis, Lingkungan yang bersih dan teratur berkontribusi positif terhadap kesehatan mental masyarakat. Sistem pemilah sampah yang efektif dapat menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan menyenangkan. Sebaliknya, sistem yang buruk atau tidak berfungsi dapat menimbulkan frustrasi dan stres bagi masyarakat yang berupaya untuk hidup di lingkungan yang bersih.

1.2.3 Aspek Teknis

Di tengah meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah, penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam pemilah sampah menjadi langkah inovatif. Namun, seiring dengan adopsi teknologi ini, sejumlah masalah teknis muncul yang perlu dianalisis untuk memastikan efektivitas sistem.

1. Keterhubungan dan Komunikasi, Sistem IoT pemilah sampah sering kali menghadapi tantangan dalam hal konektivitas. Banyak sensor dan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi jenis dan volume sampah memerlukan jaringan yang stabil dan dapat diandalkan. Gangguan jaringan dapat mengakibatkan data yang tidak akurat atau hilang, sehingga mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan.
2. Akurasi Sensor, Sensor yang digunakan dalam sistem pemilah sampah perlu memiliki akurasi tinggi untuk dapat mengidentifikasi berbagai jenis material, seperti plastik, kertas, dan organik. Namun, sensor yang kurang sensitif atau terkalibrasi dengan buruk dapat menghasilkan data yang salah, menyebabkan campuran sampah yang tidak sesuai dan mengganggu proses daur ulang.
3. Pengolahan Data, Sistem IoT menghasilkan data dalam jumlah besar yang perlu diolah dan dianalisis. Namun, tantangan dalam hal pemrosesan data *real-time* dapat menghambat respons cepat terhadap situasi tertentu, seperti kapasitas kontainer yang hampir penuh. Sistem yang lambat dalam

pengolahan data dapat menyebabkan penumpukan sampah dan memperburuk masalah lingkungan.

4. Keamanan Data, Salah satu masalah utama dalam implementasi IoT adalah keamanan data. Sistem pemilah sampah rentan terhadap serangan siber yang dapat mengakses informasi sensitif atau mengubah data operasional. Oleh karena itu, diperlukan protokol keamanan yang kuat untuk melindungi sistem dari potensi ancaman.
5. Integrasi dengan Infrastruktur *Eksisting*, Banyak daerah memiliki infrastruktur pengelolaan sampah yang sudah ada, dan mengintegrasikan teknologi IoT ke dalam sistem yang sudah ada dapat menjadi tantangan. Perlu adanya penyesuaian dan adaptasi agar teknologi baru dapat bekerja secara harmonis dengan metode yang sudah berjalan.

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Alat pemilah sampah organik dan anorganik merupakan alat yang dirancang sebagai solusi yang ada yaitu memisahkan sampah berdasarkan jenisnya, dengan kompartemen terpisah untuk sampah organik seperti sisa makanan dan daun, serta sampah anorganik seperti plastik, logam, dan kaca. Alat ini sering dilengkapi dengan teknologi sensor yang di bantu dengan mikrokontroller untuk menjalankan semua perintah.

Dengan adanya Tempat Sampah Pemilah Otomatis diharapkan bisa membantu manusia untuk memisahkan sampah secara efisien dan akurat tanpa memerlukan intervensi manusia. Jenis sampah dapat diidentifikasi dan klasifikasi oleh algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN). Penggunaan algoritma KNN menunjukkan akurasi klasifikasi sebesar 95%. Penggunaan teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pemilahan sampah tetapi juga memberi petugas notifikasi dalam waktu nyata, yang membuat pengelolaan sampah lebih responsif dan efektif[3].

Ketinggian muatan sampah dan waktu pembersihan terakhir digunakan untuk menentukan status tempat sampah dengan metode *fuzzy logic*. Sensor yang mengukur kapasitas sampah dan menggunakan data ini untuk menentukan apakah tempat sampah perlu dibersihkan atau tidak. Untuk mencegah kontaminasi dan

meningkatkan efisiensi pembersihan, *fuzzy logic* memastikan bahwa tempat sampah tidak hanya dibersihkan ketika penuh tetapi juga mempertimbangkan waktu terakhir dibersihkan. Oleh karena itu, sistem ini menawarkan solusi praktis dan inventif untuk masalah pengelolaan sampah yang sering dihadapi di kota-kota.

Tempat sampah tanpa pengawasan sering kali mengalami sejumlah masalah dalam pengelolaan sampah. Salah satu masalah utama adalah koordinasi kapasitas tempat sampah secara langsung, yang sering kali menyebabkan penumpukan sampah yang berlebihan sebelum petugas kebersihan menyadarinya. Hal ini dapat mengakibatkan suasana yang tidak bersih, bau yang tidak sedap, dan kemungkinan penularan penyakit. Penelitian ini menjadikan aplikasi sebagai wadah untuk penjaga kebersihan bisa memantau kapasitas sampah secara *real-time*, ditambah lagi dengan mengembangkan beberapa aspek meliputi akurasi, proses dan desain yang kemudian bisa lebih efisien dan efektif dalam penggunaan.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat dan membangun sistem pemilah sampah otomatis yang bergantung pada *Internet of Things* (IoT) yang dapat memilah sampah menjadi tiga kategori utama: sampah organik, non-organik, dan logam. Keterbatasan sarana pendukung di lingkungan umum dan kesadaran masyarakat yang rendah tentang pentingnya pemilahan sampah adalah dua faktor yang mendorong pengembangan sistem ini. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi teknologi yang efisien, adaptif, dan *real-time* untuk mendukung upaya pengelolaan sampah yang lebih cerdas dan berkelanjutan. Ini dapat dicapai melalui integrasi sensor proximity induktif sebagai pendeteksi sampah logam dan non logam, proximity kapasitif sebagai pendeteksi sampah organik dan non organik, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi Objek dan kapasitas, dan sensor loadcell sebagai pembaca berat dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan modul komunikasi nirkabel NodeMCU ESP8266.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Agar fokus penelitian tetap terarah dan implementasi sistem dapat dicapai secara optimal, penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek teknis dan operasional sebagai berikut:

- Area deteksi setiap sensor dibatasi pada radius maksimal sesuai dengan kemampuan masing-masing sensor
- Proses klasifikasi bergantung pada pembacaan sensor proximity induktif, kapasitif, dan sensor *Infrared*.
- Sistem hanya dapat beroperasi di lingkungan yang memiliki jaringan Wi-Fi, sehingga implementasi terbatas pada area dengan akses internet yang stabil seperti kampus dan perkantoran.
- Kapasitas wadah sampah dibatasi hingga 10 liter dengan beban maksimum 5 kg per kategori, dan dimensi lubang masuk sampah dibatasi pada ukuran 31 cm x 19 cm.
- Akses *Monitoring* dan pengiriman notifikasi hanya tersedia melalui aplikasi berbasis android yang terintegrasi dengan firebase sebagai *platform* basis data *real-time*.