

Prototipe Sistem Peringatan Dini Bendungan Walahar Karawang Berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan Antarmuka Web dan Aplikasi *Mobile*

¹Joko Slamet Saputro dan ²Ulinnuha Latifa^{*)}

¹Prodi Teknik Elektro, Universitas Sebelas Maret

²Prodi Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang

^{*)}*ulinnuha.latifa@ft.unsika.ac.id*

Abstrak

Teknologi IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk mempermudah akses data menggunakan konektivitas internet. Pada penelitian ini IoT digunakan sebagai sistem *monitoring* dan peringatan dini secara *realtime* pada bendungan dengan prototipe berdasarkan Bendungan Walahar, Kabupaten Karawang. Platform *ThingSpeak* digunakan sebagai *web server* pengolah data. Sistem *monitoring* ini menggunakan aplikasi antarmuka *Virtuno*, *web ThingSpeak*, *Twitter* dan *SMS*, sementara pemantauan secara langsung menggunakan *LCD*. Pada proses pengambilan data dilakukan percobaan sebanyak 10 - 30 kali dengan pembacaan sensor menghasilkan persentase *error* 0% dengan *time delay* 0 - 30 detik.

Kata Kunci: Sistem Peringatan Dini, Bendungan, IoT, Banjir, ThingSpeak

1 Pendahuluan

Karawang merupakan salah satu kabupaten di Jawa Barat yang dilalui aliran Sungai Citarum [1]. Hal tersebut mengakibatkan Kabupaten Karawang menjadi salah satu daerah yang berpotensi terkena dampak apabila terjadi luapan Sungai Citarum. Selama Januari - Mei 2013, di Kabupaten Karawang terdapat 573 kejadian bencana banjir yang mengakibatkan 253 orang meninggal dunia, 512.080 orang menderita dan mengungsi, 30.525 unit rumah rusak dan puluhan fasilitas umum seperti sekolah, rumah ibadah, dan sebagainya mengalami kerusakan [2].

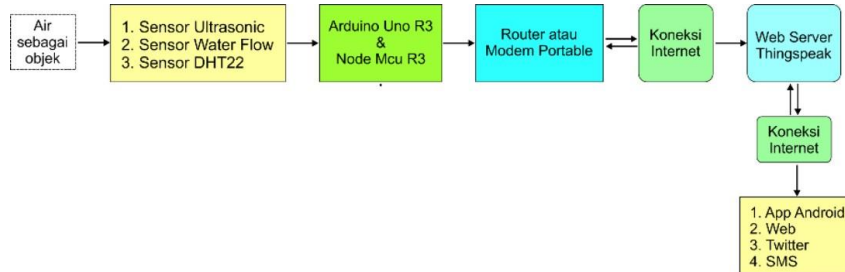
Penyebab banjir dikarenakan curah hujan yang tinggi dengan kisaran 3 - 337 mm/tahun, pemukiman yang dibangun pada dataran sepanjang sungai dan banyaknya sampah sehingga aliran sungai tidak lancar [3]. Banyak masyarakat yang masih membuang sampah sembarangan dan melakukan penebangan liar sehingga menyebabkan terjadinya banjir [4]. Faktor penyebab banjir yang paling signifikan yaitu meluapnya air sungai pada bendungan yang tidak mampu menahan debit air saat intensitas hujan sangat tinggi [5]. Menurut pegawai PERUM Jasa Tirta II menyebutkan bahwa setiap pintu air Bendungan Walahar dijaga oleh beberapa petugas pintu air yang bergantian untuk melakukan pengecekan setiap 30 menit sekali [6].

Berkaitan dengan hal tersebut proses pemantauan akan lebih efektif jika didukung dengan adanya peralatan yang otomatis. Sistem *monitoring* dan peringatan dini yang telah dibuat pada penelitian terdahulu hanya menggunakan media *SMS* dengan keterbatasan sensor, sehingga sistem *monitoring* dan peringatan dini tidak efisien. Penelitian yang dilakukan Alfred Tenggono telah dibuat prototipe dengan sensor ultrasonik berbasis *web*, kekurangan dari penelitian tersebut hanya dapat memonitoring ketinggian air dengan *interface web* [7]. Perbedaan pada penelitian ini adalah adanya penambahan 2 sensor dan aktuator serta menggunakan metode kendali *Fuzzy*. Sensor yang digunakan dapat mengukur ketinggian air, debit air, suhu dan kelembaban udara. Sistem dirancang dapat memantau secara *realtime* berbasis IoT dengan interface berupa *website*, aplikasi *mobile*, dan *Twitter* agar informasi dapat secara langsung diketahui oleh masyarakat. Platform IoT yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *opensource* *ThingSpeak* sebagai media penyimpanan data. *ThingSpeak* adalah platform *open source* IoT aplikasi dan API untuk menyimpan dan mengambil data dari server menggunakan protokol *HTTP* melalui Internet atau melalui *Local Area Network* [8]. *ThingSpeak* membuat aplikasi pembuatan log sensor, aplikasi penempatan, dan hubungan sosial dengan pembaruan status [9].

Berdasarkan kondisi dan keadaan di lingkungan tersebut, maka penerapan sistem *monitoring* dan *early warning system* (EWS) atau sistem peringatan dini pada bendungan merupakan solusi yang tepat guna menyelesaikan permasalahan banjir. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan prototipe skala laboratorium sesuai spesifikasi Bendungan Walahar di Kabupaten Karawang. Penulisan artikel dapat menggunakan sistematika pembahasan *IMRAD* (*Introduction, Method, Results, Discussion*).

2 Metode

Perancangan sistem dibagi menjadi perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Input sistem *monitoring* terdiri dari ketinggian air pada sungai Citarum dengan menggunakan sensor ultrasonik [10], kecepatan aliran sungai menggunakan *waterflow sensor* [11], serta suhu dan kelembapan menggunakan DHT22 [12]. Data dari sensor kemudian diolah menggunakan mikrokontroler. Data dari mikrokontroler kemudian diunggah dan dapat diakses melalui beberapa platform seperti Twitter, aplikasi, web, dan juga SMS.

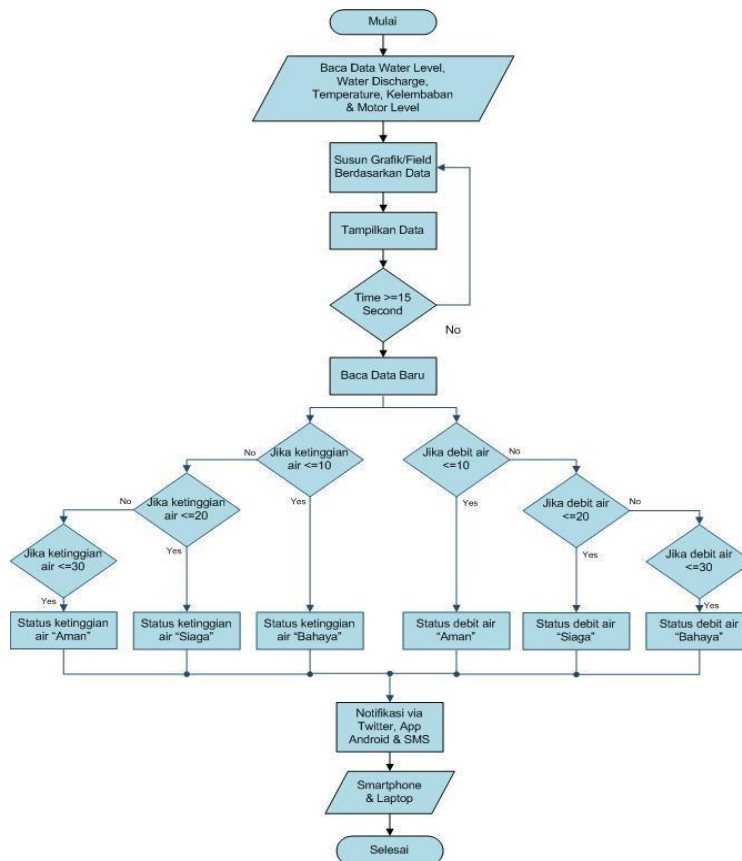


Gambar 1. Diagram blok perancangan sistem

2.1 Perancangan Perangkat Lunak

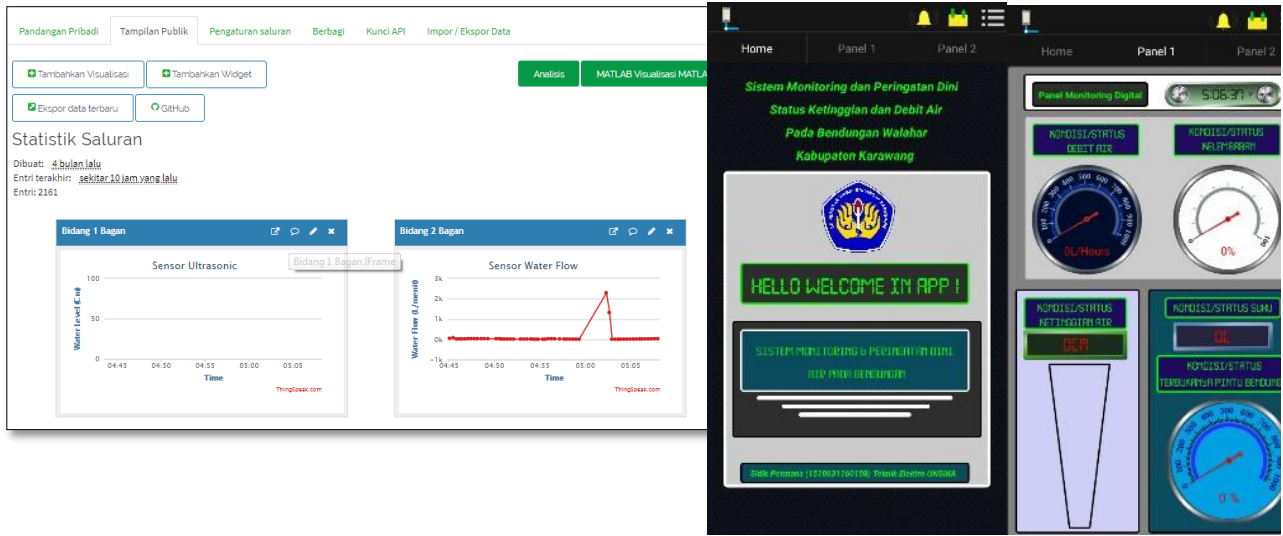
Data-data sensor digunakan sebagai data parameter yang digunakan untuk menentukan kondisi air pada bendungan. Terdapat tiga kondisi yaitu kondisi aman, siaga, dan bahaya. Pada bendungan di Indonesia kondisi ini diputuskan oleh petugas pemantau pintu air bendungan berdasarkan hanya pada ketinggian air menggunakan pengamatan secara langsung pada meteran bendungan. Pada penelitian ini penentuan kondisi dilakukan secara otomatis berdasarkan data-data sensor yang digunakan.

Selain memonitoring kondisi bendungan sistem yang dirancang juga mengakomodir pemantauan ketinggian air, kecepatan aliran air, suhu serta kelembapan secara *real time*. Sehingga selain memberikan *early warning* kondisi bendungan sistem yang dirancang juga dapat memonitor seluruh data-data sensor yang digunakan secara *real time*. Algoritma yang digunakan dalam sistem *monitoring* data sensor dan *early warning system* bendungan dapat dilihat pada Gambar 2.



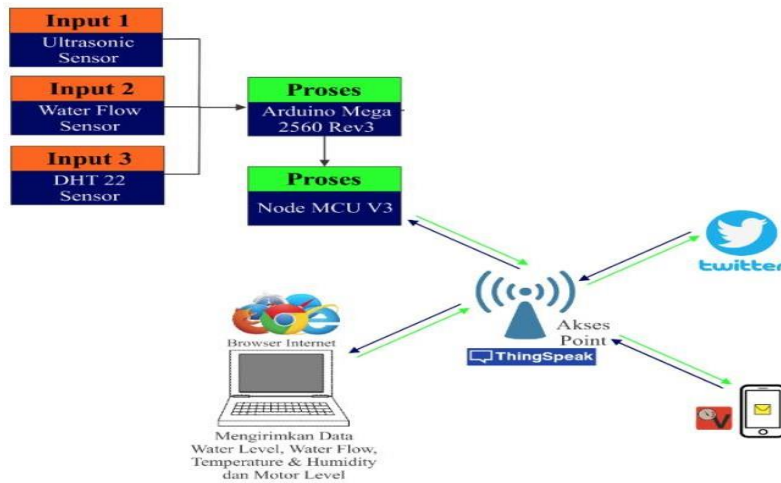
Gambar 2. Flowchart algoritma sistem

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini antara lain Arduino IDE versi 1.8.9 dalam pemrograman Arduino Uno R3 dan NodeMCU V3. Rancangan sistem IoT menggunakan web server ThingSpeak serta memanfaatkan sosial media twitter dan aplikasi android sebagai media penyebaran informasi. Antarmuka aplikasi android serta web dapat dilihat pada Gambar 3 dan arsitektur sistem IoT pada Gambar 4.



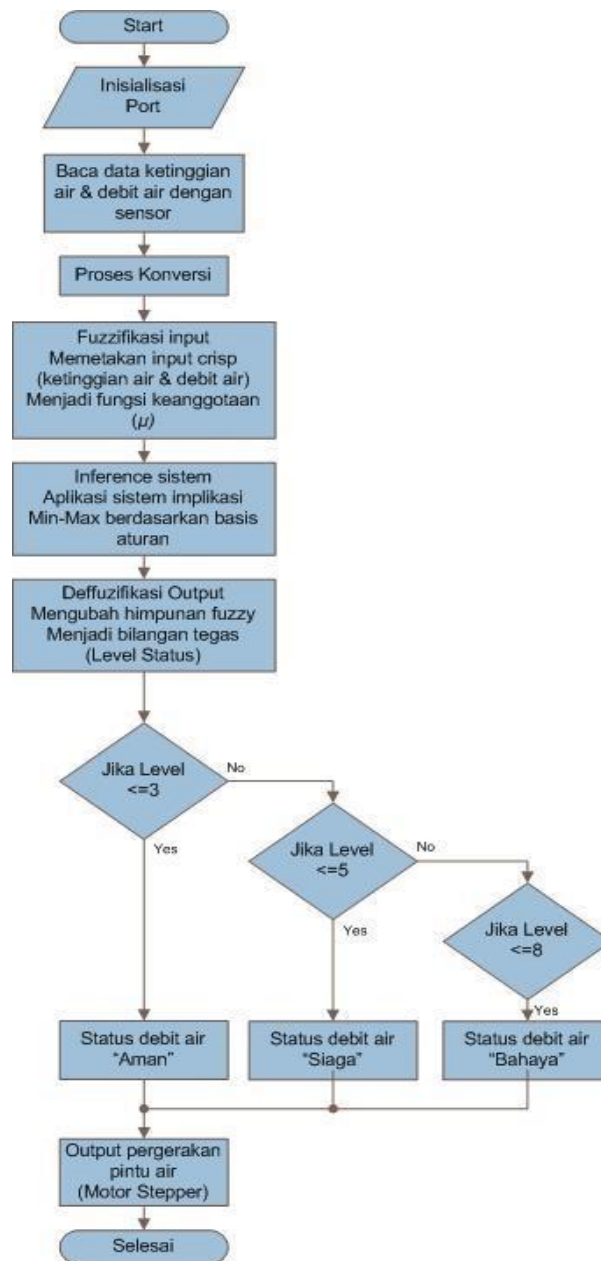
(a) (b)

Gambar 3. (a) Interface web dan (b) Aplikasi android



Gambar 4. Arsitektur sistem monitoring dengan IoT

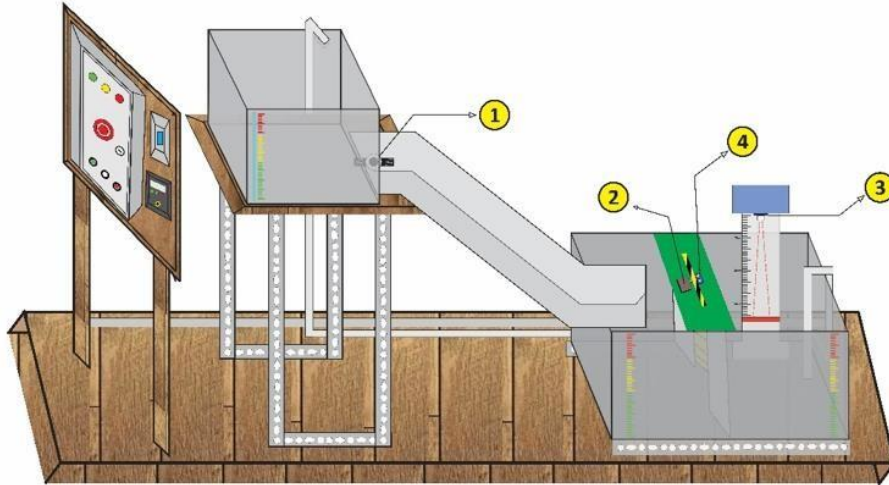
Metode kendali logika fuzzy digunakan sebagai pengatur posisi pintu bendungan berdasarkan kondisi ketinggian dan debit air pada waduk. Perancangan kendali fuzzy menggunakan metode Sugeno [13], dengan 2 jenis masukan dan 1 keluaran, terdapat 3 buah fungsi keanggotaan berupa rendah sedang dan tinggi untuk kedua masukan tersebut. Fuzzy akan memberikan sinyal perintah kepada motor stepper yang telah terpasang di bagian atas pintu waduk. Adapun alur algoritma dari logika fuzzy dapat dilihat pada Gambar 5.



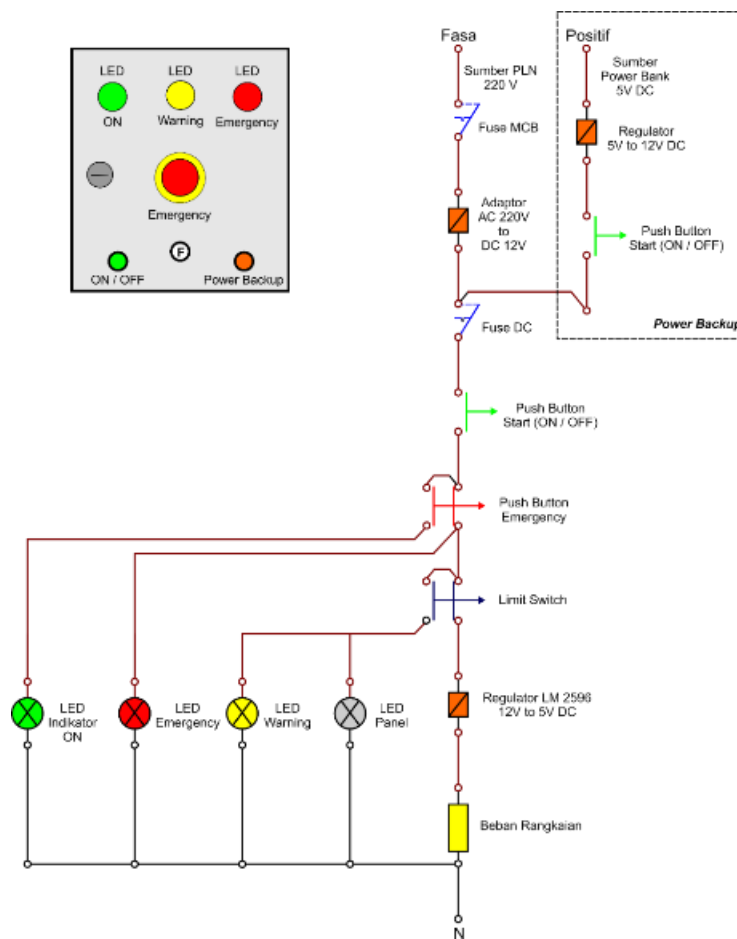
Gambar 5. Flowchart kendali fuzzy

2.2 Perancangan Perangkat Keras

Prototipe yang dibuat terdiri dari 3 buah sistem yaitu sistem kelistrikan, sistem mekanik, dan sistem instrumentasi. Desain prototipe ini menyerupai bentuk fisik Bendungan Walahar berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan. Desain prototipe bendungan dapat dilihat pada Gambar 6, terdapat dua penampung cairan dengan ketinggian yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan kemiringan sehingga dapat diperoleh data kecepatan aliran air menyesuaikan dengan laju aliran air sungai Citarum. Nomor 1 merupakan sensor *waterflow* yang digunakan untuk mengukur laju aliran air. Nomor 2 merupakan pintu bendungan juga dibuat menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran pintu air bendungan Walahar. Sistem penggerak pintu bendungan menggunakan motor *stepper* sebagai aktuator. Pengukuran ketinggian air dilakukan dalam tabung tertutup dengan tujuan untuk mendapatkan data yang lebih akurat (meminimalkan gelombang air) serta melindungi sensor dari cuaca (nomor 3 & 4).



Gambar 6. Desain prototipe bendungan



Gambar 7. Rangkaian kelistrikan

Gambar 7 menunjukkan rangkaian kelistrikan yang digunakan. Rangkaian ini dirancang sebagai pengamanan kelistrikan yang digunakan. Sistem instrumentasi dirancang dengan tujuan untuk mengoptimalkan pengambilan data sesuai dengan prototipe sistem mekanik yang telah dibuat. Perancangan sistem didasarkan pada hasil pengujian dan verifikasi sensor yang dilakukan.

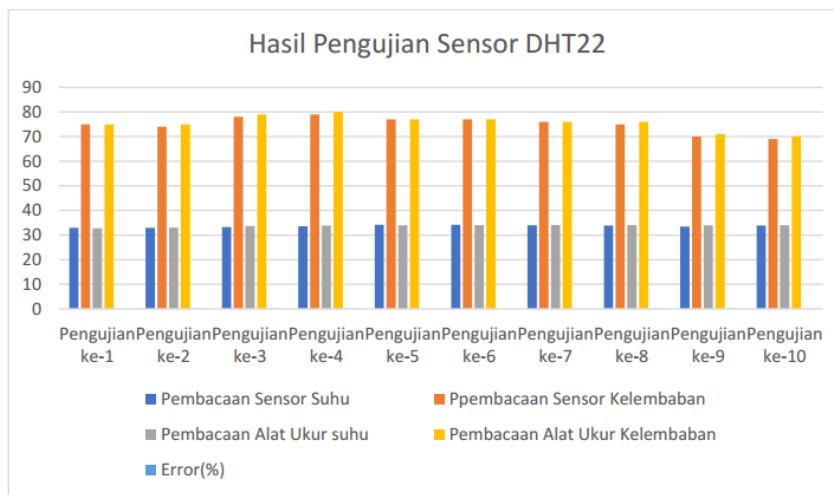
3 Hasil & Diskusi

Untuk mengetahui performa sistem peringatan dini berbasis *Internet of Things* pada bendungan ini dilakukan serangkaian pengujian. Di antaranya adalah pengujian pembacaan sensor dan juga *delay* pengiriman data melalui perantara *Internet of Things*.

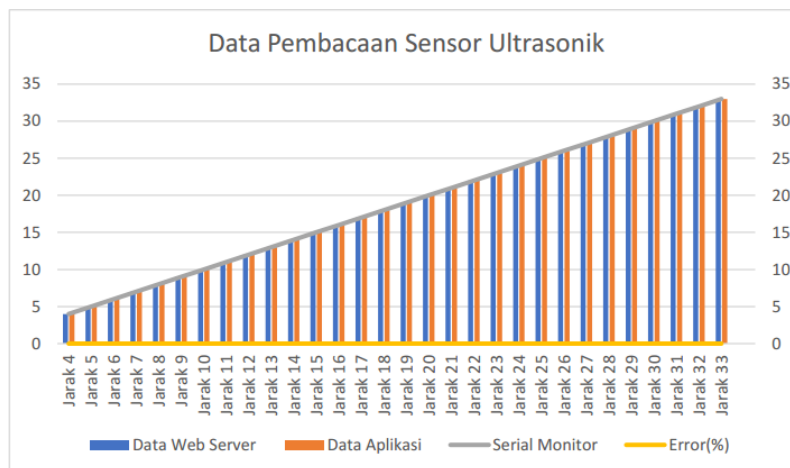
4 Uji Pembacaan Data Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi data hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan data sensor yang telah dikirimkan ke media informasi menggunakan *Internet of Thing*. Pengujian dilakukan pada data sensor ultrasonik, *waterflow* dan DHT22. Data pada *hardware* diperoleh dari serial monitor dan LCD yang terpasang pada prototipe. Sedangkan pada platform *Internet of Things* data yang dibandingkan adalah data pada *web server* dan data pada aplikasi Android.

Gambar 8 menunjukkan data pembacaan sensor ultrasonik pada serial monitor, *web server* dan aplikasi Android. Pengambilan data dilakukan sebanyak 30 kali untuk meningkatkan akurasi kesimpulan yang diambil. Dapat terlihat pada Gambar 9, *error* yang dihasilkan dari antara data sebelum dan setelah dikirimkan melalui platform IoT adalah 0.

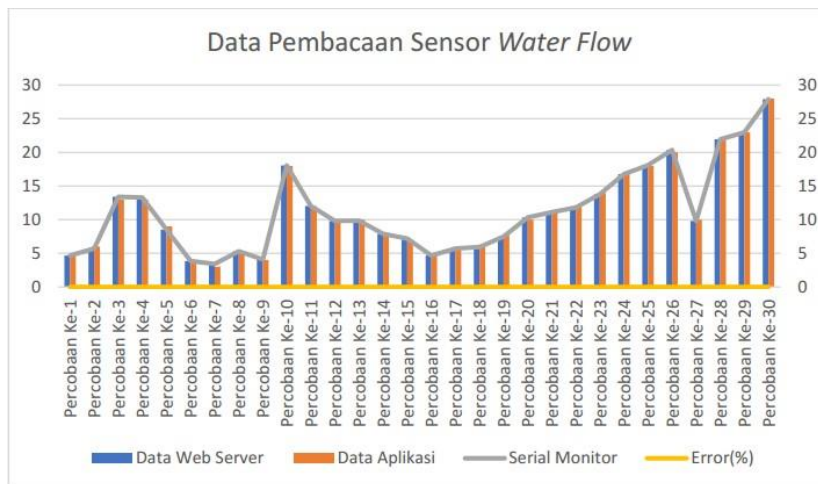


Gambar 8. Pengujian sensor DHT22 berbasis IoT

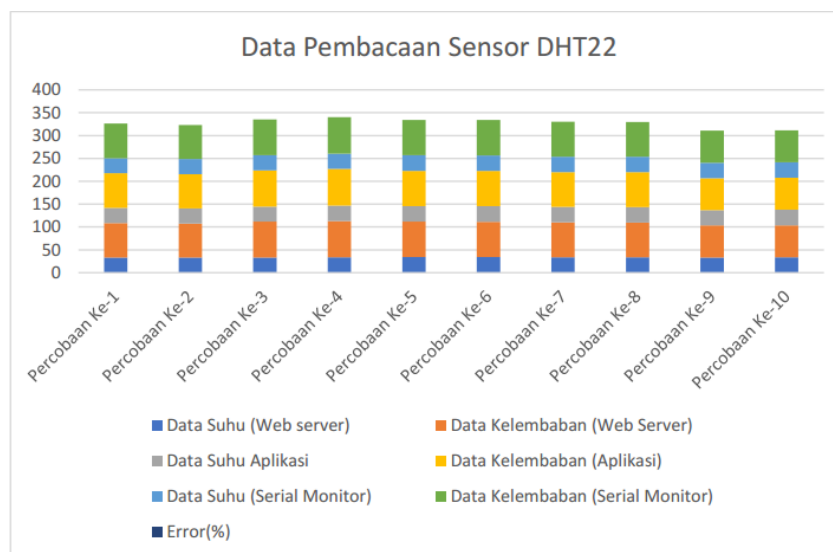


Gambar 9. Pengujian sensor ultrasonik berbasis IoT

Gambar 10 menunjukkan data pembacaan sensor *waterflow* pada serial monitor, *web server* dan aplikasi android. Terlihat bahwa tidak terdapat galat/*error* antara data sebelum dan sesudah dikirimkan melalui sistem *Internet of Things*.



Gambar 10. Pengujian sensor *water flow* berbasis IoT



Gambar 11. Pengujian sensor DHT22 berbasis IoT

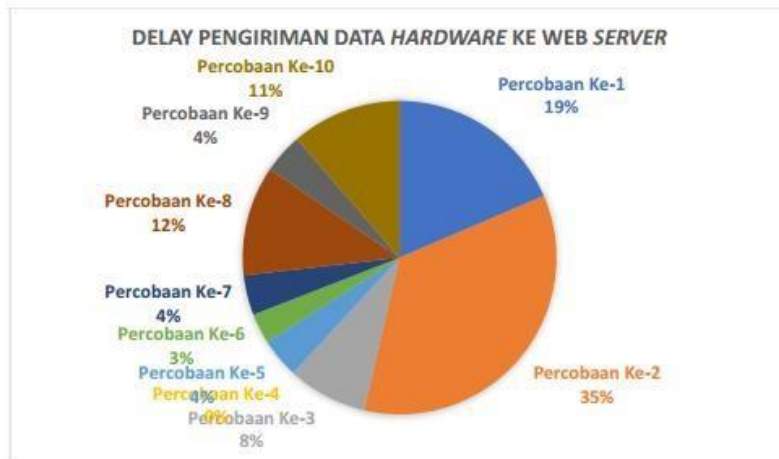
Gambar 11 menunjukkan data pembacaan suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT22 pada serial monitor, *web server* dan aplikasi Android. Terlihat bahwa tidak terdapat *error* antara data sebelum dan sesudah dikirimkan melalui sistem *Internet of Things*.

3.1 Uji Delay Pengiriman Data

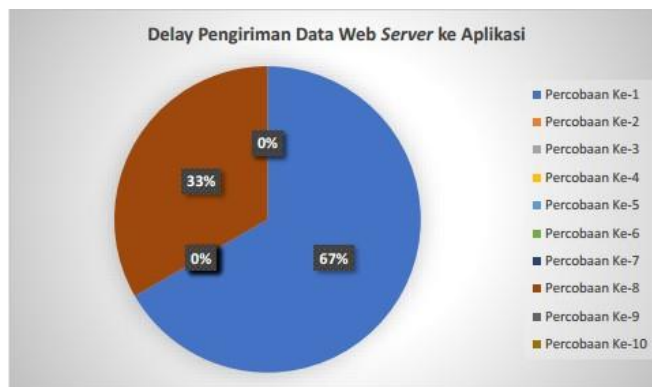
Hasil pengujian *delay* pengiriman data *hardware* ke *web server* dapat diketahui bahwa *delay* proses pengiriman data memiliki nilai rata-rata 3,7 detik. Data nilai rata-rata tersebut diperoleh setelah melakukan pengujian sebanyak 10 kali pengambilan data. Gambar 12 menunjukkan hasil dari pengujian *delay* pengiriman data *hardware* ke *web server*.

Gambar 13 menunjukkan hasil dari pengujian *delay* pengiriman data *web server* ke aplikasi. Besar waktu tunggu proses pengiriman data memiliki nilai rata-rata 5,7 detik. Data nilai rata-rata tersebut diperoleh setelah melakukan pengujian sebanyak 10 kali pengambilan data.

Gambar 14 menunjukkan hasil dari pengujian waktu tunggu pengiriman data *web server* ke Twitter berbasis IoT. Besar waktu tunggu proses pengiriman data memiliki nilai rata-rata 5,6 detik dengan tingkat keberhasilan *warning system* 100%. Data nilai rata-rata tersebut diperoleh setelah melakukan pengujian sebanyak 5 kali pengulangan.



Gambar 12. Grafik *time delay* pengiriman data *hardware* ke *web server* berbasis IoT

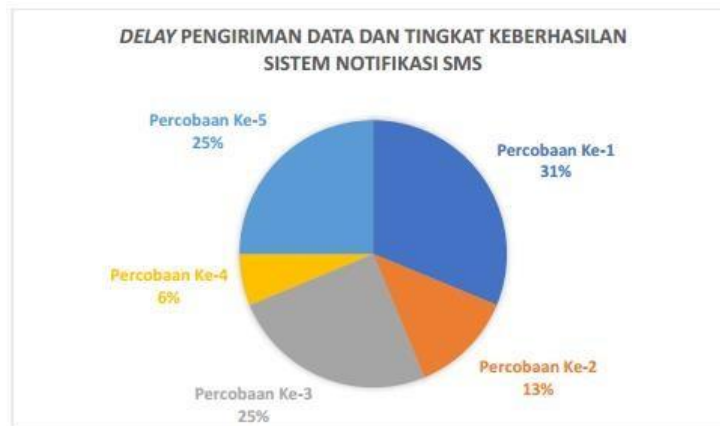


Gambar 13. Grafik *time delay* pengiriman data *web server* ke aplikasi berbasis IoT



Gambar 14. Grafik pengujian *time delay* pengiriman data *web server* ke twitter berbasis IoT

Gambar grafik 15 menunjukkan hasil pengujian *time delay* pengiriman data melalui sms. Waktu tunggu proses pengiriman data memiliki nilai rata-rata 3 detik dengan tingkat keberhasilan system peringatan dini sebesar 100%. Data nilai rata-rata tersebut diperoleh setelah melakukan pengujian sebanyak 5 kali pengulangan.



Gambar 15. Grafik Hasil pengujian *time delay* pengiriman data SMS

Setelah dilakukan pengujian pada sistem IoT yang telah dirancang, diperoleh hasil data pengujian pembacaan sensor dalam persentase *error* sama dengan 0%. Pengujian hasil waktu tunggu proses pengiriman data dan notifikasi berada pada *range* 0 - 30 detik. Maka dari itu sistem IoT dapat bekerja dengan baik, hal tersebut dibuktikan dengan persentase nilai *error* 0% dan *time delay* yang berada pada rentang 0 - 30 detik.

5 Kesimpulan

Pada makalah ini disajikan perancangan prototipe sistem *monitoring* bendungan berbasis *Internet of Things*. Sistem *monitoring* dirancang menggunakan *web server ThingSpeak* dengan media informasi menggunakan web, twitter, dan aplikasi android. Uji performansi sistem menunjukkan tingkat keberhasilan *monitoring* mencapai 100%, sedangkan *delay* pengiriman informasi mencapai 1 - 30 detik.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini (*early warning system*) pada bendungan. Peringatan kondisi bendungan dapat diinformasikan secara efektif, cepat, dan massal.

Penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan adalah penerapan IoT pada berbagai sistem yang lain dan juga implementasi perancangan yang dibuat dengan melakukan penyesuaian jenis sensor dan aktuator yang digunakan.

6 Ucapan Terima kasih

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan dana hibah penelitian melalui skema Penelitian Dosen Pemula.

7 Referensi

- [1] Kurniasih, A. N., "Pengelolaan DAS Citarum Berkelanjutan," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.3, No. 2, p. 82, 2002.
- [2] T., Baba, B. & Hadi Dharmawan, "Analisis Kerentanan Petani Terhadap Bahaya Banjir Di Kabupaten Karawang," *Jurnal Geografi*, p. 1, 2015.
- [3] Karawang, B.P., <https://karawangkab.bps.go.id>, 31 Juli 2017 [Online]. Available : <https://karawangkab.bps.go.id/statictable/2017/07/27/275/jumlah-curah-hujan-dan-hari-hujanmenurut-bulan-di-kabupaten-karawang-2016-revisi-1-.html>
- [4] Antara, "BPBD Karawang Waspada Ancaman Banjir," 2019. [Online]. Available : <https://www.beritasatu.com/nasional/534782/bpbd-karawang-waspada-ancaman-banjir>
- [5] Apriyanto, H., "Rancang Bangun Pintu Air Otomatis Menggunakan Water Level Float Switch Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal SISFOKOM*, Volume 04, Nomor 01, p. 1. 2015
- [6] P. J. T. I., "Data Teknis Bendung Walahar," PERUM Jasa Tirta II, Karawang, 2019.
- [7] Tenggono, A., Wijaya, Y., Kusuma, E. & W., "Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Ketinggian Air Berbasis Web dan SMS Gateway," p. 2, 2015.
- [8] Sulaiman, O. K., & Widarma, A., "Sistem Internet of Things (IoT) Berbasis Cloud Computing," Universitas Islam Sumatera Utara, 9-10, 2017.
- [9] The MathWorks, I., "thingspeak.com/pages/learn_more," Mei 2019 [Online]. Available: <https://thingspeak.com/>

- [10]Arsada, B., "Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno." *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 2017.
- [11]Suharjono, A., Rahayu, L. N., & Afwah, R., "Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM," Kota Semarang. TELE, 13(1). 2016.
- [12]Puspita, D. A., "Rancang Bangun Alat Ukur Temperature Ruangan Dengan Memanfaatkan Sensor DHT22 Berbasis Arduino Uno," p. 6. 2017.
- [13]Setiawan, ST., MM., M.Kom, A., Yanto,. ST., M.Kom, B., & Yasdomi, S.Kom., M.Kom., K. (2018). Logika Fuzzy denganbse Matlab. Denpasar-Bali: Jayapangus Press.