

Application IoT for Monitoring and Automatic Control of Water Levels Using Virtuino

Salahuddin¹, Bakhtiar², Muhammad Nasir^{3*}, Sayed Munazzar⁴, Muhammad Ramzil Akbar⁵

^{1,2,4,5} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

³ Jurusan Tekniknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe

Informasi Artikel

Diterima : 12 Mei 2025
Revisi : 6 Juni 2025
Publikasi : 20 Juni 2025

Kata Kunci:

Virtuino
Ultrasonik
Esp8266
Flow meter
Internet of things

ABSTRAK

Pengendalian dan monitoring tangki air di Gedung Teknologi Informasi dan Komputer (TIK) Politeknik Negeri Lhokseumawe masih mengalami keterbatasan menyangkut hal pengisian dan pengawasan di dalam tangki. Air akan terus menerus terisi pada tangki dan secara tidak langsung akan mengakibatkan pemborosan energi selain itu juga dapat menyebabkan kerusakan pompa jika air pada sumur utama telah habis. Sistem monitoring dan kontrol otomatis pengisian air tangki untuk gedung Teknologi Informasi dan Komputer menggunakan ATmega 328 sebagai mikrokontroler yang akan mengendalikan keseluruhan sistem, Sensor Ultrasonik untuk mengukur ketinggian air, relay sebagai otomasi pompa, sensor flow meter sebagai pendeteksi aliran air ke tangka dan modul esp8266 digunakan untuk mengirim data ke android menggunakan aplikasi virtuino. Monitoring ketinggian air pada pengisian tangki ini diharapkan bisa menjadi salah satu langkah dalam menghemat air dan energi. Berdasarkan pengujian, rata-rata delay respon tampilan virtuino menggunakan WiFi dan simcard. Akan dihitung delay hidup dan mati pompa. Kondisi ini dapat diatasi dengan penerapan *internet of things* (IoT) pada tangki di Gedung Teknologi Informasi dan Komputer. Sistem yang akan dibangun menggunakan tampilan Virtuino.

ABSTRACT

Control and monitoring of water tanks in the Information and Computer Technology (ICT) Building of the Lhokseumawe State Polytechnic still experience limitations regarding filling and supervision in the tank. Water will continue to fill the tank and indirectly will result in energy waste and can also cause damage to the pump if the water in the main well has run out. The automatic monitoring and control system for filling water tanks for the Information and Computer Technology building uses ATmega 328 as a microcontroller that will control the entire system, Ultrasonic Sensors to measure water levels, relays as pump automation, flow meter sensors as detectors of water flow to the tank and the esp8266 module is used to send data to android using the virtuino application. Monitoring the water level when filling this tank is expected to be one step in saving water and energy. Based on testing, the average delay response of the virtuino display using WiFi and simcard. The delay on and off the pump will be calculated. This condition can be overcome by implementing the internet of things (IoT) on the tank in the Information and Computer Technology Building. The system to be built uses the Virtuino display.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



*Penulis Koresponden

Email: muhnasir.tmj@pnl.ac.id

Cara sitasi IEEE:

Salahuddin, Bakhtiar, M. Nasir, S. Munazzar, & M. R. Akbar “Application IoT for Monitoring and Automatic Control of Water Levels Using Virtuino” *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (J-AISE)*, vol. 5, no. 2, pp. 676-685, Juni 2025. doi: 10.30811/jaise.v5i2.6894

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang penting bagi kehidupan. Seiring dengan bertambahnya populasi, permintaan air juga semakin meningkat. Fungsi air dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti mandi, mencuci, memasak, dan lain – lain. Hal tersebut wajar, karena air merupakan kebutuhan utama manusia di dunia. Saat ini setiap gedung, baik perkantoran maupun kampus sudah dilengkapi dengan tandon air untuk menyimpan air yang diproduksi dari sumur bor atau sumur pompa untuk menghemat penggunaan air. Selain itu, penggunaan tandon berfungsi untuk mengecek total penggunaan air tiap bulannya[1]. Hanya saja, sering terjadi kekosongan tandon saat air akan digunakan. Hal ini menghambat kegiatan yang harus segera dilakukan apabila penghuni gedung sedang terburu-buru. Selain itu, kelalaian pengisian air tandon hingga membuat air meluber juga menjadi permasalahan pada gedung yang memiliki lebih dari dua lantai. Jika hal tersebut sering terjadi, maka mengakibatkan pemborosan air yang akan berdampak pada pembengkakan biaya listrik karena pompa akan sering hidup.

Pengontrolan pompa air untuk mengisi tangki air di Gedung TIK Politeknik Negeri Lhokseumawe masih mengalami keterbatasan menyangkut hal pengisian dan pengawasan di dalam tangki. Pada saat ini proses pengisian dan pengawasan tangki masih dilakukan secara manual. Pengisian tangki dengan sistem manual sering menimbulkan pemborosan air jika operator atau *clening service* lalai mematikan pompa. Air akan terus menerus terisi pada tangki dan secara tidak langsung akan mengakibatkan air tumpah dan mengengangi lantai bagian atas sehingga akan mengganggu aktivitas belajar mengajar dan juga pemborosan energy listrik. Pengawasan ketersediaan air pada tangki saat ini masih dilakukan secara manual yang pastinya akan merepotkan baik dalam hal waktu maupun biaya, sehingga harus dibuat sebuah sistem yang bisa mengisi dan memantau volume air dalam tangki secara otomatis. Kondisi ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

Internet of Thing (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. IoT telah berkembang dari konvergensi teknologi nirkabel, IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi *Machine-to-machine* (M2M) di bidang manufaktur, listrik, perminyakan, dan gas. Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau “*smart*” [2][3][4].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol tandon air berbasis IoT yang memanfaatkan perangkat mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor ultrasonik, sensor flowmeter, serta aplikasi Virtuino sebagai antarmuka pengguna. Sistem ini didesain untuk memanfaatkan jaringan WiFi kampus sebagai media komunikasi data, serta menggunakan protokol MQTT yang efisien dalam pengiriman data antarperangkat. Dengan pendekatan ini, proses pemantauan dan pengisian air dalam tandon dapat dilakukan secara otomatis tanpa ketergantungan pada operator manual.

Aplikasi Virtuino dipilih karena kemampuannya dalam menyediakan tampilan antarmuka pengguna yang mudah dipahami dan digunakan. Selain menampilkan data sensor secara real-time, aplikasi ini juga memungkinkan kontrol langsung terhadap pompa air melalui perangkat Android. Penggunaan Virtuino menjadikan sistem ini lebih praktis dan dapat diakses oleh berbagai pihak, termasuk staf teknis dan petugas kebersihan, tanpa memerlukan pelatihan teknis yang rumit.

Implementasi sistem ini juga diharapkan dapat mendukung konsep smart campus melalui pengelolaan infrastruktur kampus yang lebih cerdas dan efisien. Dengan monitoring yang lebih akurat dan kendali otomatis, penggunaan sumber daya air dan energi dapat diminimalkan, sekaligus meningkatkan kenyamanan dan keberlangsungan operasional kampus. Hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi dalam efisiensi pengelolaan air, tetapi juga menjadi referensi untuk pengembangan sistem IoT lainnya dalam lingkungan institusi pendidikan.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi sistem monitoring dan kontrol otomatis tandon air menggunakan aplikasi Virtuino berbasis IoT yang dikombinasikan dengan protokol MQTT, serta optimalisasi jaringan WiFi kampus sebagai media komunikasi data. Tidak seperti penelitian sebelumnya yang hanya menampilkan fungsi pemantauan lokal atau terbatas pada pengendalian sederhana, sistem ini menawarkan kendali penuh jarak jauh dengan pengukuran delay komunikasi antarprovider secara aktual. Penggunaan kombinasi sensor ultrasonik dan flowmeter juga memberikan akurasi yang lebih tinggi terhadap kondisi air, serta mendukung otomatisasi menyeluruh yang mudah diimplementasikan di lingkungan kampus dengan infrastruktur teknologi yang terbatas.



Gambar 1. Sistem Pengontrolan Tando Air
 (a). Gedung TIK PNL dan Tandon Air; (b). Pengontrolan Tandon Secara Manual (c). Pengontrolan Tandon Air Barbasis IoT

a. IoT (*Internet of Things*)

Internet merupakan dunia baru yang penuh pesona saat pertama kali muncul dan pertama kali dikenalkan, internet terus memikat untuk di eksplorasi lebih lanjut, digali dan di kembangkan oleh para ahli teknologi. Seiring dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, bahkan bukan hanya smartphone dan komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet. Namun berbagai macam benda nyata akan terkoneksi dengan internet. Sebagai contoh dapat berupa peralatan elektronik, peralatan yang digunakan manusia, dan termasuk benda nyata apa saja yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. Di dunia bidang “IT”, konsep ini telah dikenal dengan istilah “*Internet of Things*” atau yang disebut dengan singkatan IoT [5][6].

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. *Internet of Things* (IoT) mengacu pada benda yang diidentifikasi secara unik sebagai repersvasi virtual dalam struktur berbasis internet. *Internet of Things* (IoT) sebagai sebuah infrastruktur jaringan global, yang menghubungkan bendabenda fisik dan virtual melalui *eksploitasi* data *capture* dan kemampuan komunikasi dengan sensor dan koneksi sebagai pengembangan layanan. Dalam hal tersebut dapat disimpulkan bahwa IoT mengacu dan memanfaatkan pada suatu benda yang nantinya benda tersebut akan dapat berkomunikasi antara satu dengan yang lain melalui sebuah jaringan internet [7][8][9].



Gambar 2 Internet of Things (IoT) [5]

b. Virtuino

Virtuino adalah aplikasi Android untuk monitoring sensor atau mengontrol melalui wifi local atau internet. Visualisasi proyek Arduino/ NodeMCU/ ESP8266 dengan widget seperti LED, tombol, saklar, tampilan nilai, instrument, regulator, dll. Penggunaan Aplikasi Virtuino ini merupakan Aplikasi GUI yang digunakan. Aplikasi ini mendukung sistem monitoring jarak jauh hanya dengan menggunakan media internet dengan *webservice Thingspeak*, di dalam aplikasi ini dapat membuat suatu interface dan analog-analog yang disajikan oleh aplikasi virtuino.

Informasi yang dikirimkan merupakan data dari Peralatan yang dikontrol dan ditampilkan di Aplikasi Virtuino. Data akuisisi ini mengacu pada metode yang digunakan untuk mengakses dan mengontrol informasi atau data dari peralatan yang dikendalikan dan dipantau. Data tersebut berupa informasi analog dan digital yang dikumpulkan oleh sensor, seperti flowmeter, ammeter, dan juga dapat menjadi data untuk mengontrol peralatan seperti aktuator, relay, valve, dan motor. Tampilan aplikasi Virtuino dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Tampilan Virtuino [7,8]

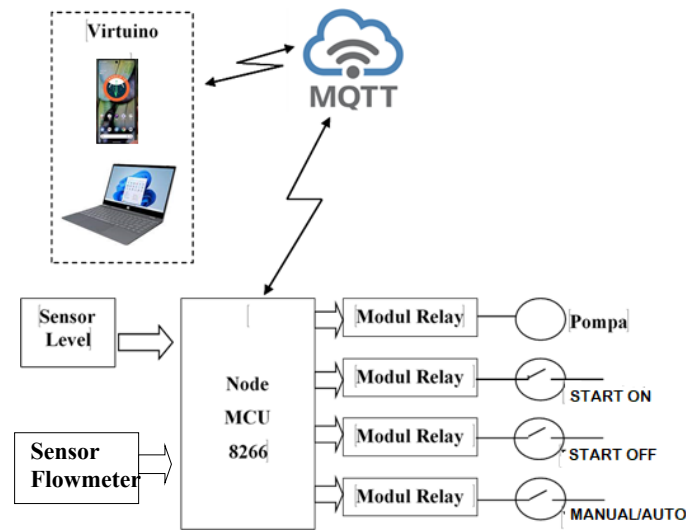
c. MQTT

MQTT adalah standar OASIS untuk konektivitas IoT. Ini adalah protokol pengiriman pesan yang diterbitkan/berlangganan, sangat sederhana dan ringan, dirancang untuk perangkat yang dibatasi dan bandwidth rendah, latensi tinggi, atau jaringan yang tidak dapat diandalkan. Prinsip desainnya adalah untuk meminimalkan bandwidth jaringan dan persyaratan sumber daya perangkat sambil juga berusaha untuk memastikan keandalan dan beberapa tingkat jaminan pengiriman. Prinsip-prinsip ini juga ternyata membuat protokol ideal untuk dunia "*Internet of Things*" dari perangkat yang terhubung, dan untuk aplikasi seluler di mana bandwidth dan daya baterai sangat mahal[7].

MQTT ditemukan oleh Dr Andy Stanford-Clark dari IBM, dan Arlen Nipper dari Arcom (sekarang Eurotech), pada tahun 1999. MQTT telah diterapkan secara luas di berbagai industri sejak tahun 1999. MQTT adalah standar OASIS. Spesifikasi dikelola oleh Komite Teknis MQTT OASIS. MQTT untuk Jaringan Sensor ditujukan untuk perangkat tertanam pada jaringan non-TCP/IP, seperti Zigbee. MQTT-SN adalah protokol pesan terbitkan/langganan untuk jaringan sensor nirkabel (WSN), dengan tujuan memperluas protokol MQTT di luar jangkauan infrastruktur TCP/IP untuk solusi Sensor dan Aktuator [5][8].

2. METODE

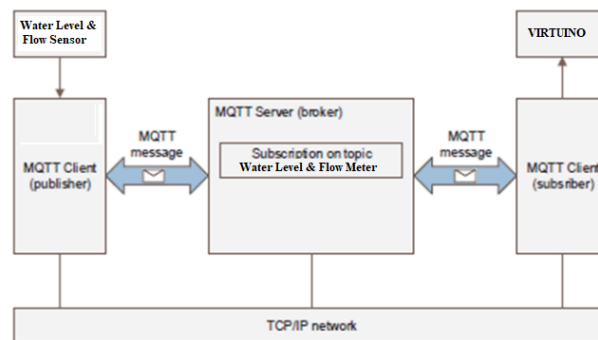
Tahap berikutnya adalah tahap metode penelitian yang dilakukan untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber, melakukan analisis pada data dan mencari nilai yang tepat pada penelitian. Desain alat pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4. Beberapa sensor digunakan untuk melakukan akuisisi data. Sensor-sensor tersebut adalah sensor level air dan Sensor Flowmeter. Sebuah mikrokontroler Node MCU8266 terhubung langsung dengan masing-masing sensor. Mikrokontroler ini bertugas untuk mengolah data sensor dan meneruskan data sensor tersebut ke gateway IoT menggunakan protokol komunikasi MQTT. Selanjutnya data tersebut disimpan pada database Cloud. Diagram blok alat yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok Diagram Sistem

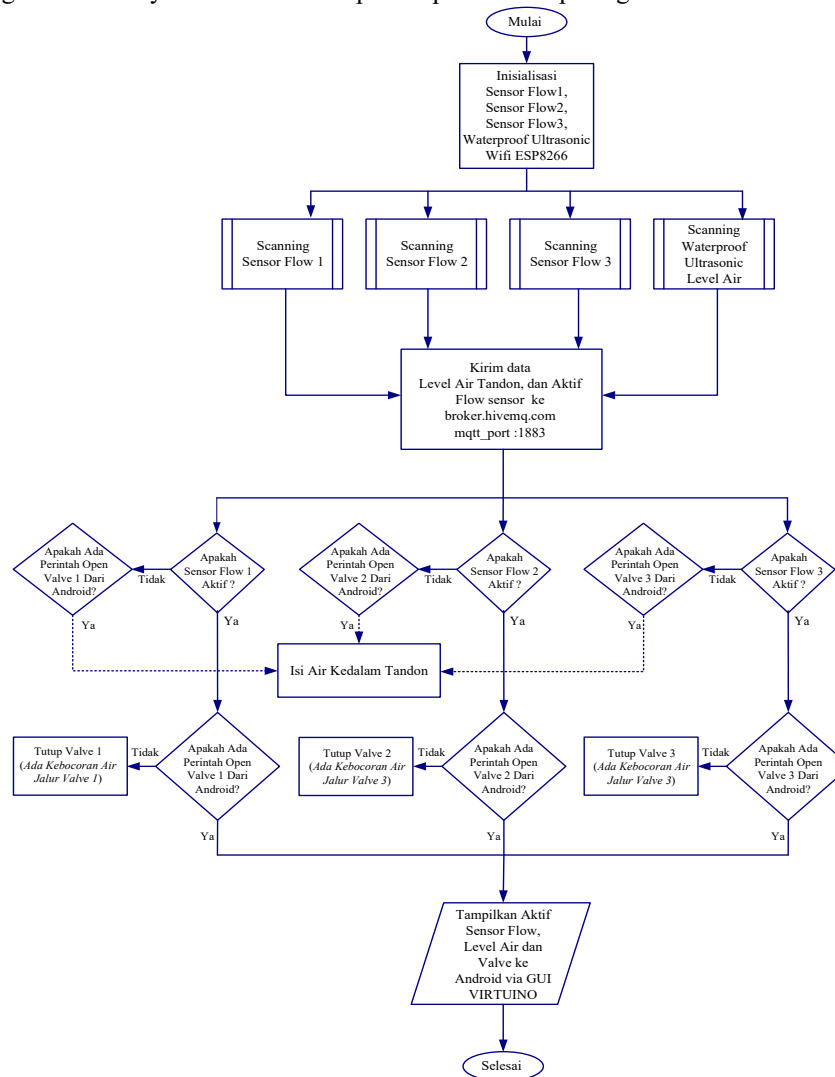
Gambar 4 merupakan gambar dari rancangan Blok Diagram Sistem. Sistem akan bekerja saat Tandon air yang terletak di atas gedung lantai 3 akan otomatis terisi apabila sensor mendeteksi bahwa air di dalam tandon sudah kosong, master akan mengirimkan data sensor ke slave kemudian pompa air akan otomatis hidup. Setelah sensor mendeteksi bahwa tandon air telah terisi penuh maka pompa akan otomatis mati. Proses menghidupkan dan mematikan pompa dapat dilakukan melalui jarak jauh dengan menggunakan aplikasi virtuino. Pada Android akan terlihat kondisi level air bila sudah mencapai 5 cm yang mana mengingatkan bahwa air pada tandon berada pada level paling bawah dan begitu juga sebaliknya alarm akan berbunyi jika level pada tandon sudah mendekati maksimum 150 cm.

Gambar 5 menunjukkan komunikasi protokol MQTT antara mikrokontroller dan raspberry. Mekanisme komunikasi pada protokol MQTT menggunakan protokol TCP/IP. Protokol MQTT memiliki dua komponen utama yaitu MQTT broker dan MQTT client. Keduanya saling berkomunikasi dalam bentuk subscribe dan publish. MQTT broker berfungsi sebagai server yang akan menerima semua informasi dari client serta akan melakukan publish ke client yang mensubscribe jenis topik tertentu [9].



Gambar 5. Protokol Komunikasi MQTT

Perancangan algoritma dari system tandon air seperti diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Sistem Tandon

Gambar 6 menunjukkan diagram alir dari sistem monitoring dan pengendalian tandon air berbasis IoT yang dirancang dalam penelitian ini. Proses dimulai dengan inisialisasi perangkat keras utama, yaitu NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor flow untuk mengukur laju aliran air, sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air dalam tandon, pompa air, serta modul komunikasi ESP8266 untuk konektivitas data ke jaringan internet. Setelah sistem aktif, NodeMCU melakukan pembacaan data dari masing-masing sensor, meliputi tiga sensor flow dan satu sensor ultrasonik level air. Data ini kemudian diproses untuk menentukan kondisi aktual dari tandon air.

Data yang telah diperoleh dikirim melalui protokol MQTT ke aplikasi Virtuino yang berjalan pada perangkat Android. Virtuino berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan data secara real-time. Berdasarkan hasil pengolahan data, sistem akan melakukan serangkaian pengambilan keputusan otomatis. Jika ketinggian air melebihi 75 cm atau mencapai 100 cm, sistem akan mematikan pompa air secara otomatis untuk mencegah tandon meluber. Sebaliknya, jika ketinggian air turun di bawah ambang batas tertentu, seperti 50 cm, 25 cm, atau bahkan 5 cm, maka sistem akan mengaktifkan pompa untuk mengisi kembali air ke dalam tandon. Kondisi ini memungkinkan pengisian air dilakukan secara efisien dan tepat waktu tanpa intervensi manual.

Seluruh status dari proses ini, termasuk status pompa (ON/OFF), volume air, dan aktivitas aliran air, dikirim ke aplikasi Virtuino untuk ditampilkan kepada pengguna. Dengan demikian, pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem secara jarak jauh melalui perangkat seluler. Sistem ini bekerja secara

loop, artinya proses akan terus berulang dan memperbarui data setiap saat untuk memastikan ketersediaan air di dalam tandon tetap dalam batas aman. Dengan mekanisme kontrol yang otomatis dan responsif ini, sistem diharapkan mampu mengurangi pemborosan air, meningkatkan efisiensi energi, dan mempercepat respon terhadap kondisi darurat seperti kehabisan air atau tandon penuh.

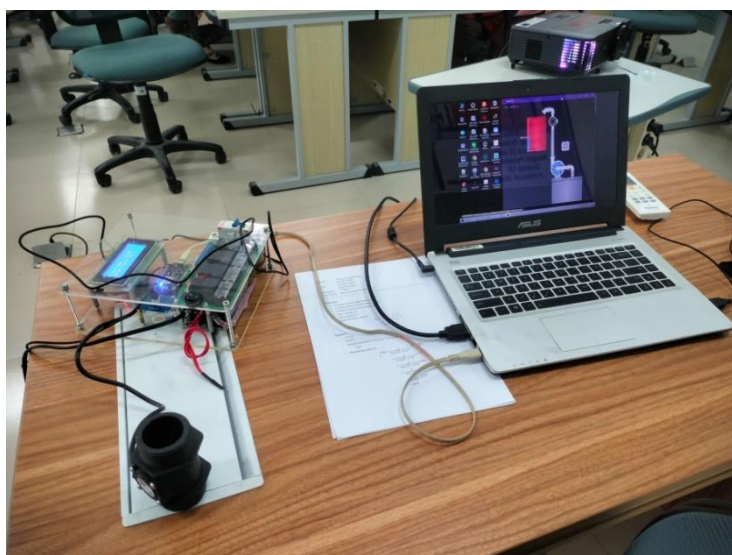
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian berguna untuk mengukur kehandalan dari sistem atau alat yang dibuat mulai dari Hardware sampai Software. Sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan baik. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap, mulai dari pengukuran alat yang dipakai sampai dengan pengujian integrasi.



Gambar 7. Pengujian Flow Sensor dan Ultrasonic Sensor

Dari gambar 7 diperlihatkan proses pengujian untuk sensor flow dan sensor ultrasonik. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor flow akan mendeteksi aliran air saat air mengalir melewati sensor dan mengirimkan data ke virtuino. Sedangkan pengujian sensor ultrasonik bertujuan untuk mendapatkan nilai ambang batas atas dan ambang batas bawah dari tandon air dan hasilnya ditampilkan di virtuino. Untuk pengujian software virtuino dapat dilakukan dengan android atau labtop seperti diperlihatkan pada gambar 8. Pengujian software virtuino bertujuan untuk mengetahui apakah semua sensor dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan dan nilai pembacaan sensor dapat ditampilkan di virtuino. Selai sebagai monitoring, pada aplikasi virtuino juga dapat mengontrol pompa air dari penampung ke tandon.



Gambar 8. Pengujian Software Virtuino

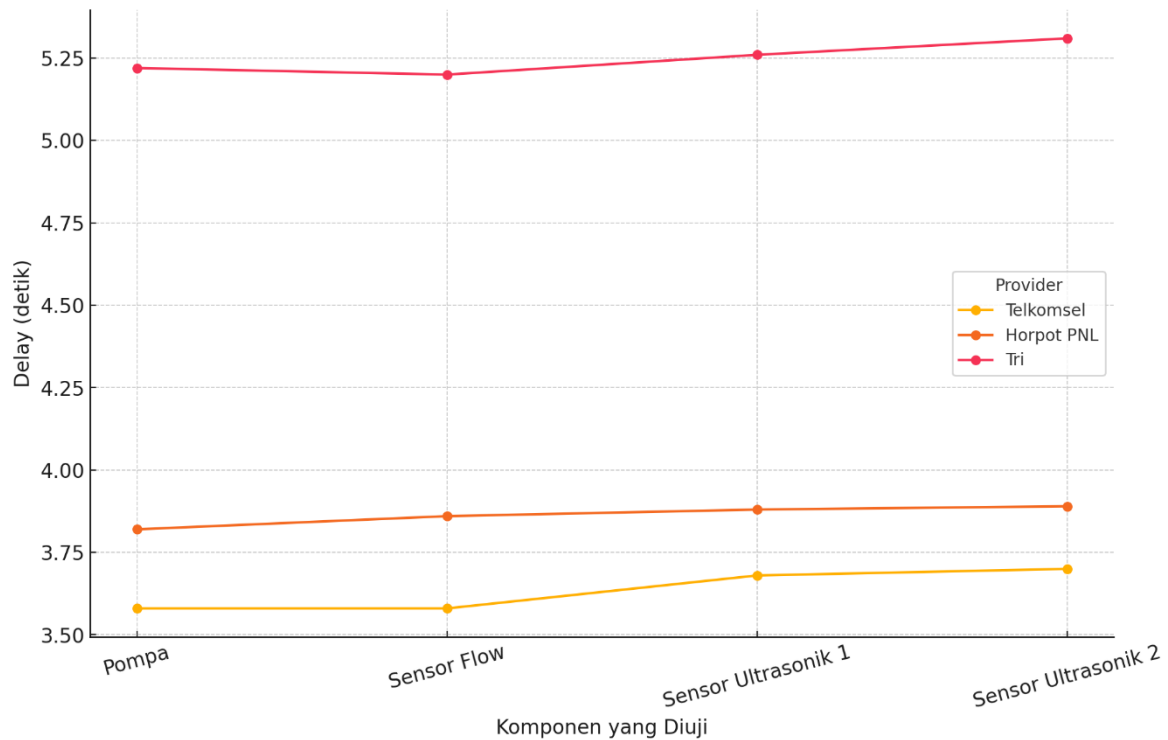
Pembacaan Sensor terhadap Virtuino

Pengujian pembacaan pengiriman data dari sensor ke aplikasi virtuino dilakukan untuk menguji apakah data dapat terkirimkan dan diterima oleh aplikasi virtuino dengan menggunakan provider yang berbeda. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan data yang diterima oleh aplikasi virtuino saat

system dipasang di lapangan dengan memanfaatkan provider yang berbeda. Dari hasil pengujian dapat dilihat pada table 1. Dimana dari hasil pengujian diketahui bahwa waktu delay dari ketiga provider yang digunakan berbeda-beda, sehingga dari hasil pengujian ini dapat dipilih provider yang tepat dan akurat untuk aplikasi di lapangan. Gambar 8 menunjukkan grafik pengujian pembacaan pengiriman data Virtuino.

Tabel 1. Pembacaan pengiriman data Virtuino

No	Provider	Pengujian penekanan tombol di virtuino	Delay (detik)
1	Telkomsel	Pompa	3,58
		Sensor Flow	3,58
		Sensor Ultrasonik 1	3,68
		Sensor Ultrasonik 2	3,70
		Pompa	3,82
2	Horpot PNL	Sensor Flow	3,86
		Sensor Ultrasonik 1	3,88
		Sensor Ultrasonik 2	3,89
		Pompa	5,22
3	Tri	Sensor Flow	5,20
		Sensor Ultrasonik 1	5,26
		Sensor Ultrasonik 2	5,31



Gambar 9. Grafik Pembacaan pengiriman data Virtuino

Berdasarkan gambar 9, Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengukur delay atau waktu tunda dalam pengiriman data dari sensor dan kontrol pompa ke aplikasi Virtuino yang terhubung melalui jaringan internet dari beberapa provider. Tiga jenis provider yang digunakan dalam pengujian ini adalah Telkomsel, Horpot PNL (jaringan lokal kampus), dan Tri. Komponen yang diuji meliputi kendali pompa, sensor flow, dan dua sensor ultrasonik yang dipasang pada sistem tandon air.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa provider Telkomsel menghasilkan waktu delay terendah dibandingkan dua provider lainnya, dengan rata-rata delay sekitar 3,6 detik pada seluruh komponen. Sementara itu, provider Horpot PNL menunjukkan delay sedikit lebih tinggi, yaitu rata-rata sekitar 3,8 detik. Provider Tri menunjukkan delay tertinggi, dengan nilai tertinggi pada sensor ultrasonik kedua sebesar 5,31 detik. Perbedaan waktu tunda

ini disebabkan oleh variasi kualitas jaringan masing-masing provider, terutama dalam hal latensi dan stabilitas koneksi.

Grafik yang ditampilkan menggambarkan tren kenaikan delay secara konsisten pada masing-masing provider ketika sistem mengirimkan data dari sensor ke aplikasi Virtuino. Delay tertinggi secara keseluruhan ditemukan pada penggunaan jaringan Tri, sedangkan Telkomsel memberikan performa paling optimal untuk aplikasi real-time. Temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan provider jaringan memiliki pengaruh signifikan terhadap keandalan dan responsivitas sistem monitoring berbasis IoT, terutama ketika digunakan dalam skenario kendali waktu nyata.

Dengan mempertimbangkan hasil ini, maka untuk implementasi sistem pengendalian dan monitoring tandon air berbasis IoT di lingkungan kampus, disarankan menggunakan jaringan dengan latensi rendah dan stabil seperti Telkomsel. Selain meningkatkan efisiensi komunikasi antara sensor dan aplikasi, hal ini juga berdampak langsung pada efektivitas pengendalian pompa air secara otomatis melalui aplikasi Virtuino.

Untuk pengujian metode MQTT hanya menguji pengukuran throughput. Hasil pengukuran throughput menggunakan software wireshark sebesar 1004 bit/s atau kurang dari 1 Kbps (1 Kbps = 1024 bps). Hal ini menunjukkan pengiriman data antara client MQTT dan server MQTT yang sangat kecil. Mikrokontroler Node MCU8266 yang bertugas untuk melakukan akuisisi data berfungsi sebagai client MQTT. Sedangkan, Cloud Computing yang bertugas untuk menyimpan data sensor ke dalam database Cloud berfungsi sebagai server MQTT. Hasil pengukuran throughput ditunjukkan pada Gambar 10.

Interfaces				
Interface	Dropped packets	Capture filter	Link type	Packet size limit
wlan0	Unknown	none	Ethernet	262144 bytes
Statistics				
Measurement	Captured	Displayed	Marked	
Packets	128	128 (100.0%)	N/A	
Time span, s	61.075	61.075	N/A	
Average pps	2.1	2.1	N/A	
Average packet size, B	59.5	59.5	N/A	
Bytes	7670	7670 (100.0%)	0	
Average bytes/s	125	125	N/A	
Average bits/s	1004	1004	N/A	

Gambar 10. Pengukuran throughput

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem monitoring ketinggian air berbasis Internet of Things (IoT) memberikan peningkatan signifikan dalam hal efisiensi dan akurasi pemantauan dibandingkan metode konvensional. Dengan sistem ini, pengguna dapat memperoleh informasi kondisi air secara real-time dan dari lokasi mana pun selama perangkat terhubung ke internet. Hal ini menjadi solusi praktis untuk mengatasi keterlambatan pemantauan yang selama ini bergantung pada pengecekan manual.

Selain memberikan informasi yang lebih akurat dan responsif, sistem ini juga berkontribusi terhadap efisiensi penggunaan sumber daya manusia. Dengan mengurangi keterlibatan langsung petugas dalam proses pengisian dan pemantauan tandon air, institusi dapat menekan beban kerja operasional dan mengoptimalkan alokasi biaya perawatan fasilitas. Efisiensi ini selaras dengan prinsip pengelolaan fasilitas kampus berbasis teknologi yang adaptif dan berkelanjutan.

Aplikasi Virtuino terbukti sangat mendukung sistem monitoring yang dikembangkan. Virtuino berfungsi tidak hanya sebagai antarmuka visual yang intuitif, tetapi juga sebagai media komunikasi antara sensor dan pengguna melalui perangkat smartphone. Antarmuka yang sederhana namun informatif memungkinkan pengguna dari berbagai latar belakang teknis untuk memahami status sistem dengan mudah dan cepat.

Penerapan protokol MQTT pada sistem ini juga memberikan dampak positif dalam hal efisiensi komunikasi data. MQTT memungkinkan pengiriman data dalam format yang ringan dan cepat, sehingga tidak membebani bandwidth jaringan IoT yang tersedia. Hal ini menjadikan sistem ini ideal untuk lingkungan dengan keterbatasan infrastruktur jaringan namun tetap membutuhkan performa tinggi dalam pengendalian perangkat secara jarak jauh.

REFERENSI

- [1]. D. P. A. R. Hakim et al., "Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID," *Jurnal IPTEK*, vol. 22, no. 2, Dec. 2018, doi: 10.31284/j.ipitek.2018.v22i2.259.
- [2]. S. Salahuddin et al., "Penerapan IoT Pada Smart Parkir," in *Proc. Sem. Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, vol. 6, no. 1, Nov. 2022, ISSN: 2598-3954.

-
- [3]. S. Salahuddin et al., "Penerapan IoT Pada Wastafel," in *Proc. SEMNAS PNL*, vol. 4, no. 1, Nov. 2020, ISSN: 2598-3954.
- [4]. Salahuddin et al., "Penerapan IoT Pada Pengontrolan Tandon Air Via GUI Scada," in *Proc. SEMNAS PNL*, vol. 7, no. 1, Nov. 2023, ISSN: 2598-3954.
- [5]. J. Khairina and M. Nasir, "Sistem Monitoring Pembersihan Kotoran dan Pengaturan Suhu Kandang Kelinci Berbasis Raspberry Pi," *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering*, vol. 1, no. 1, Sep. 2021, pp. –, P-ISSN: 2797-054X, E-ISSN: 2777-001X.
- [6]. M. Nasir et al., "A Concept of V2G Battery Charging Station as the Implementation of IoT and Cyber Physical Network System," *Int. J. of Electronics and Telecommunications (IJET)*, vol. 69, no. 2, 2023, doi: 10.24425/ijet.2023.144360.
- [7]. S. Salahuddin et al., "Application of IoT in Controlling Water Reservoirs," *Int. J. of Mechanical Materials and Industrial Engineering*, vol. 3, no. 1, Jan. 2024, ISSN: 2964-8564.
- [8]. M. Nasir, Salahuddin et al., "Penerapan IoT Pada Sistem Pengontrolan Lampu dan AC Berbasis Raspberry Pi," in *Proc. SEMNAS PNL*, vol. 5, no. 1, 2021, ISSN: 2598-3954.
- [9]. M. Nasir et al., *Internet of Things: Aplikasi dan Penerapan Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: *Andi Offset*, 2023, ISBN: 978-623-01-3767-9.
- [10]. U. Ulumuddin et al., "Prototipe Sistem Monitoring Air Pada Tangki Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Sensor Ultrasonik," in *SENTER*, Dec. 15–16, 2017, pp. 100–105, ISBN: 978-602-512-810-3.
- [11]. P. S. F. Yudha and R. A. Sani, "Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino," *EINSTEIN (e-Journal)*, vol. 5, no. 3, pp. –.
- [12]. Y. Sun, W. Zhang, and Y. Wang, "Industrial IoT: Trends and Challenges in Smart Manufacturing," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 19, no. 3, pp. 1235–1248, 2023.
- [13]. I. Lee and K. Lee, "The Internet of Things (IoT): Applications, Investments, and Challenges for Enterprises," *Business Horizons*, vol. 63, no. 1, pp. 5–16, 2020.
- [14]. A. Bahga and V. Madiseti, *Internet of Things: A Hands-On Approach*. *Universities Press*, 2015.
- [15]. R. A. Nugroho and A. Azhari, "Pengembangan Media Pembelajaran IoT Berbasis ESP32 untuk Praktikum Mahasiswa Teknik," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 18, no. 2, pp. 103–111, 2023, doi: 10.21831/jptk.v18i2.39123.
- [16]. J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013, doi: 10.1016/j.future.2013.01.010.