

SMART WASTE MANAGEMENT SYSTEMS

Rudi Hermawan¹, Ipaz Matin Pajar Ihwana², Dela Fitriani³, Dewanto Rosian Adhy⁴

Prodi Teknik Informatika

Sekolah Tinggi Teknologi YBS Internasional Tasikmalaya, Indonesia

Email : rudihermawan567@gmail.com¹, ipazmatin@gmail.com²,

fitrianiidela03@gmail.com³, dewanto_ra@sttybsi.ac.id⁴

ABSTRAK

Permasalahan sampah menjadi masalah yang belum terselesaikan dengan baik, khususnya di berbagai daerah di Indonesia. Bertambahnya jumlah penduduk dikota-kota besar berbanding lurus dengan produksi sampah yang dihasilkan. Jika proses pengangkutan sampah tidak ditangani dengan baik maka akan menyebabkan penumpukan sampah. Sudah semestinya pengelolaan sampah harus semakin diperhatikan karena berhubungan dengan efisiensi biaya serta dampak terhadap kualitas lingkungan. Dengan semakin berkembangnya teknologi, khususnya teknologi informasi, perlu kiranya memanfaatkan teknologi tersebut untuk mengatasi permasalahan sampah.

Pembuatan teknologi smart waste management system ini dibangun dengan menggunakan teknologi Internet of Things dalam mengumpulkan data data sampah serta teknologi berbasis Kecerdasan Buatan dalam pengolahan data. Integrasi kedua teknologi tersebut dipergunakan untuk memberikan sebuah usulan penanganan sampah dari mulai penentuan tempat pembuangan sampah sementara (TPS), armada angkut sampah sampai ke penjadwalan pengangkutan sampah. Penanganan sampah dilakukan optimasi sehingga diperoleh efisiensi dan efektifitas dalam penanganan sampah perkotaan.

Prototype yang dihasilkan mampu memberikan kemampuan pengumpulan data TPS, pengelolaan data, dan prediksi. Sistem dapat dikembangkan dalam banyak hal, diantaranya adalah optimasi jalur dan jadwal armada angkut sampah, optimasi TPS berdasarkan sebaran warga dan volume sampah dan lainnya.

Kata Kunci : Internet of Things, Sampah, Kecerdasan Buatan, Management, Systems.

I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi, baik oleh negara-negara berkembang maupun negara-negara maju di dunia. Permasalahan sampah akan semakin serius jika tidak segera menerapkan penanganan yang tepat. Masalah sampah plastik, masih menjadi tantangan yang dihadapi Indonesia. pembuangan sampah plastik sembarangan di sungai-sungai akan mengakibatkan pendangkalan sungai dan penyumbatan aliran sungai sehingga menyebabkan banjir. (Wibowo, D.N). [15]

Setiap kota di Indonesia hampir semuanya bermasalah dengan sampah, baik dari segi proses pencegahan sampai dengan pengelolaan sampah. Sampah kota di Indonesia tidak hanya terjadi di daratan saja, tetapi di selokan atau sungai juga bermasalah sehingga banyak kota di Indonesia kumuh. Selain ketidaksadaran masyarakat Indonesia dalam membuang sampah, kurangnya armada tempat sampah dan pengangkut sampah juga menjadi permasalahan, sehingga menjadi sebuah alasan masyarakat membuangnya ke sungai dan akhirnya terbawa menuju laut yang pastinya merusak ekosistem laut. Selain itu juga sampah di sungai menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir dan permasalahan kota lainnya.

Di Tasikmalaya, sampah juga sudah menjadi musuh bagi masyarakat, banjir di jalanan seringkali terjadi ketika hujan datang dan saluran air tersumbat sampah. Bau sampah dan tumpukan di beberapa tempat sampah juga seringkali menjadi polusi. Kurangnya armada pengangkut sampah, jadwal pengambilan sampah yang kurang,

Volume sampah yang besar menjadikan sebuah permasalahan, Kurangnya data atau informasi tentang volume sampah disetiap titik menjadi kendala dalam pengambilan kebijakan terkait dengan tata kelola sampah.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, pengelolaan sampah di darat maupun di sungai harus segera dilakukan, diperlukan teknologi pintar untuk memperlancar penanggulangan sampah yang sudah terlanjur menjadi permasalahan. Smart waste manajemen sistem, diharapkan bisa menjadi salah satu solusi untuk penanggulangan sampah di Tasikmalaya khususnya, di Indonesia pada umumnya.

Teknik penanggulangan dibuat berdasarkan dengan permasalahan yang sudah dipaparkan diatas, sistem mengumpulkan data atau informasi yang akurat di setiap titik tempat sampah di kota Tasikmalaya dengan memasang sensor. Sensor mengirim data ke pusat data yang dapat diakses oleh dinas persampahan agar bisa melihat di titik mana penampungan yang sudah harus di ambil, serta masyarakat juga bisa mengakses data center tersebut dan mengetahui tempat sampah mana yang masih tersedia atau masih kosong.

II. TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dan manfaat dibuatnya *Smart waste management system* ini adalah:

1. Mengatasi permasalahan sampah.
2. Mengurangi pencemaran lingkungan sampah didarat maupun di air.
3. Terbangunnya manajemen pengelolaan sampah yg lebih baik.
4. Membuat Lingkungan menjadi berkualitas dan lebih sehat.
5. Membangun system berbasis teknologi informasi dan komputer.
6. Membantu menyukseskan program pemerintah dalam membentuk masyarakat yang peduli lingkungan serta membantu pemerintah dalam hal kebersihan lingkungan dan mendorong terciptanya *smart city* dengan akses pemanfaatan teknologi yang mudah

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Metode Pengembangan sistem agar dapat diselesaikan dalam kurun waktu yang lebih cepat, adalah menggunakan pendekatan prototyping. Prototyping sebagai alat untuk pengembangan system dengan proses pembangunan relatif lebih cepat serta lebih mudah terutama untuk proyek dimana sulit untuk menentukan model pengembangan perangkat lunak yang membutuhkan waktu lebih cepat. Prototyping dapat digunakan untuk aplikasi besar dan kecil. Biasanya untuk aplikasi besar sistem masih menggunakan pendekatan pengembangan sistem tradisional, tapi

sebagian lain dari sistem juga menggunakan prototype.

Sebuah prototipe dari aplikasi bisnis dibutuhkan oleh pengguna agar dapat dikembangkan dengan cepat dari berbagai pengembangan aplikasi perangkat lunak. Sistem prototipe ini kemudian diuji berulang kali dan disempurnakan sampai diterima oleh pengguna. Prototyping adalah proses berulang-ulang, dengan serangkaian sesi interaktif. Misalnya, kita bisa mengembangkan, menguji, dan memperbaiki prototipe dari laporan manajemen, layar entri data, atau menampilkan output.

Proses prototyping model O'Brien (2011) dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Investigation Usaha yang dilakukan untuk mengidentifikasi mereka kebutuhan bisnis dan menilai kelayakan beberapa alternatif solusi sistem informasi.
- b. Analysis Analisis dilakukan untuk melihat berbagai komponen yang dipakai sistem yang sedang berjalan meliputi hardware, software, jaringan dan sumber daya manusia. Analisis sistem harus mendefinisikan kebutuhan sistem yang spesifik antara lain :
 - Masukan yang diperlukan sistem (input)
 - Keluaran yang dihasilkan (output)
 - Operasi-operasi yang dilakukan (proses)
 - Sumber data yang ditangani
 - Pengendalian (kontrol)
- c. Desain sistem (system design) menentukan bagaimana sistem akan memenuhi tujuan tersebut. Desain sistem terdiri dari aktivitas desain yang menghasilkan

- spesifikasi fungsional. Desain sistem dapat dipandang sebagai desain interface, data dan proses dengan tujuan menghasilkan spesifikasi yang sesuai dengan produk dan metode interface pemakai, struktur database serta pemrosesan dan prosedur pengendalian
- d. Implementation Paket software prototipe diuji, diimplementasikan, dievaluasi dan dimodifikasi berulang-ulang hingga dapat diterima pemakainya. Pengujian sistem bertujuan menemukan kesalahan-kesalahan yang terjadi pada sistem dan melakukan revisi sistem. Tahap ini penting untuk memastikan bahwa sistem bebas dari kesalahan.
 - e. Maintenance Perawatan atau pemeliharaan software secara berkala setelah sistem telah diterima, dengan memperbaiki atau memodifikasi sistem agar dapat berjalan lebih baik . [14]

Metode PIECES digunakan untuk menganalisa kinerja informasi, ekonomi, keamanan aplikasi, efisiensi, dan pelayanan pelanggan.

Metode ini dirasa tepat digunakan untuk permasalahan yang kita hadapi, kinerja informasi yang dihadapkan pada inti dari aplikasi ini diharapkan menjadi solusi untuk menangani permasalahan sampah.

Dari hasil analisa PIECES yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Perlu adanya sistem yang dapat menghitung volume sampah di setiap penampungan sampah dan sistem penyaringan sampah disetiap pintu air.
- b. Perlu adanya sistem yang dapat menyajikan informasi secara lebih cepat dan akurat,
- c. Perlu adanya sistem yang dapat mengontrol jalannya proses penanggulangan sampah,
- d. Perlu adanya sistem yang dapat meningkatkan efisiensi biaya dan tenaga,
- e. Perlu adanya sistem yang dapat mempermudah dinas terkait dan masyarakat dalam mendapatkan informasi yang akurat.

IV. IMPLEMENTASI SISTEM

1. Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

2. Ethernet Shield

Arduino Ethernet Shield ini menggunakan chip WIZnet W5100 Ethernet Chip, yang dapat memberi kemudahan untuk membuat aplikasi online (terhubung dengan internet). Shield ini telah didukung oleh *library*

Arduino. W5100 WIZnet mendukung hingga empat koneksi socket secara simultan. Ethernet *library* digunakan dalam menulis program agar arduino board dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan arduino ethernet shield.

Pada ethernet shield terdapat sebuah slot micro-SD, yang dapat digunakan untuk menyimpan file yang dapat diakses melalui jaringan. Onboard micro-SD card reader diakses dengan menggunakan *SDlibrary*. Arduino board berkomunikasi dengan W5100 dan SD card menggunakan bus SPI (Serial Peripheral Interface). Komunikasi ini diatur oleh *library SPI.h* dan *Ethernet.h*. Bus SPI menggunakan pin digital 11, 12 dan 13 pada Arduino Uno. Pin digital 10 digunakan untuk memilih W5100 dan pin digital 4 digunakan untuk memilih SD card.

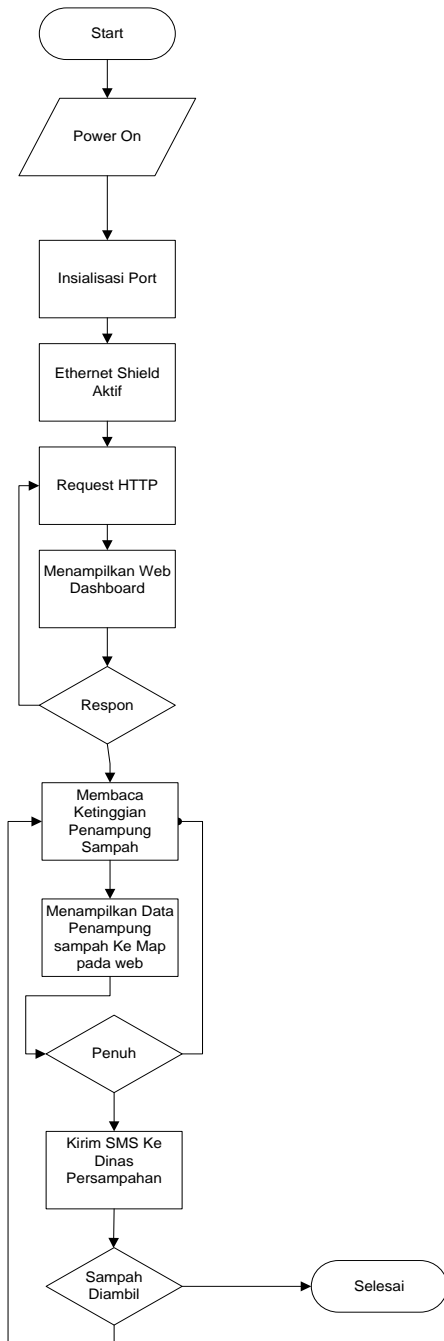
3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa *IC (Integrated Circuit)* yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal *input* mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input / output* (atau biasa ditulis *I/O*, dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output PWM* antara lain pin 0 sampai 13), 6 pin *input analog*, menggunakan crystal 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi *USB, jack* listrik, *header ICSP* dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler.

Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi *USB* atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (*non USB*) daya dapat datang baik dari *AC-DC* adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1mm ke dalam board colokan listrik. *Lead* dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin Gnd dan Vin dari konektor Power. Board dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 - 20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun, pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak board. Rentang yang dianjurkan adalah 7 - 12 volt.

4. Flow chart



Gambar 4.1 Flowchart

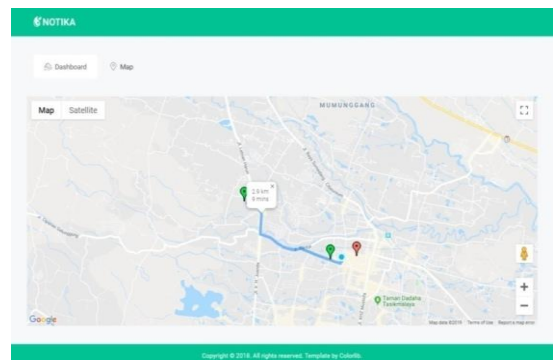
5. Integrasi Sistem



Gambar 4.2 Konfigurasi Sistem

Mikrokontroler dengan didukung oleh sensor ultrasonic mengumpulkan data TPS tiap tempat, dihubungkan dengan jaringan yang pada prototype ini menggunakan ethernet shield. Setelah itu data dikirim ke Data Center untuk diolah dan di tampilkan berupa informasi di web atau aplikasi mobile, selain itu ada kondisi tertentu sistem akan mengirimkan whatsapp ke dinas atau pemerintahan terkait.

6. Antar Muka Aplikasi SWMS



Gambar 4.3 Tampilan Antar Muka

Diatas merupakan fitur map yang ada pada aplikasi SWMS, truck pengangkut sampah bisa melihat jarak dari lokasi asal kelokasi tps yang akan dituju. Warna map ada hijau kuning dan merah. Hijau tandanya TPS masih Kosong, Kuning TPS terisi dan merah TPS sudah penuh.

Di fitur dashboard kita bisa melihat secara realtime posisi isi dari TPS, seperti gambar di bawah pada aplikasi mobile, selanjutnya ada juga fitur untuk melihat riwayat tempat sampah penuh dilengkapi dengan grafik.



Gambar 4.4
Kondisi TPS di Mobile

Fitur untuk mobile hampir sama dengan yang ada di web, tetapi rencana kedepan untuk pengembangan aplikasi mobile di tambahkan fitur schudling untuk supir truk. Sehingga ketika mengambil bisa langsung diarahkan oleh aplikasi mobile ini.

V. HASIL DAN PENGUJIAN

Smart Waste Management system adalah alat IoT yang dibuat untuk menyelesaikan beberapa permasalahan sampah di Kota. Sistem yang dibuat dapat mendeteksi sampah2 yang menumpuk di tempat penampungan sampah disetiap sudut kota. Masyarakat dan pemerintah bisa mengetahui tempat penampungan sampah yang kosong, terisi atau penuh. selain itu jika tempat penampungan sampah sudah penuh otomatis sistem akan mengirimkan informasi kepada dinas terkait, sehingga bisa langsung mengatasi tempat penampungan yang sudah penuh.

Sistem dibuat realtime sehingga bisa dicek di web/aplikasi mobile setiap saat dan di mana saja. Selain itu sistem dibuat pada Map sehingga bisa mengetahui lokasi tempat & Informasi sampah seperti pada google maps. selanjutnya akan dilengkapi algoritma berbasis kecerdasan buatan agar bisa Melakukan Prediksi terhadap waktu penambahan muatan tiap TPS Menyusun jadwal pengambilan (Pick up) TPS secara optimal dan memprediksi tempat sampah yang cepat penuh sehingga bisa dilakukan tindakan khusus.

Yang sudah tercapai :

1. Membaca data hasil baca sensor tentang isi Tempat Sampah (kosong, terisi, penuh).
2. Menampilkan dalam bentuk visual kondisi Tempat Sampah terkini.
3. Menampilkan dalam bentuk peta/map posisi Tempat Sampah dan status muatan.
4. Melakukan Rekapitulasi Data Histori muatan tiap Tempat Sampah
5. Melakukan Aksi Berupa Report ke Whatsapp Dinas / Pemerintahan Terkait.

Rencana Pengembangan

1. Mengumpulkan data setiap tempat sampah.
2. Melakukan Prediksi terhadap waktu penambahan muatan tiap Tempat Sampah.
3. Menyusun jadwal pengambilan (Pick up) Tempat Sampah secara optimal.
4. Melakukan Prediksi Penambahan Armada tempat sampah dilokasi tertentu.
5. Melakukan Predeksi Penambahan atau Pengurangan Armada Pengangkut Sampah.
6. Pembuatan Aplikasi Khusus Tracking tempat sampah untuk petugas supaya lebih efisien dalam pengambilan.

VI. KESIMPULAN

Sistem yang dibangun sudah dilakukan pengujian dan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan teknologi informasi mampu memberikan manfaat dalam mengatasi permasalahan sampah.
2. Purwarupa yang dibangun mampu mengumpulkan data data kondisi tempat sampah secara akurat dan waktu nyata.
3. Data data dapat disimpan dalam sebuah data center dan dapat dipergunakan untuk keperluan pelaporan, acuan pengambilan kebijakan dan lainnya.

Sisitem masih memerlukan pengembangan lebih lanjut berupa

1. Penggunaan sensor sampah yang lebih akurat.
2. Pengembangan pengelolaan data menggunakan teknologi data mining.
3. Pembangunan system dalam lingkup uji laboratorium sampai ke uji lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Syofian, Andi. 2016. *Pengendalian Pintu Pagar Geser Menggunakan Aplikasi Smartphone Android dan Mikrokontroler Arduino melalui Bluetooth*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang.
- Kapoor, R. (2011). Standard operational procedures: waste management handling procedure. Indonesia
- Dwiyatmo, Kus, Pencemaran Lingkungan dan Penangganya, Yogyakarta: Citra Aji Parama, 2007
- Aboejoewono, A., Pengelolaan Sampah Menuju ke Sanitasi Lingkungan dan Permasalahannya, Jakarta: Wilayah DKI Jakarta Sebagai Suatu Kasus, 1985
- Rizal, A. 2011. Analisis Pengelolaan Persampahan Perkotaan Di Kelurahan Boya Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala. *Jurnal SMARTek*, 9:155-172
- Fajar W. A., Dewi P. (2014). Sosialisasi Bahaya Membuang Sampah Sembarangan dan Menentukan Lokasi TPA di Dusun Deles Desa Jagonayan Kecamatan Ngablak. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan* volume 3 nomor 1 (2014): 21-27. ISSN: 2089-3086
- A. Triantafyllou, P. Sarigiannidis, and T. D. Lagkas, "Network Protocols , Schemes , and Mechanisms for Internet of Things (IoT): Features , Open Challenges , and Trends," vol. 2018, 2018
- Simmarta, Janner., Pengantar Teknologi Komputer dan Informasi, Yogyakarta: Andi Offset, 2006.
- M. P. T. Sulistyanto and D. A. Nugraha, "Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang," *SMARTICS Journal*, pp. 20-23, 2015.
- D. Prihatmoko, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) DALAM PEMBELAJARAN DI," *Jurnal SIMETRIS*, pp. 567-574, 2016
- Mudjanarko, S. W., Winardi, S., Limantara, A. D., (2017) : Pemanfaatan Internet of Things Sebagai Solusi Manajemen Transportasi Kendaraan Sepeda Motor. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi & Prasarana Wilayah (ATPW), 5 Agustus, Surabaya
- D. Hortelano, T. Olivares, M. C. Ruiz, C. Garrido-Hidalgo, and V. López, "From sensor networks to internet of things. Bluetooth low energy, a standard for this evolution," *Sensors (Switzerland)*, vol. 17, no. 2, pp. 1–31, 2017

- H. Oh and S. Lim, "Light-weight routing protocol in IoT-Based inter-device telecommunication wireless environment," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 6, no. 5, pp. 2352–2361, 2016.
- O'Brien, James A., dan George M Marakas. 2011. *Management Information System*. New York : McGraw-Hill/IrwinBanzi, Massimo Wibowo DN, Bahaya Kemasan Plastik dan Kresek, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto
- A O'Brien, James, (2005), Pengantar Sistem Informasi Perspektif Bisnis dan Manajerial. Jakarta: Salemba Empat.