

Perancangan *Virtual Simulator* Sistem Pengendalian Level Berbasis Web Server untuk Praktikum Teknik Otomasi

¹I Putu Eka Widya Pratama*), ¹Totok Soehartanto & ¹Ahmad Lazuardi Iman

¹Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Noverber

*) eka.widya@its.ac.id

Abstrak

Kegiatan praktikum memiliki peran penting dalam pendidikan teknik, terlebih untuk pendidikan vokasi yang memiliki sistem pengajaran dengan rasio 60% praktek dan 40% teori. Pandemi COVID-19 saat ini, terdapat himbauan untuk menjaga jarak (*Physical Distancing*) serta mengakibatkan mahasiswa tidak dapat melakukan pengajaran dan praktikum secara langsung. *Virtual Live Streaming Simulator* memungkinkan praktikan untuk mengakses dan berinteraksi dengan alat praktikum melalui layanan *live streaming*. Pada penelitian ini *plant* yang digunakan adalah *plant* pengendalian level air dengan dua buah pompa. *Virtual Live Streaming Simulator* terdapat webcam yang akan terhubung kepada website menggunakan *live streaming service*. *Web server* digunakan untuk menghubungkan praktikan dengan alat pengendalian level secara virtual, sehingga praktikan dapat mengubah nilai *setpoint*, serta dapat memonitoring variabel proses melalui website. Tahap rancang bangun sistem ini dibagi dua yaitu rancang bangun sistem *interface* dan sistem *live streaming* pada web. Tahap karakterisasi digunakan untuk mengetahui performansi alat dan tahap pengujian *Virtual Live Streaming Simulator* ini terletak pada akses *live streaming* dan interaksi praktikan dengan *plant* pengendalian level air. Data yang akan diambil adalah data latensi dari sistem tersebut.

Kata Kunci: Virtual, Simulator, Level Control, Web Server, Internet

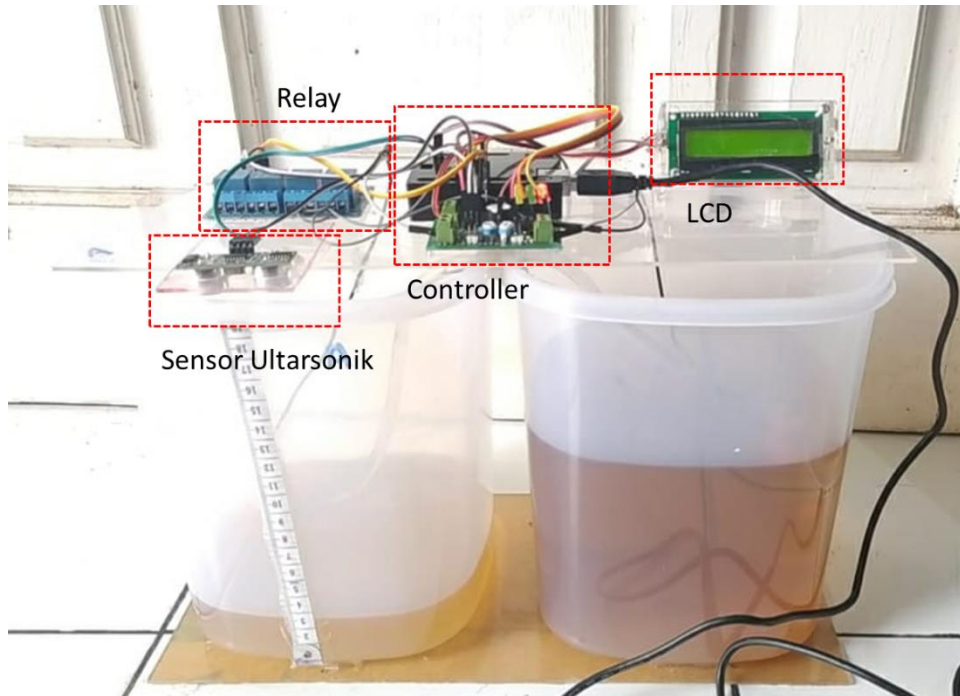
1 Pendahuluan

Kegiatan praktikum pada laboratorium merupakan kegiatan yang penting bagi siswa perguruan tinggi teknik, dikarenakan kegiatan tersebut memberikan pengalaman langsung kepada siswa untuk menggunakan alat yang serupa dengan alat yang ada pada industri [1]. Pendidikan tinggi vokasi yang memiliki sistem pengajaran dengan rasio 60% praktek dan 40% teori [2], [3], menuntut siswa vokasi untuk meningkatkan keahliannya dengan praktikum. Kenyataannya, di beberapa institusi Pendidikan tinggi di negara berkembang, dalam melaksanakan praktikum terdapat banyak kendala yaitu kendala dalam biaya atau keuangan untuk mengembangkan alat untuk praktikum, serta kesulitan dalam melakukan pemeliharaan peralatan laboratorium dan kurangnya guru yang terlatih [4]. Selain itu pada pandemi COVID-19 saat ini terdapat himbauan untuk menjaga jarak (*Physical Distancing*) yang juga mengakibatkan siswa/mahasiswa tidak dapat melakukan pengajaran serta praktikum secara langsung. Solusi dalam pelaksanaan praktikum adalah dibutuhkan kegiatan praktikum jarak jauh yang memungkinkan pengguna untuk mengakses data ilmiah secara nyata serta mengendalikan alat (*plant*) dari lokasi yang jauh [5]. Dalam konteks tersebut, *virtual simulator* merupakan suatu alat yang menyediakan akses berbasis internet untuk melakukan suatu kegiatan praktikum dalam segi pengoperasian maupun pengambilan data dalam waktu nyata (*real-time*) [6]. Studi juga telah melaporkan penggunaan pengajaran berbasis internet dalam jangka untuk pendidikan telah membantu skenario pengajaran kolaboratif mengurangi beberapa masalah yang dihadapi dalam lingkungan kelas tradisional [7]. *Virtual live streaming simulator* memungkinkan user untuk mengakses dan berinteraksi dengan alat praktikum menggunakan internet melalui situs web dan melihat secara langsung alat tersebut melalui layanan *live streaming*. *Plant* yang digunakan adalah *plant* yang telah dirancang sebelumnya melalui penelitian [8], namun penelitian tersebut hanya berbasis PC dan belum dapat dimonitoring jarak jauh secara *real time*. *Plant* ini menggunakan *web server* untuk menghubungkan user dengan komputer dengan alat pengendalian level yang memiliki dua buah sistem pompa, sehingga user dapat mengubah nilai *setpoint* dan dapat memonitoring variabel proses dari *website* [9]. *Plant* ini juga dilengkapi *webcam* yang akan terhubung kepada *website* menggunakan *live streaming service*, agar pengguna dapat melihat secara langsung detail proses pengendalian level secara *real-time*. Oleh karena itu, alat *virtual live streaming simulator* ini diharapkan dapat berkontribusi untuk menunjang pembelajaran secara daring (*E-learning*) dari Mata Kuliah Teknik Otomasi pada Departemen Teknik Instrumentasi ITS.

2 Metode

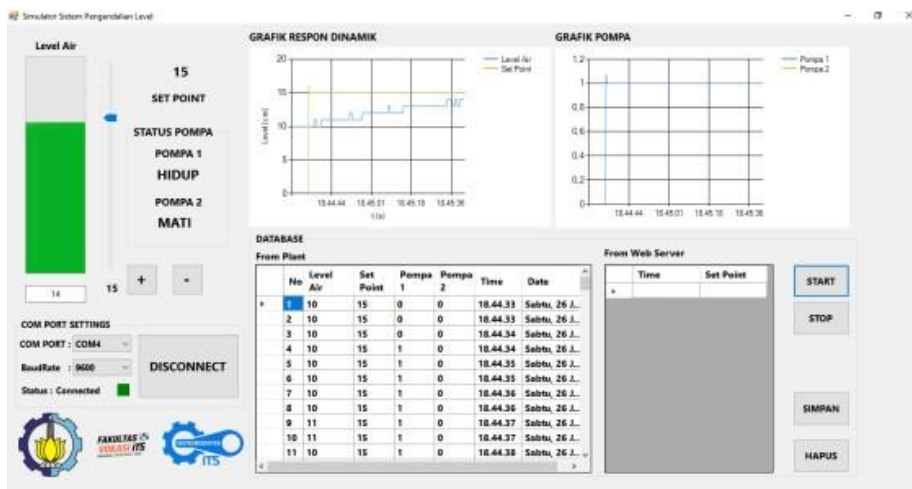
2.1 Kajian *Plant* Pengendalian Level Berbasis PC

Plant yang digunakan adalah *Plant* pengendalian level seperti pada Gambar 1. Cara kerja *plant* ini adalah mengontrol ketinggian air yang berada di dalam tangki dengan memanfaatkan sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi ketinggian air dalam tangki dan kontroler berupa *Mini PC* serta aktuator berupa relay yang akan terhubung dengan pompa sehingga dapat memanipulasi laju aliran yang masuk dan keluar pada *plant*. [8].



Gambar 1. *Plant* Pengendalian level berbasis komputer [8]

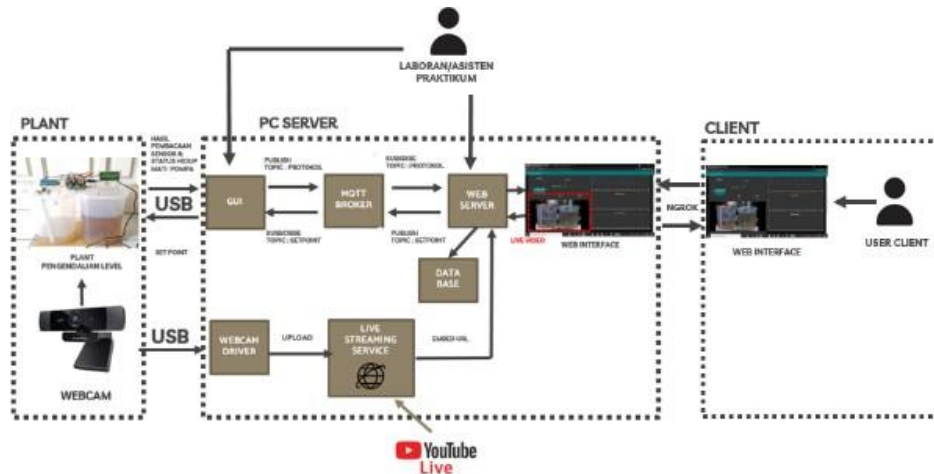
Pada *PC Server* sudah terdapat GUI yang dapat mengakses *Serial COM* dari Arduino sehingga data dari kontroler tersebut dapat dilihat, dan juga GUI tersebut juga bisa mengirimkan data ke kontroler berupa setpoint melalui *Serial COM*. Berikut ini adalah format protokol yang dikirimkan oleh Arduino ke *PC Server* melalui *Serial COM* yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



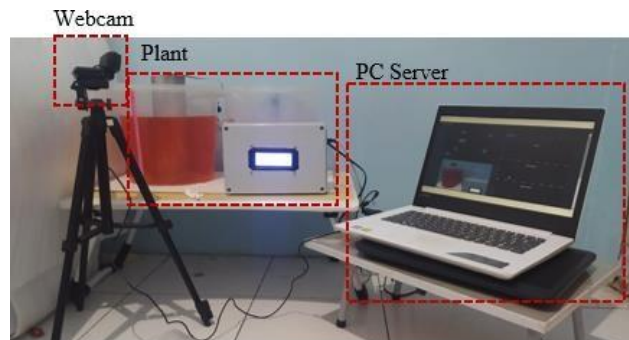
Gambar 2. GUI *plant* pengendalian level berbasis komputer [7]

2.2 Perancangan Virtual Simulator

Terdapat 3 komponen utama yaitu *Plant*, *PC Server*, dan *Client/praktikan*. *Plant* merupakan alat simulator pengendalian level air yang ada di laboratorium. Lalu *PC Server* merupakan PC yang terletak di dalam Laboratorium yang dikendalikan oleh Laboran/Asisten Praktikum sehingga dapat mengakses GUI atau *Local Web Interface* dari Virtual Simulator [10]. Pada *PC server* tersebut terdapat GUI, *web server*, *webcam driver* dan *database*. Lalu terdapat *Live Streaming Services* yang merupakan server dimana akan dikirimkannya siaran *live streaming* sehingga dapat diakses secara *online*. Sementara itu *Client/Praktikan* dapat mengakses Web Interface dari *localhost PC Server* secara *online* menggunakan *Localhost Tunnel Ngrok*. Untuk skema perancangan virtual simulator dan rancangan perangkat kerasnya disajikan pada Gambar 3 dan 4.



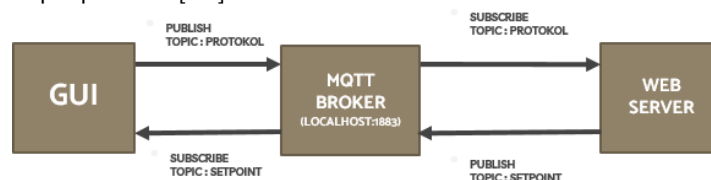
Gambar 3. Skema perancangan virtual simulator



Gambar 4. Perangkat keras virtual simulator

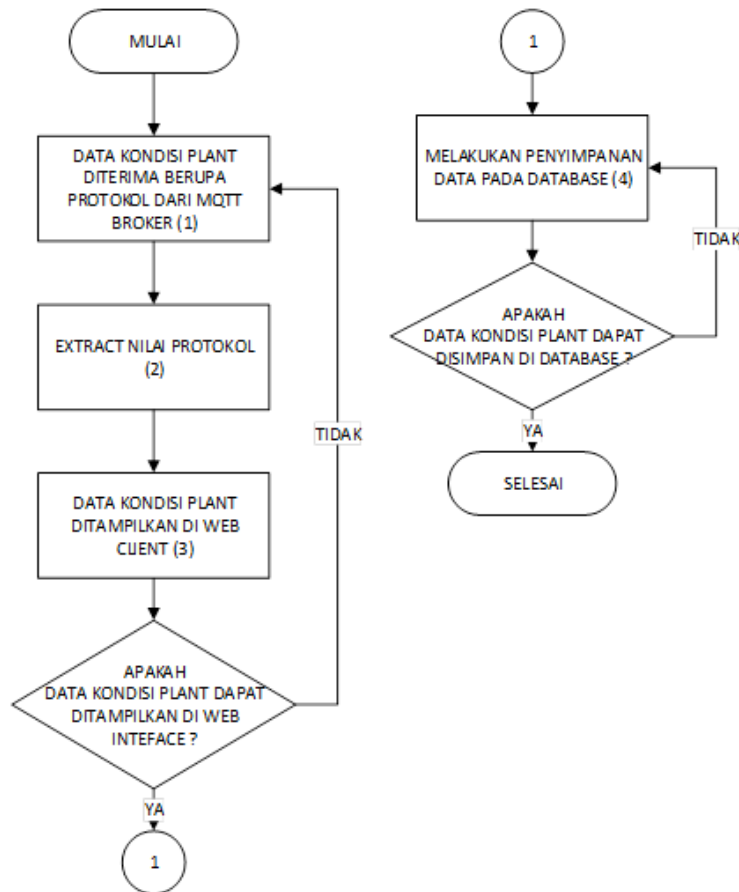
2.2.1 Perancangan komunikasi data antara GUI dan web server

Terdapat sistem komunikasi yang menghubungkan antara GUI dengan *web server* yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Sistem komunikasinya menggunakan MQTT [11]. GUI akan *subscribe* data dengan topik *setpoint*, lalu data tersebut akan di transmisikan ke Arduino serta akan mempublikasikan data dengan topik protokol yang telah dikirimkan dari Arduino. Sedangkan di sisi Node-RED sebaliknya, Node-RED akan *subscribe* data dengan topik *protocol* [12].



Gambar 5. Komunikasi GUI dan web server

Untuk *broker* MQTT pada *PC Server* menggunakan *Mosquitto* yang berjalan pada `http://localhost:1883`, dan mempunyai 2 topik yaitu *setpoint* dan *protocol* [13]. Diagram alur dari proses penampilan data dengan menggunakan MQTT broker pada Gambar 6 ini dimulai proses data yang diterima berupa protokol dari MQTT broker hingga proses penyimpanan data pada database yang telah disiapkan.



Gambar 6. Diagram alur fungsi penampilan data kondisi plant dari MQTT Broker

2.2.2 Perancangan web server

Pada web server yang di rancang, terdapat 3 fungsi utama yaitu mengolah data dari GUI ke web server, mengolah data dari client dan dikirimkan ke GUI dan yang ketiga adalah fungsi untuk menampilkan live streaming pada web Interface. Berikut ini adalah penjelasan alur data dari GUI ke Web Server.

- Data pada topic Protokol di MQTT Broker berupa protokol dengan format seperti Gambar 5 di subscribe oleh web server.
- Data dari MQTT Broker tersebut dilakukan pengekstrakan nilai melalui fungsi 'extract value'. Cara kerja fungsi tersebut adalah memisahkan data menggunakan fitur 'split' pada tiap pembatas data yaitu tanda '#'.
- Dari data yang diekstrak pada fungsi extract value akan di tampilkan pada web Interface menggunakan beberapa media yaitu indikator, label dan grafik. Untuk variabel pembacaan sensor akan ditampilkan menggunakan indikator dan grafik. Berikut ini adalah tampilan indicator dan grafik yang ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Indikator dan grafik untuk pembacaan sensor

- Terdapat juga data yang akan dimasukkan ke database, data tersebut berformat Array, yang mana didalamnya terkandung Tanggal, Waktu data dikirim, waktu data diterima oleh web server, level air, setpoint, dan status pompa 1 dan 2.

Ketika *client* mengakses url dari *virtual simulator*, maka akan dihadapkan dengan tampilan *login page* dimana *client* dapat melakukan *login* dengan memasukkan *username* dan *password* yang telah didapat. Setelah melakukan *login*, maka *client* akan diarahkan kedalam *web interface* sesuai dengan tipe akun *client* yaitu sebagai *administrator*, *operator* maupun sebagai *user*. Kewenangan dari tiap-tiap akun adalah sebagai berikut: untuk tipe akun *administrator* adalah tipe akun dengan kewenangan paling banyak, admin dapat menakses fitur *monitoring* yang bisa melakukan *monitoring* terhadap *plant* pengendalian level, fitur *controlling* yang bisa mengirimkan *setpoint* pada *plant* pengendalian level dan fitur *user management* yang dapat melihat jumlah akun yang telah terdaftar pada *virtual simulator* dan dapat melakukan penambahan, pengurangan, dan penyuntingan akun. Untuk tipe akun *operator* merupakan tipe akun dengan kewenangan dapat melakukan kontrol dan *monitoring* dari *plant* pengendalian level. Akan tetapi tidak dapat mengakses fitur *user management*. Terakhir adalah tipe akun *user* adalah tipe akun dengan kewenangan hanya dapat melakukan *monitoring* dari *plant* pengendalian level.

2.2.3 Perancangan database menggunakan MongoDB

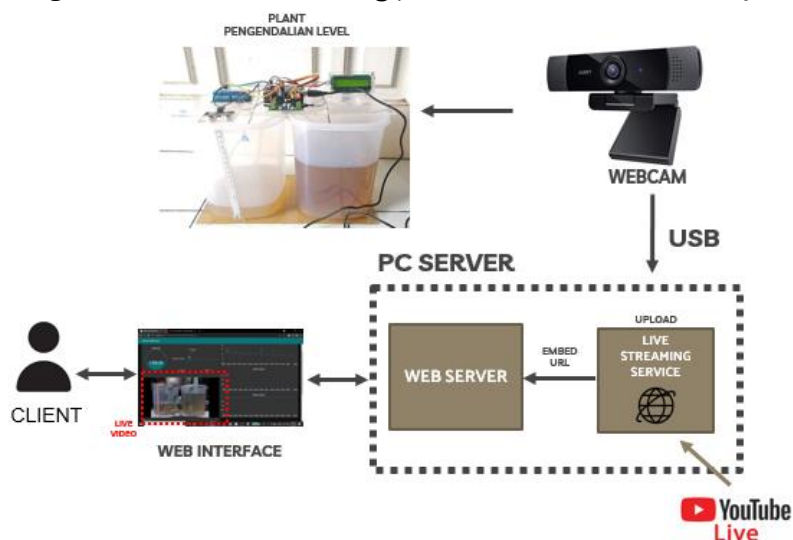
Pada *web server* ini terdapat local database yang menggunakan *MongoDB*. Cara kerja dari *database* ini adalah merekam segala data yang masuk dan keluar pada *web server* [14]. Untuk menghidupkan *database* ini dengan cara menjalankan program GUI yaitu *MongoDB Compass*. *Database* ini berjalan pada <http://localhost:27017>. Didalam *database* terdapat 3 jenis data koleksi yaitu DATA MASUK, DATA KELUAR dan USER MANAGEMENT. DATA MASUK merupakan kumpulan data yang masuk ke *Web Server*, dimana data tersebut berupa data ketinggian level pada tangki, *setpoint* pada kontroler, status pompa 1 dan pompa 2 serta waktu diterimanya data tersebut. DATA KELUAR merupakan kumpulan data yang dikeluarkan oleh *web server* dan di transmisikan ke *plant*, data tersebut terdiri dari *setpoint* yang dimasukkan oleh praktikan dan waktu di kirimkan. Adapun untuk USER MANAGEMENT yang merupakan kumpulan akun-akun yang dapat mengakses *virtual simulator*. Setiap akun akan tercatat pada *database* ini yang mana didalamnya terdapat *username*, *password* serta *permit* yang digunakan untuk menandai di layer apakah akun tersebut dapat mengaksesnya.

2.2.4 Melakukan pembukaan localhost tunnel Ngrok

Agar *localhost* dapat diakses melalui jaringan internet maka salah satu caranya adalah menggunakan Localhost Tunnel Ngrok. Dan caranya adalah dengan membuka program yang telah diunduh dari website resmi ngrok. lalu mengetikkan Ngrok http -region ap 1880 pada program tersebut. Kode tersebut berarti melakukan pembukaan tunnel http dengan region Asia Pasifik pada port 1880.

2.3 Perancangan sistem Live-Streaming pada Virtual Simulator

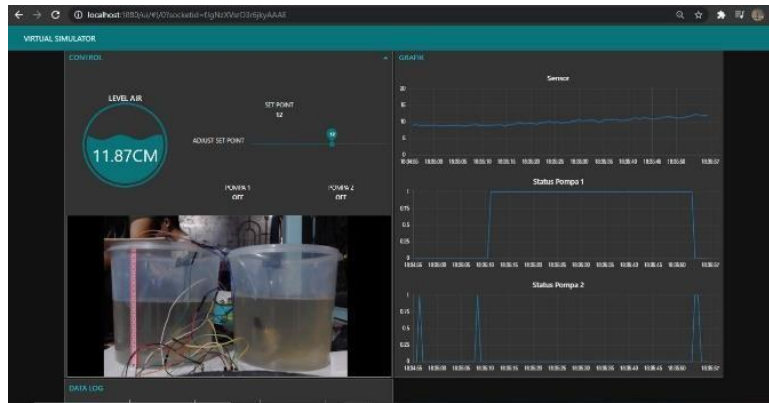
Adapun Skema perancangan untuk fitur *Live-Streaming* pada *Virtual Simulator* ini ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 8. Skema perancangan untuk fitur *Live-Streaming* pada *Virtual Simulator*

Webcam Logitech C922 PRO akan merekam keseluruhan *plant* secara *real-time* lalu hasil rekaman tersebut akan dikirimkan ke *live-streaming service* yaitu *youtube live*, berikut ini adalah tampilan ketika melakukan

siaran langsung pada *youtube live* [15]. Berikut adalah tampilan web setelah diberikan fitur *live streaming* yang ditunjukkan oleh Gambar 9.

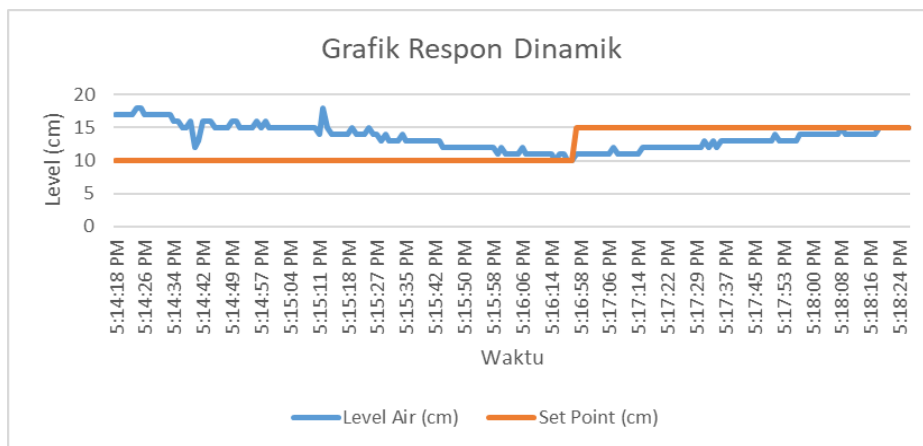


Gambar 9. Tampilan *Virtual Simulator* ketika setelah diberikan fitur *live streaming*

3 Hasil & Diskusi

3.1 Perancangan Sistem Kontrol Berbasis Web Server

Langkah pengujian sistem kontrol level air berbasis *web server* yaitu dengan cara memberikan *setpoint* ke *plant* melalui tampilan dari *client/praktikan* dengan melihat respon dari aktuator ketika level air berada di atas dan dibawah *setpoint*. Adapun hasil pengujian sistem kontrol berbasis *web server*, ditunjukkan oleh Gambar 10 dibawah ini. Skenario yang diambil adalah saat praktikan memasukan nilai *setpoint* melalui *web server*. Informasi akan diteruskan ke komputer server untuk memerintahkan *plant* yang berada di laboratorium menghidupkan pompa dengan ketentuan sebagai berikut :



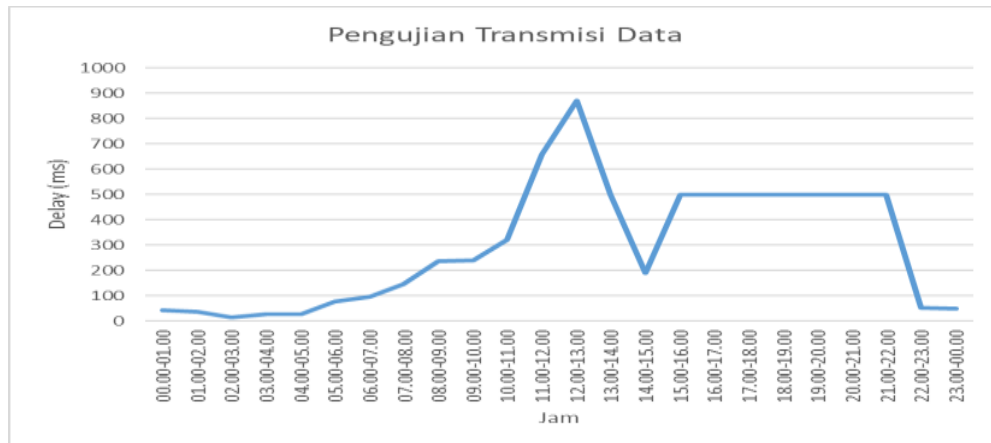
Gambar 10. Grafik respon dinamik pengujian sistem kontrol level air berbasis *web server*

Pompa 1 akan hidup dan pompa 2 akan mati ketika pembacaan level pada tangki kontrol berada di atas *setpoint* sehingga air pada tangki kontrol akan disedot oleh pompa 1 dan dialirkan ke tangki penampung yang mengakibatkan penurunan level pada tangki kontrol. Sedangkan pompa 1 akan mati dan pompa 2 akan hidup ketika pembacaan level pada tangki kontrol berada di dibawah *setpoint* sehingga air pada tangki penampung akan disedot oleh pompa 2 dan dialirkan ke tangki kontrol yang mengakibatkan penambahan level pada tangki kontrol. Sedangkan ketika *setpoint* sama pembacaan level pada tangki kontrol akan mengakibatkan kedua pompa tersebut mati.

3.2 Pengujian Transmisi Data

Pada Pengujian ini transmisi yang di uji yaitu transmisi data dari GUI ke *web server* yang mana berisi data-data variabel dari *plant* yaitu ketinggian level air pada *plant*, *setpoint* yang tersimpan pada kontroler dari *plant*, dan status hidup mati pompa 1 dan 2. Uji transmisi data dilakukan selama 24 jam sehingga dapat dilihat

perbedaan delay tiap tiap jam. Berikut adalah grafik hasil uji transmisi data yang ditunjukkan oleh Gambar 11.

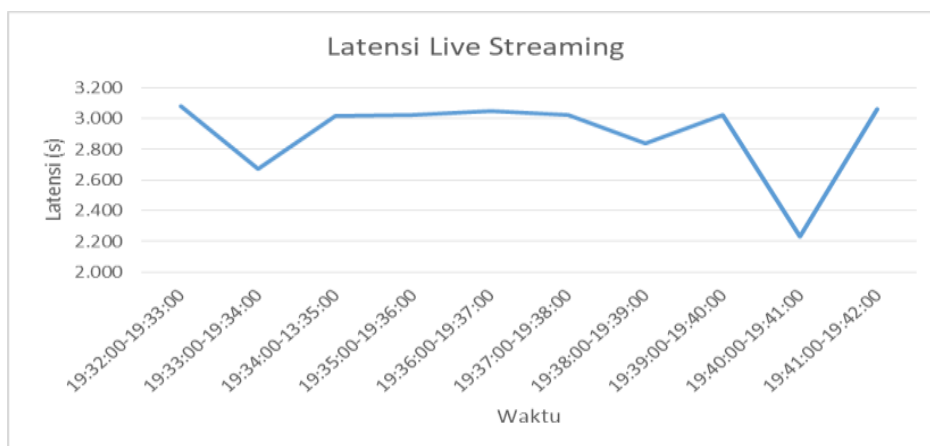


Gambar 11. Grafik hasil pengujian transmisi data

Dari hasil pengujian transmisi data dapat dilihat bahwasannya terdapat fluktuasi latensi pada transmisi data, rata-rata latensi pada pengujian ini adalah 295.10 ms dan terdapat latensi terbesar pada jam 12.00-13.00 yaitu 872 ms dikarenakan pada jam tersebut jaringan yang digunakan sedang mengalami *high traffic* atau jam dimana banyak orang yang menggunakan jaringan tersebut secara bersamaan dan terlihat juga latensi terendah pada jam 02.00 – 03.00 yaitu 14 ms yang mana jaringan yang digunakan mengalami *low traffic* atau jam dimana sedikit orang yang menggunakan jaringan tersebut secara bersamaan. Upaya terbaik dalam mengatasi masalah latensi yang besar dengan melakukan praktikum secara bergantian, sehingga menghindari terjadinya penggunaan jaringan secara bersamaan.

3.3 Pengujian Performa Fitur *Live Streaming*

Pada *live streaming* terdapat latensi atau waktu dimana frame gambar dari PC server yang meng-*capture* plant menggunakan webcam dikirimkan ke server youtube dan lalu dikirimkan lagi ke *client*. Adapun hasil dari pengujian latensi dari fitur *live streaming* yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 12.

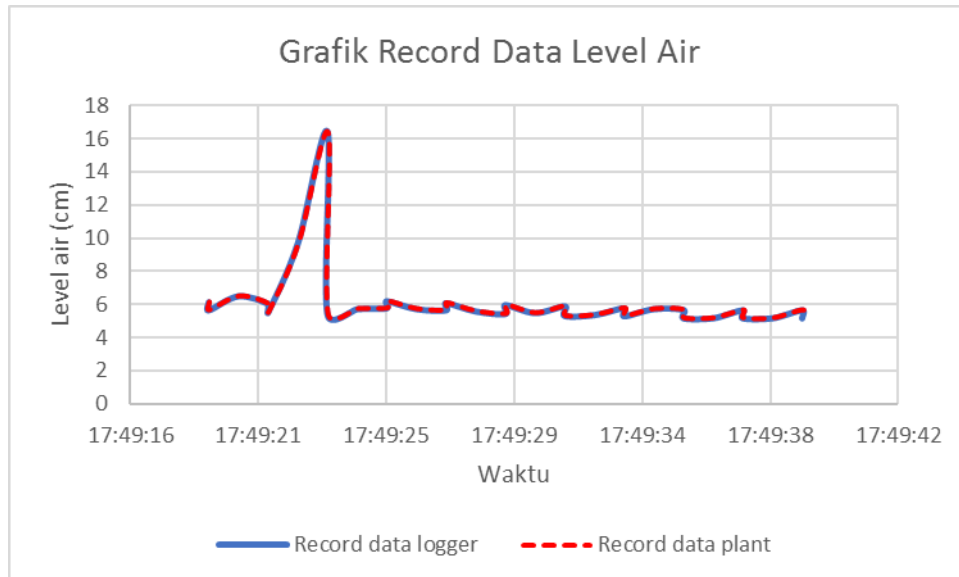


Gambar 12. Grafik hasil pengujian performa live streaming

Grafik diatas dapat diinterpretasikan bahwa terdapat latensi pada fitur *live streaming* pada tugas akhir ini dengan rata-rata sebesar 2.90 sekon dan latensi tertinggi yaitu 3.07 sekon dan terendah adalah 2.23 sekon. Latensi tersebut bisa terjadi dikarenakan padatnya *traffic* jaringan sehingga mengakibatkan lambatnya pengiriman data dari pengunggah (PC Server yang terletak di Laboratorium) ke server YouTube dan juga latensi tersebut bisa terjadi dari sisi client/praktikan (PC Client yang ada di Rumah), dikarenakan padatnya *traffic* jaringan sehingga mengakibatkan lambatnya penerimaan data dari server YouTube.

3.4 Uji Performa Sistem Kontrol Berbasis Web

Performa dari sistem kontrol berbasis web yang telah dibuat dilakukan pengujian dengan cara membandingkan hasil perekaman level air pada data *logger* pada *web server* dengan data pada *plant* secara langsung. Hasil yang diperoleh adalah tinggi level air dari kedua pembacaan data bernilai sama, yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik perbandingan data level air pada web server dengan data pada *plant* secara langsung

Garis tebal berwarna biru pada Gambar 13, menunjukkan data yang terbaca pada *web server* sedangkan garis berwarna merah putus – putus adalah pembacaan data level air yang tertera pada *plant*. Kedua garis tersebut berimpit karena kedua data menunjukkan nilai level ketinggian air yang sama. Dengan demikian data yang tampil pada *web server* adalah data pada keadaan yang sebenarnya (*real time*)

4 Kesimpulan

Telah dibuat *web server* menggunakan *plant* sistem kontrol level air yang telah ada untuk praktikum teknik otomasi. Praktikan dapat melakukan praktikum kontrol level air pada *plant* menggunakan *web server* yang telah dibuat dari jarak jauh. Pada pengujiannya, ditemukan bahwa sistem *virtual simulator* merupakan sistem *real time* dengan rata-rata latensi antara data hasil pengukuran level yang masuk di komputer server dan data hasil pengukuran level yang masuk ke praktikan adalah 295 ms. Terdapat fitur *live streaming* menggunakan *youtube live*, sehingga praktikan dapat melihat *plant* dalam melakukan pengendaliannya. Adapun hasil pengujian sistem *live streaming* ini terdapat rata-rata latensi yang cukup besar yaitu sebesar 2.90 detik. *Virtual simulator* pengendalian level air ini harapannya mampu untuk membantu pelaksanaan praktikum bagi mahasiswa Teknik terutama untuk mata kuliah Teknik otomasi.

5 Referensi

- [1] N. Kapilan and P. Vidhya, 'Role of Virtual Laboratories in Teaching Learning Processes of India', in *IT and the Development of Digital Skills and Competences in Education*, IGI Global, 2021, pp. 235–252.
- [2] N. A. Pambudi and B. Harjanto, 'Vocational education in Indonesia: History, development, opportunities, and challenges', *Child. Youth Serv. Rev.*, vol. 115, p. 105092, 2020.
- [3] 'Brosur Vokasi - Departemen Teknik Infrastruktur Sipil'. <https://www.its.ac.id/tis/id/pendaftaranprogram-sarjana-terapan/brosur-vokasi/> (accessed Mar. 08, 2022).
- [4] A. M. Habibi and A. Dashwood, 'Changing the Lab experience in undergraduate engineering: How an online approach can improve formative assessment practices and learning', in *Technology-Enhanced Formative Assessment Practices in Higher Education*, IGI Global, 2020, pp. 215–239.

- [5] M. Lashley and R. McCleery, 'Intensive Laboratory experiences to safely retain experiential learning in the transition to online learning', *Ecol. Evol.*, vol. 10, no. 22, pp. 12613–12619, 2020.
- [6] S. Diwakar *et al.*, 'Complementing Education via Virtual Labs: Implementation and Deployment of Remote Laboratories and Usage Analysis in South Indian Villages.', *Int. J. Online Eng.*, vol. 12, no. 3, pp. 8–15, 2016.
- [7] R. H. S. Aji, 'Dampak COVID-19 pada pendidikan di indonesia: Sekolah, keterampilan, dan proses pembelajaran', *J. Sos. Budaya Syar-i*, vol. 7, no. 5, pp. 395–402, 2020.
- [8] M. Afifuddin, 'Simulator Sistem Pengendalian Level Berbasis PC'. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2021.
- [9] I. González, A. J. Calderon, A. Mejías, and J. M. Andújar, 'Novel networked remote laboratory architecture for open connectivity based on PLC-OPC-LabVIEW-EJS integration. Application in remote fuzzy control and sensors data acquisition', *Sensors*, vol. 16, no. 11, p. 1822, 2016.
- [10] Y. Hu, H. Li, H. Yang, Y. Sun, L. Sun, and Z. Wang, 'Detecting stealthy attacks against industrial control systems based on residual skewness analysis', *EURASIP J. Wirel. Commun. Netw.*, vol. 2019, no. 1, pp. 1–14, 2019.
- [11] V. Lampkin *et al.*, *Building smarter planet solutions with mqtt and ibm websphere mq telemetry*. IBM Redbooks, 2012.
- [12] Y. F. B. Ginting and R. Dinur, 'TEMPAT PENYIMPANAN DIES BERBASIS Arduino Mega 2560'.
- [13] J. Enterprise, *HTML, PHP, dan MySQL untuk Pemula*. Elex Media Komputindo, 2018.
- [14] C. H. Rudijanto, D. Darlis, and A. Hartaman, 'Perancangan Dan Implementasi Aplikasi Website Untuk Pemantauan Smart Bathroom Berbasis Iot', *eProceedings Appl. Sci.*, vol. 5, no. 3, 2019.
- [15] L. Rodriguez-Gil, P. Orduna, J. Garcia-Zubia, and D. López-de-Ipiña, 'Interactive live-streaming technologies and approaches for web-based applications', *Multimed. Tools Appl.*, vol. 77, no. 6, pp. 6471–6502, 2018.