

# SISTEM MONITORING KAPASITAS SAMPAH BERBASIS IoT UNTUK MENGATASI RISIKO BANJIR DI SUNGAI TANGKIS WAGE, KABUPATEN SIDOARJO

Faris Syaifulloh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Komputer, UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya  
[farissyiaifulloh123@gmail.com](mailto:farissyiaifulloh123@gmail.com)

## ABSTRACT

*Flood risk in the Tangkis Wage River, Sidoarjo Regency, necessitates the development of innovative solutions to manage the waste capacity, a primary contributor to the flooding issue. This research proposes the implementation of an Internet of Things (IoT)-based Waste Capacity Monitoring System as an approach to enhance effective waste monitoring and management. Through the utilization of IoT sensors, real-time data on river waste capacity can be monitored, enabling a rapid response to waste accumulation that may lead to flooding. It is anticipated that this solution will significantly contribute to flood risk mitigation, increase environmental awareness, and strengthen river maintenance efforts in Sidoarjo Regency.*

## KEYWORDS

*IoT-based Waste Monitoring, Flood Risk Mitigation, Tangkis Wage River*

## 1. PENDAHULUAN

Bencana banjir dari sudut pandang ekologis merupakan peristiwa fisik yang terjadi dalam lingkungan hidup manusia. Hubungan erat antara banjir dan manusia terlihat dari dampak signifikan yang dimiliki oleh banjir terhadap kehidupan manusia, sementara manusia juga memiliki peran penting dalam terjadinya banjir. Aktivitas manusia, seperti perubahan fungsi lahan dan pembuangan sampah tanpa pengelolaan yang tepat, dapat menyebabkan kerusakan ekosistem manusia, yang merupakan bentuk pencemaran lingkungan hidup.

Slogan "Buanglah sampah pada tempatnya" tampaknya tidak lagi memberikan dampak positif yang signifikan dalam penanggulangan sampah. Analisis distribusi frekuensi menunjukkan bahwa tingkat partisipasi masyarakat dalam mengelola sampah rumah tangga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tingkat pendidikan, pendapatan, kondisi lingkungan, dan sikap terhadap lingkungan. Selain itu, pengetahuan tentang peraturan pengelolaan sampah dan kesiapan membayar retribusi sampah berkorelasi positif dengan cara pengelolaan sampah.

Ketidakseimbangan antara produksi sampah dan kapasitas sistem pengangkutan dan pengelolaan sampah menciptakan tumpukan sampah yang meningkat setiap hari. Tumpukan sampah ini, jika dibiarkan di sekitar pemukiman, dapat menjadi sumber penyakit. Beberapa masyarakat mungkin memilih membuang sampah ke sungai sebagai solusi alternatif, yang dapat menyebabkan pendangkalan sungai dan berkontribusi pada terjadinya banjir setiap musim.

Langkah-langkah pencegahan dan penanggulangan banjir melibatkan pendekatan struktural dan non-struktural. Upaya struktural mencakup normalisasi sungai, pembangunan waduk, pengurangan debit puncak banjir, pembuatan sumur resapan, dan penerapan Early Warning System (EWS) untuk banjir. Sementara itu, upaya non-struktural melibatkan regulasi dan kegiatan manusia yang disesuaikan dengan lingkungan, seperti pengaturan penggunaan lahan dan penegakan aturan lingkungan.

Penelusuran metode riset lebih dominan dilakukan dengan pendekatan waste management atau daur ulang yang memiliki nilai ekonomi. Konsep Zero Waste, yang mengusulkan pengelolaan sampah dimulai dari eliminasi, daur ulang, reduksi, dan pemulihan barang bekas, juga menjadi pendekatan yang menarik. Peran teknologi, terutama Internet of Things (IoT) dan protokol MQTT, muncul sebagai solusi untuk memantau dan mengelola sampah secara efektif, termasuk pemantauan volume sampah di tempat sampah dengan menggunakan sensor berbasis mikrokontroler dan jaringan internet.

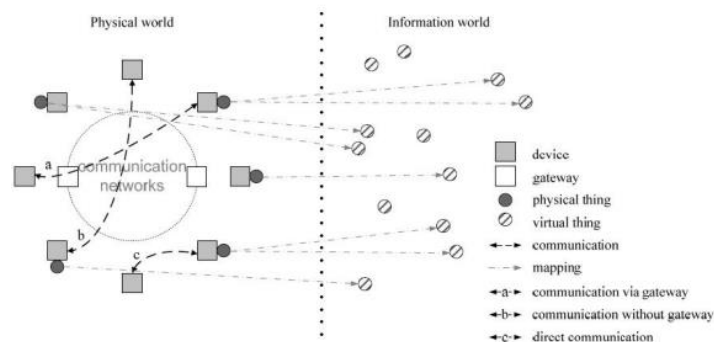
Selain itu, tantangan dalam manajemen sampah terkait dengan ketidakseimbangan antara produksi sampah dan sistem pengangkutan serta pengelolaan sampah. Manajemen yang mengandalkan petugas kebersihan seringkali tidak efektif, menyebabkan tempat sampah penuh sebelum jadwal pengambilan sampah. Oleh karena itu, solusi yang melibatkan pemantauan kapasitas sampah dalam tempat sampah dapat menjadi alternatif strategis untuk mencegah pembuangan sampah sembarangan, menciptakan lingkungan yang bersih, dan mengurangi potensi banjir akibat pembuangan sampah ke sungai.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Desain Sistem

Pengembangan sistem dilakukan dengan beberapa langkah. Pertama, digunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi tingkat atau ketinggian sampah dalam tempat sampah. Kedua, proses pengumpulan data dari sensor dimulai dari NodeMCU sebagai mikrokontroler, dan data dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi. NodeMCU ini ditenagai oleh powerbank yang mendapat pasokan daya dari sistem fotovoltaik atau secara mandiri mengisi daya dari sumber cahaya matahari jika diperlukan. Langkah ketiga melibatkan proses pengumpulan data sensor secara online dan real-time, menggunakan protokol MQTT broker sebagai bagian dari Internet of Things (IoT). Keempat, sebuah aplikasi berbasis Android dikembangkan dan diinstal pada smartphone untuk menampilkan data tingkat sampah dan memberikan notifikasi jika tempat sampah sudah penuh.

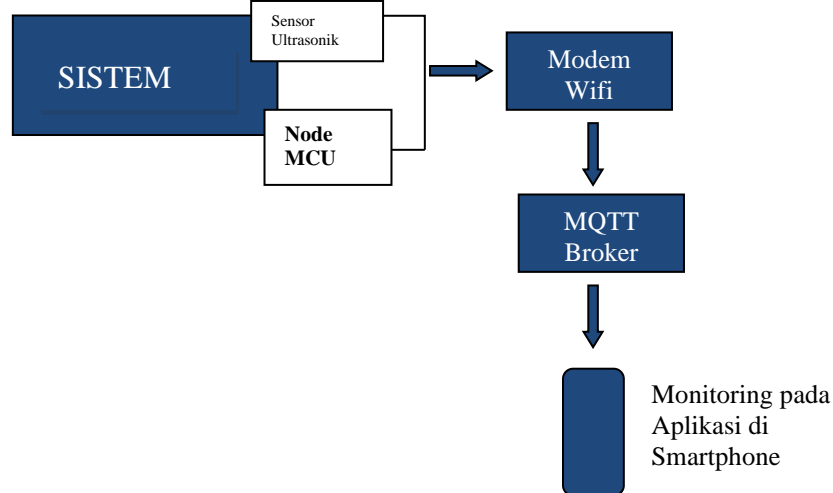
Pemilihan IoT dalam sistem ini didasarkan pada fakta bahwa IoT merupakan inovasi yang mampu mengatasi dan menyelesaikan masalah sosial masyarakat melalui penerapan teknologi dengan konektivitas internet. Penjelasan teknis aplikasi IoT, sebagaimana terlihat pada Gambar 1, lebih spesifik dirancang untuk mendukung komunikasi Machine to Machine (M2M) dan komunikasi Device to Device (D2D). Oleh karena itu, implementasi IoT dalam aplikasi ini dapat diartikan sebagai salah satu bentuk komunikasi M2M.



Gambar 1. Deskripsi Sistem IoT

Sistem IoT yang diterapkan dalam sistem mengadopsi teknologi sistem a seperti yang terlihat pada Gambar 1. Teknologi ini menggunakan internet sebagai infrastruktur telekomunikasi dan free Wi-Fi sebagai gateway, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Penggunaan MQTT

broker jenis mosquito yang ditanam dalam virtual private server (VPS) dengan sistem operasi Linux Ubuntu 16.04.4 menjadi alternatif pengganti server. Selanjutnya, data yang tersimpan di server akan disajikan pada perangkat smartphone melalui aplikasi Android berbasis buatan, yang dikembangkan menggunakan perangkat lunak Android Studio. Aplikasi ini bertujuan untuk memonitor kondisi kapasitas sampah di setiap tempat sampah.



Gambar 2. Skema sistem monitoring kapasitas tempat sampah

## 2.2. Metode

Sistem diimplementasikan dan diuji coba di Sungai Tangkis, yang terletak di desa Wage, Kabupaten Sidoarjo. Daerah ini sering mengalami banjir karena dilalui oleh sungai Tangkis dan merupakan titik pertemuan antara sungai Medaeng dan sungai Legi. Masyarakat di daerah ini menghadapi tantangan lingkungan karena minimnya tempat pembuangan sampah dan masih banyaknya praktik pembuangan sampah ke sungai yang dapat ditemui di lapangan.

Sistem akan memonitor ketinggian sampah di setiap tempat sampah dan memberikan notifikasi pada smartphone pengguna. Proses akuisisi data ketinggian sampah dilakukan oleh sensor HC-SR04 yang secara berkala mendeteksi tinggi sampah di tiga tempat sampah yang tersebar di daerah Kampung. Data tersebut diolah oleh mikrokontroler NodeMCU v3 dan dikirim ke server melalui modem Wi-Fi setelah terhubung. MQTT broker mosquito digunakan sebagai server dalam virtual private server (VPS) melalui internet. Setelah diproses oleh server, petugas kebersihan dapat mengakses data tersebut melalui aplikasi android. Jika ketinggian sampah melewati batas yang ditentukan, sistem memberikan notifikasi langsung ke aplikasi pengguna di smartphone, selain menampilkan status kapasitas bin. Status ketiga tempat sampah dapat dipantau oleh petugas kebersihan kapan saja. Hal ini menghilangkan kebutuhan untuk secara aktif memantau kondisi tempat sampah, karena sistem memberikan notifikasi di smartphone ketika tempat sampah sudah penuh dan perlu diambil serta dibuang isinya.

Pengujian dan pengambilan data pada riset ini terbagi ke dalam tiga tahap berikut,

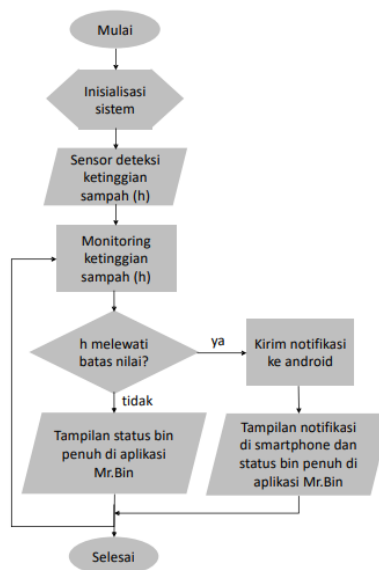
- a) Uji performansi hardware dan software pada sistem
- b) Uji performansi sistem, meliputi
  - Pengamatan waktu delay pengirimandata dari saat setelah sensor mendeteksi keadaan level sampah sampai data dikirimkan pada aplikasi android dan diterima oleh pengguna (end to end delay) terhadap variasi waktu jeda.
  - Pengujian throughput setiap jalur pengiriman.

- Pengujian performansi realibility dan availability sistem.
  - Pengambilan data performansi penggunaan aplikasi android di smartphone pada user (pengguna).
- c) Uji kualitatif implementasi sistem, baik bagi petugas kebersihan maupun masyarakat setempat, melalui penilaian bobot skala atau feedback pada kuesioner. Sedangkan implementasi sistem di lapangan dimulai dari tahap uji coba, penyuluhan dan pelatihan penggunaan sistem kepada masyarakat sampai dengan penggunaan sistem oleh penggunanya meliputi petugas kebersihan dan masyarakat setempat.

### 3. RANCANGAN DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 RANCANGAN PEMASANGAN SISTEM PADA TEMPAT SAMPAH

Tempat sampah ditempatkan pada lokasi yang sering terkena sinar matahari karena sistem ini mengandalkan catu daya dari powerbank yang diisi melalui panel surya 2WP yang dipasang di atas tutup bin. Di bawah panel surya, terdapat integrasi sistem akuisisi dan pengiriman data ketinggian sampah yang terhubung ke catu daya, mikrokontroler NodeMCU v3, dan modem Wi-Fi. Setiap sistem tempat sampah memperoleh kebutuhan dayanya sendiri dari panel surya yang terpasang. Indikator LED berwarna merah akan menyala sebagai tanda bahwa daya sedang diisi ke dalam powerbank, artinya panel surya telah menangkap dan memproses energi.



Gambar 3. Diagram alir kinerja Sistem

### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi risiko banjir di Sungai Tangkis Wage, Kabupaten Sidoarjo, melalui implementasi Sistem Monitoring Kapasitas Sampah berbasis Internet of Things (IoT). Dengan memanfaatkan teknologi IoT, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengawasan dan pengelolaan kapasitas sampah di sungai tersebut. Dengan demikian, diharapkan dapat mengurangi potensi terjadinya banjir yang disebabkan oleh penumpukan sampah di aliran sungai, serta meningkatkan efisiensi dan responsabilitas dalam penanganan masalah lingkungan di wilayah tersebut. Kesimpulannya, implementasi sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi inovatif dalam mitigasi risiko banjir melalui pemantauan dan manajemen kapasitas sampah secara real-time.

## REFERENCES

- [1] Aritonang, P. L. E., Bayu, E. C., K, S. D., & Prasetyo, J. (2017). Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Cerdas Otomatis. In Proc. SNITT Poltekba (pp. 375–381). POLiteknik Negeri Balikpapan.
- [2] Budioko, T. (2016). Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Berbasis Internet Of Things Menggunakan Protokol Mqtt. In Seminar
- [3] Ermawati, Y. (2012). Sistem pendeteksi kapasitas tempat sampah secara otomatis pada kompleks perumahan. *Teknika*, 2(3), 1–7.
- [4] Nigiana, J., Larasati, E., & Widowati, N. (2016). Manajemen Pengelolaan Sampah Di Kecamatan Tembalang. *Journal Of Public Policy And Management Review*, 5(1). <https://doi.org/10.14710/jppmr.v5i1.10421>
- [5] Nizar, M., Munir, E., & Munawar, E. (2017). Manajemen Pengelolaan Sampah Kota Berdasarkan Konsep Zero Waste : Studi Literatur. *Jurnal Serambi Engineering*, 1(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32672/jse.v1i2.500>