

PROTOTIPE PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN KETINGGIAN AIR PADA TANGKI BERBASIS WEB SERVER

Muhammad Dzaky Arrasyid¹, Arvin Permana putra¹, M. Zaky Zaim Muhtadi^{1*}, Asep
Surya Wardhana¹

¹Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu, Blora, 58315

*E-mail: mzakym@gmail.com

ABSTRAK

Efisiensi dan keamanan pengelolaan air di sektor industri dan gedung bertingkat sangat dipengaruhi oleh sistem pemantauan dan pengendalian ketinggian air tangki yang andal. Penelitian ini mengembangkan sistem berbasis *IoT* dengan antarmuka *webserver* untuk memantau dan mengendalikan ketinggian air secara otomatis. Menggunakan pendekatan eksperimental, sistem ini memanfaatkan *sensor ultrasonik HC-SR04* untuk pengukuran dan modul *ESP32* untuk pemrosesan data, yang kemudian dikirim ke *webserver*. Akses sistem melalui perangkat mobile dan komputer, serta fitur kontrol otomatis, memungkinkan pengaturan ketinggian air yang akurat. Hasil uji coba dalam tiga skenario dengan *setpoint* berbeda (80%, 70%, dan 50%) menunjukkan kinerja yang stabil dan presisi. Pada *setpoint* 80%, level air dipertahankan di sekitar 76%; pada 70%, level air stabil di sekitar 69%; dan pada *setpoint* 50%, pompa otomatis mati saat mencapai 53%. Sistem ini mampu memantau dan mengendalikan ketinggian air dengan efisien, termasuk dalam pengaturan operasional pompa. Fleksibilitas sistem terlihat dari kemudahan penyesuaian *setpoint* dalam rentang 0-100%. Integrasi teknologi *IoT* ini mendukung optimisasi pemakaian air dan energi melalui kontrol otomatis yang efisien dan pemantauan *real-time* melalui *web server*, memberikan solusi efektif untuk pengelolaan air yang lebih baik pada berbagai skala aplikasi.

Kata kunci: Pengendalian otomatis, Sensor *ultrasonic*, *Water level*, *Web server*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan mutlak bagi kehidupan manusia. Manusia menggunakan air untuk berbagai aktivitas dan keperluan sehari-hari, baik untuk konsumsi, pekerjaan, maupun kegiatan industri. Seiring berkembangnya teknologi, penggunaan air dalam kehidupan biasanya ditampung dalam tangki (*reservoir*) penampungan air. Hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi jika suplai air terhenti akibat gangguan, seperti saat musim kemarau tiba [1]. Ketinggian air di tangki atau tandon merupakan faktor pendukung utama dalam memastikan ketersediaan dan aksesibilitas terhadap air bersih untuk kehidupan sehari-hari, serta berbagai kebutuhan di sektor industri dan rumah tangga. Ketinggian air menjadi indikator langsung jumlah sumber daya yang tersedia [2].

Dalam mensuplai air dari sumber ke tangki penampungan, pompa air digunakan untuk mengisinya. Jadi, keberadaan pompa air adalah bagian yang tidak terpisahkan dari keberadaan waduk atau sumur sebagai sumber air bersih. Dalam kehidupan sehari-hari, pengisian tempat penampungan air masih sering dilakukan secara manual. Masalah yang muncul adalah ketika ketinggian air pada tangki penampungan tidak diketahui, sehingga kemungkinan tangki penampungan meluap atau kosong karena kurangnya kontrol atas volume air. Khususnya, sering terjadi beberapa orang lupa mematikan pompa air ketika tangki penampungan penuh. Hal ini menyebabkan pemborosan air dan listrik [3].

Selain itu, dalam pengaturan ketinggian air dalam tangki, permukaan air sering kali tidak sesuai dengan nilai referensi (setpoint) yang diinginkan. Ketidakakuratan pengukuran ini dapat menyebabkan kerugian, terutama dalam proses produksi atau pemakaian air secara efisien. Masalah-masalah ini menggarisbawahi pentingnya pengelolaan volume air yang lebih baik untuk mencegah pemborosan dan menjaga kestabilan operasional [4].

Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat diterapkan berupa alat yang mampu melakukan kontrol otomatis pada tangki penampungan air, di mana pengendalian ketinggian air dilakukan dengan menggunakan sensor pengatur ketinggian air. Sistem kontrol ini menggunakan mikrokontroler ESP32 Dev-Kit V1 untuk memproses data dari sensor ultrasonik HR-SRF04 yang mengukur ketinggian air [5]. Ketika sensor mendeteksi air di tangki telah melewati batas bawah, input tersebut diproses oleh mikrokontroler yang akan menyalakan pompa air secara otomatis untuk mengisi air [6]. Sebaliknya, saat sensor mendeteksi bahwa air sudah mencapai batas atas (penuh), mikrokontroler akan secara otomatis mematikan pompa air. Sensor ultrasonik berfungsi mendeteksi level ketinggian air, dan hasilnya diproses serta diubah oleh mikrokontroler. Data ini kemudian ditampilkan pada smartphone dan komputer pengguna melalui *web server*. Sistem ini dapat memonitor ketinggian permukaan air secara *real-time* serta mendistribusikan data secara otomatis dan memberikan informasi kepada semua orang, sehingga pengguna tidak perlu melakukan pemantauan secara langsung untuk melihat ketinggian air di tangki penampungan [7],[8].

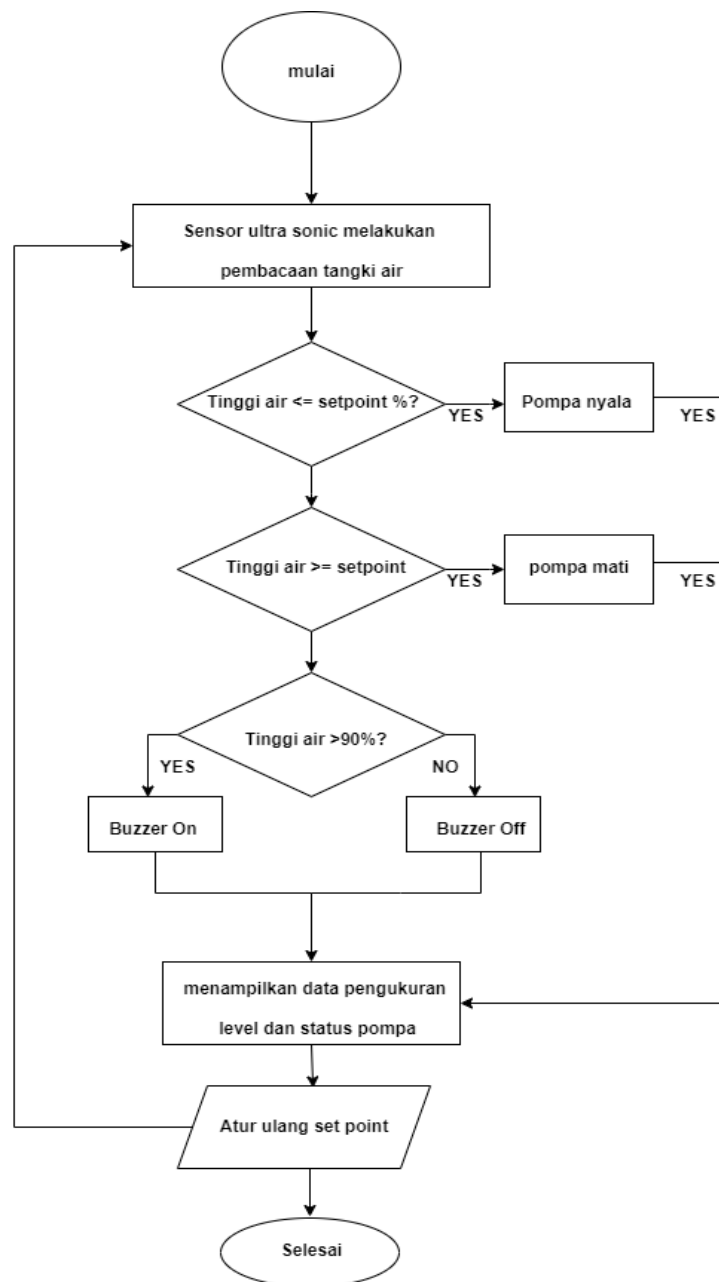
Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk merancang serta mengimplementasikan sistem pengendalian otomatis pada ketinggian air di tangki penampungan berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik HR-SRF04 sebagai alat ukur ketinggian air dan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data yang berfungsi mengatur kerja pompa air secara otomatis. Selain itu, hasil pemantauan ditampilkan melalui *web server* yang dapat diakses secara daring, sehingga sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dalam penggunaan air dan energi listrik.

2. METODE

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen dan simulasi untuk memantau dan mengendalikan ketinggian air dalam tangki berbasis teknologi IoT. Sistem memakai mikrokontroler ESP32, karena ESP32 memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi yang sangat baik sekaligus performa pemrosesan yang cukup tinggi, memungkinkan pengiriman data sensor secara *real-time* ke *server web*. Untuk pengukuran ketinggian air dipilih sensor ultrasonik HC-SR04, karena sensor ini telah banyak digunakan dalam aplikasi level air dan jarak dengan jangkauan deteksi 2 cm hingga ~400 cm, serta ketelitian yang memadai untuk tangki air [9],[10]. Data yang diperoleh dari sensor dikirim ke antarmuka berbasis *server web*, memungkinkan pengguna memantau status tangki melalui jaringan internet. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan pompa air 5V dan relay yang dikontrol secara otomatis untuk menjaga ketinggian air di dalam tangki tetap stabil [11]. Penelitian ini mencakup dua tangki, satu tangki digunakan untuk monitoring dan pengendalian, dan tangki kedua berfungsi sebagai penyedia air atau air umpan yang dipompa ke tangki utama. Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui efektivitas sistem dalam menjaga ketinggian air sesuai parameter yang telah ditentukan.

Gambar 1. menunjukkan *flowchart* yang menggambarkan alur proses sistem untuk memantau dan mengontrol ketinggian air di tangki dengan menggunakan sensor ultrasonik. Alur dimulai dari pembacaan ketinggian air oleh sensor, dilanjutkan dengan pemeriksaan apakah ketinggian air sudah sesuai dengan setpoint yang ditentukan, yang kemudian mengaktifkan atau mematikan pompa sesuai kebutuhan. Jika ketinggian air melebihi 90%, buzzer akan menyala sebagai peringatan, dan mati kembali saat ketinggian turun di bawah batas tersebut. *Flowchart*

ini juga memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan setpoint sebelum memulai kembali siklus pengukuran, sehingga proses berjalan secara otomatis dan terus-menerus.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

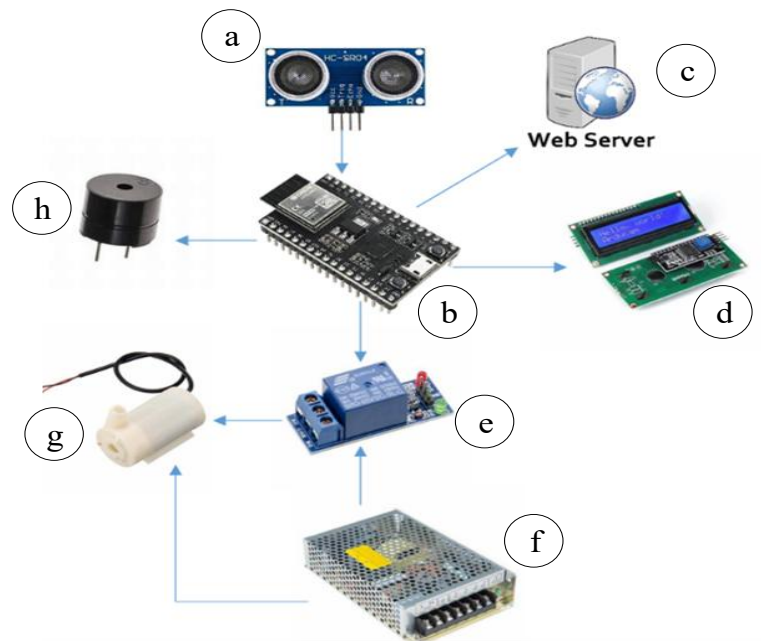
A. Perancangan Hardware

Bagian ini menjelaskan perancangan *hardware* untuk sistem pemantauan dan pengendalian ketinggian air berbasis *web server*. Komponen-komponennya seperti ditunjukkan dalam Gambar 2. meliputi:

- Sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi air
- Mikrokontroler (NodeMCU atau ESP32) sebagai otak sistem
- Web server untuk tampilan jarak jauh

- LCD display untuk informasi lokal
- Relay untuk mengatur perangkat listrik
- Sumber daya sebagai catu daya
- Pompa air sebagai aktuator
- Buzzer untuk peringatan suara

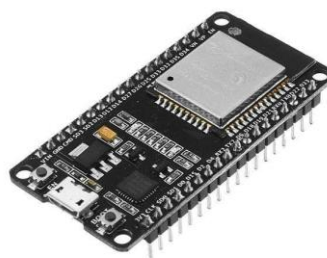
Solusi ini memungkinkan pemantauan waktu nyata, otomatisasi kendali, dan koneksi jarak jauh, dengan semua elemen bekerja sama untuk menciptakan solusi yang efektif dalam manajemen level air di tangki. Integrasi ini memberikan kesempatan kepada pengguna untuk mengawasi dan mengontrol sistem baik secara lokal maupun melalui koneksi internet, meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi dalam manajemen air.



Gambar 2. Konsep Desain Perancangan: a. Sensor ultrasonik, b. Mikrokontroler, c. Web server, d. LCD display, e. Relay, f. catu daya, g. Pompa, h. Buzzer

ESP 32 -Dev Kit V1

ESP32-Dev Kit V1 ini adalah papan pengembangan berbasis ESP32 berukuran kecil yang diproduksi oleh Espressif. Sebagian besar pin I/O dipecah ke *header pin* di kedua sisi untuk memudahkan antarmuka. Pengembang dapat menghubungkan periferal dengan kabel jumper atau memasang ESP32-DevKit V1 langsung pada papan rangkaian seperti yang di tunjukkan pada Gambar 3. Hal ini memungkinkan fleksibilitas dalam pengembangan proyek IoT dengan berbagai pilihan koneksi.



Gambar 3. ESP 32-Dev Kit V1

Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 yang di tampilkan pada gambar 4. Berfungsi sebagai pemancar, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik, dapat mengukur jarak objek dari 2 cm hingga 4 m dengan akurasi 3 mm. Alat ini memiliki empat pin: Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo; pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground. Pin Trigger memicu sinyal dari sensor dan pin Echo menangkap sinyal yang dipantulkan dari objek.



Gambar 4. Sensor Ultrasonic HC-SR04

Relay

Relay pada gambar 5. Berfungsi untuk membuka dan menutup sirkuit listrik dan mengubah sejumlah kecil listrik menjadi arus yang lebih besar. Pada dasarnya, relai digunakan sebagai penghubung atau pemutus arus. Elektromagnet dalam relai menggerakkan sakelar. Dengan demikian, arus dengan daya kecil dapat mendistribusikan listrik ke tegangan yang lebih tinggi.



Gambar 5. Relay

Pompa 5v

Project level control ini menggunakan pompa seperti yang terlihat pada Gambar 6. Pompa tersebut memiliki input 3-5VDC dengan *flowrate* yang dihasilkan sebesar 1.2-1.6 L/min operating current sebesar 0.1 – 0.2 A. Dinilai dengan spesifikasi tersebut untuk pengendalian dan *control level* pada project ini sudah cukup dan terpenuhi untuk kebutuhan proses pada project ini. Yang mana pompa hanya digunakan untuk memindahkan aliran dari tangki feed ke tangki pengukuran. Pengendalian pomp ini menggunakan relay 5-12VDC yang akan dikendali oleh catu daya relay yang disambungkan ESP32.



Gambar 6. Pompa 5v

Lcd I2C 16x 2

Project level control ini menggunakan lcd 12c 16x2 seperti gambar 7. Alamat 0x27 yang pin SDA dan SCL nya disambungkan pada pin D21 dan D22 pada ESP, LCD I2C pada *project control level* ini menampilkan monitoring level tangki secara *real time* level tangki dalam persen (%) dan menampilkan IP ESP32 untuk disambungkan langsung ke *webserver*nya.



Gambar 7. Lcd I2C 16x2

Buzzer

Buzzer pada *project control level* ini menggunakan buzzer 5-10VDC seperti Gambar 8. Berfungsi sebagai indikator *alarm system*, yang Ketika level *water* pada tanki pengukuran berada pada level 90 % ke atas akan berbunyi yang menandakan terdapat kesalahan pada pompa atau relay. Ketika *buzzer* berbunyi akan ada aksi dari operator untuk melakukan aksi lebih lanjut.



Gambar 8. Buzzer

Web Server

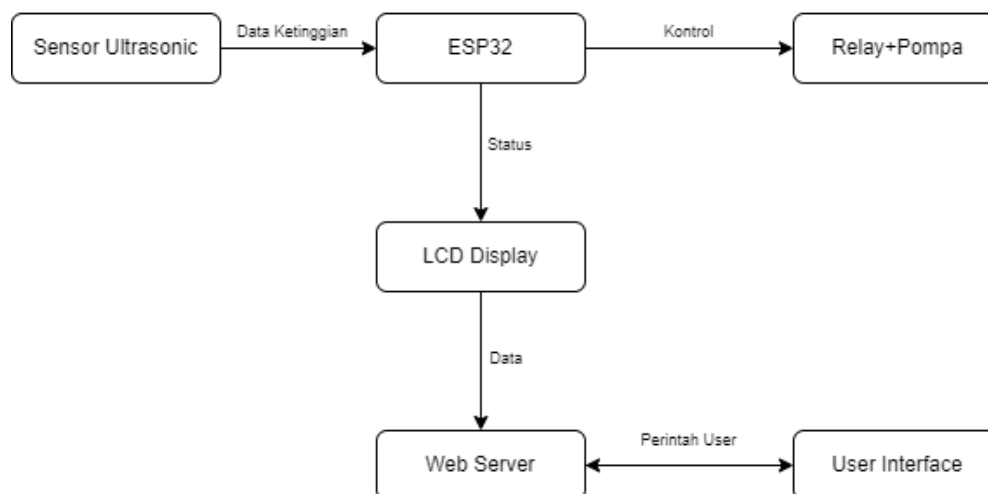
Web server ini berperan penting sebagai pusat sistem pemantauan secara *Real-Time* dan pengendalian ketinggian air berbasis internet seperti Gambar 9. *Web server* ini menyediakan akses jarak jauh, menyimpan data, menampilkan antarmuka pengguna, memproses informasi sensor dan mengirimkan pemberitahuan. Sistem ini memungkinkan pemantauan waktu, pengendalian dan penerimaan status dari mana saja, meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas pengelolaan ketinggian air melalui koneksi internet.



Gambar 9. Web server

B. Rancangan Block diagram

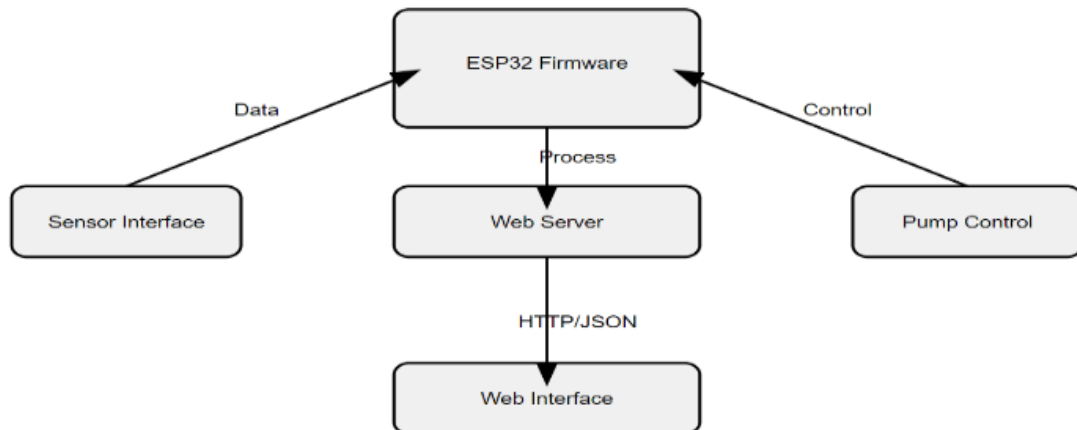
Pada Gambar 10. Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengontrol ketinggian air dalam tangki secara efisien dengan bantuan teknologi IoT. Sensor ultrasonik mendeteksi level air dan mengirimkan datanya ke ESP32, yang berfungsi sebagai pusat kendali. Data yang dikirim oleh sensor akan diproses oleh ESP32 untuk mengatur relay, yang secara otomatis menghidupkan atau mematikan pompa sesuai dengan *setpoint* yang telah ditetapkan. Hasil pengukuran ketinggian air juga ditampilkan langsung di layar LCD agar pengguna bisa memantau kondisi air secara *real-time*. Selain itu, data dari ESP32 dikirim ke *web server* yang terhubung dengan antarmuka pengguna, sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem ini dari perangkat jarak jauh, seperti smartphone atau komputer. Lewat antarmuka ini, pengguna dapat menyesuaikan *setpoint* dan memberikan perintah kontrol, yang akan diteruskan *web server* ke ESP32 untuk dieksekusi. Dengan sistem ini, pengelolaan air menjadi lebih mudah, otomatis, dan dapat diakses kapan saja serta dari mana saja.



Gambar 10. Perancangan Block diagram

C. Perancangan software

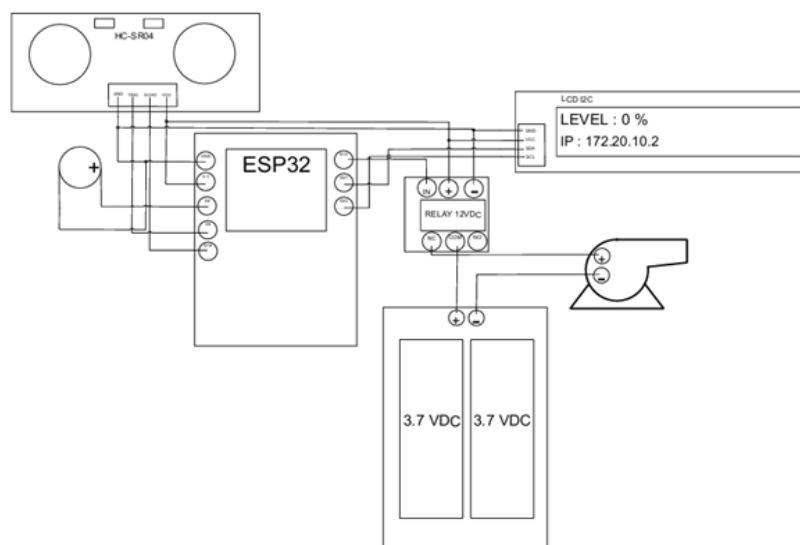
Penjelasan perancangan *software* pada Gambar 11. Sistem perangkat lunak dari perancangan *software* ini ada beberapa komponen. Di bagian atas terdapat blok yang di beri label “*Firmware ESP32*”. Ini adalah cadangan perangkat ketika aplikasi ini memulai penyelesaian pada mikrokontroler Esp32. Terdapat komponen lain seperti, di bagian kiri terdapat “*Sensor Interface*”. Di bagian tengah terdapat “*Web Server*”, dan di bagian kanan terdapat “*Pump Control*”. Semua komponen ini menggambarkan unit fungsional yang berbeda dari sistem. Dan di bagian bawah terdapat blok “*Web Interface*”, menunjukan antarmuka pengguna sistem melalui web. Tata letak mengindikasikan arsitektur sistem perangkat lunak modular dan, yang saling terkait, penafsiran fungsionalnya.



Gambar 11. Perancangan software

D. Perancangan sistem wiring diagram

Wiring level control pada Gambar 12 adalah skema pemasangan *hardware* dan *wiring hardware level control*. Dimana sensor ultrasonic dipasang diatas tangka pengukuran sebagai mata dari *system control* dan pengolahan data menggunakan ESP32. Setelah data diolah dan dieksekusi oleh ESP32 maka akan dikirimkan ke *webserver* sebagai basis IoT. *Buzzer* digunakan sebagai *system safety* jika level berada pada $\geq 90\%$ maka *buzzer* akan menyala menandakan *system* terjadi kesalahan.



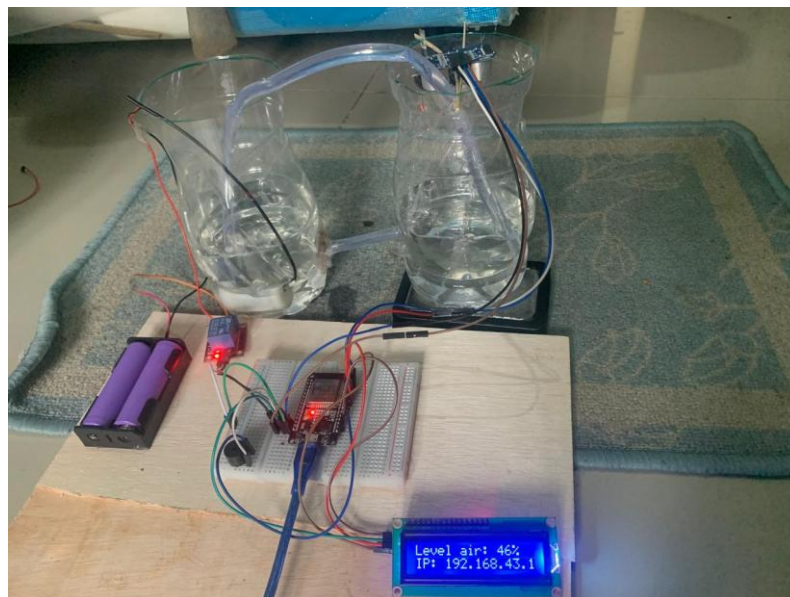
Gambar 12. Perancangan sistem wiring diagram

3. PEMBAHASAN

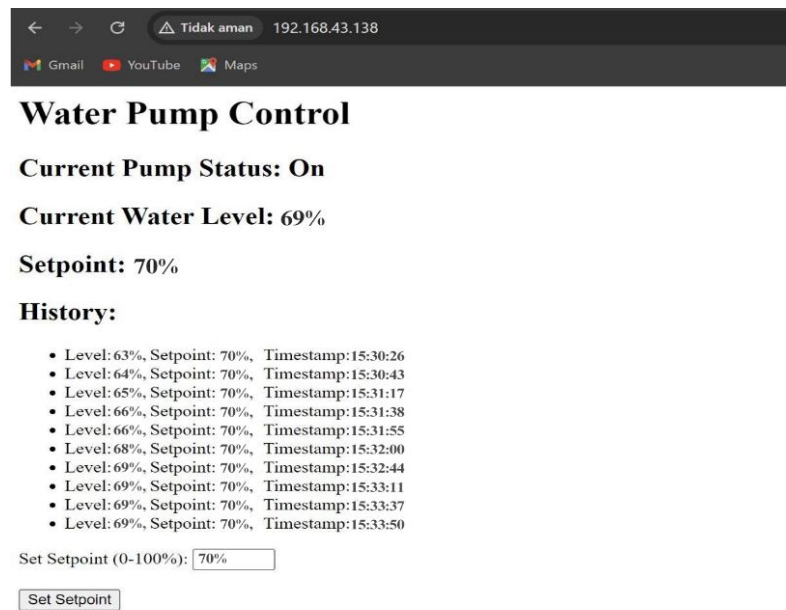
Sistem pemantauan dan pengendalian ketinggian air tangki dalam penelitian ini dirancang menggunakan integrasi modul ESP32 dengan sensor ultrasonik HC-SR04. ESP32 berfungsi sebagai otak sistem yang terhubung ke jaringan WiFi lokal, sementara sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur ketinggian air dalam tangki secara akurat dan *real-time*. Pemantauan ketinggian air dapat dilakukan melalui LCD maupun WEB SERVER. Pada LCD, informasi yang ditampilkan meliputi level air dalam bentuk persentase dan alamat IP untuk akses WEB SERVER. Sementara itu, WEB SERVER menyajikan informasi lebih lengkap, termasuk status pompa saat ini, level air, *setpoint*, dan *timestamp*. Selain fungsi pemantauan, WEB SERVER juga memungkinkan pengendalian buzzer dan pompa secara otomatis maupun manual dari jarak jauh.

A. Implementasi Perancangan

Implementasi perancangan mengikuti metode yang telah dijelaskan sebelumnya, mulai dari perancangan *block diagram*, *flowchart*, *hardware*, *software*, hingga *wiring diagram*. Perakitan komponen seperti ditunjukkan dalam Gambar 13 dan konfigurasi *software* dengan monitoring ditunjukkan pada Gambar 14. Dilakukan sesuai dengan *flowchart* yang telah dirancang. Sistem ini menunjukkan penerapan IoT dalam manajemen pemantauan dan pengendalian ketinggian air, dengan akses melalui alamat IP lokal untuk menjaga keamanan sistem.



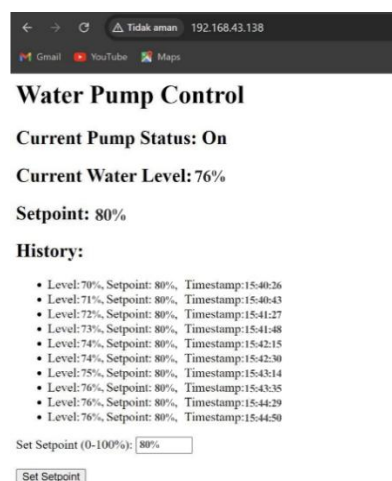
Gambar 13. *Prototype Perangkat*



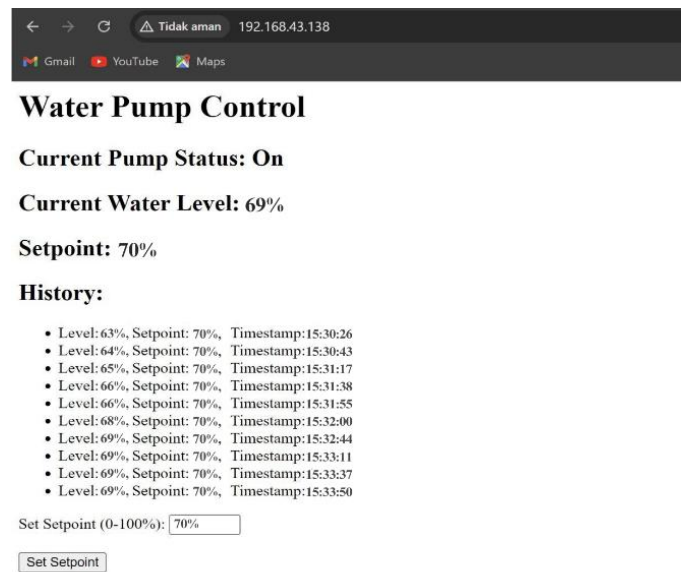
Gambar 14. Monitoring data menggunakan alamat ip jaringan lokal

B. Pengujian dan pengambilan data

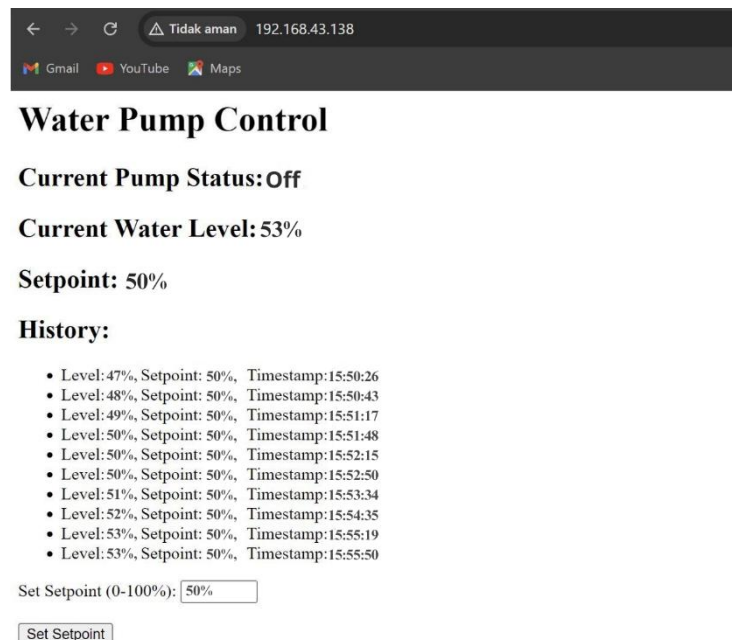
Pengujian prototipe dilakukan dengan pengambilan data dari *web server* pada tiga percobaan yang menggunakan nilai setpoint berbeda. Pada percobaan pertama (Gambar 15) digunakan *setpoint* 80% (pompa tercatat dalam kondisi “On” sementara tingkat air yang terukur mencapai 76%). Rekaman historis menunjukkan kenaikan level dari 70% hingga 76% selama rentang waktu pengujian. Pada percobaan kedua (Gambar 16) dengan setpoint 70%, pompa juga berada pada kondisi “On” dan level air terekam sebesar 69%, meningkat dari nilai awal 63%. Sedangkan pada percobaan ketiga (Gambar 17) dengan *setpoint* 50%, pompa tercatat “Off” karena level air mencapai 53% yang melebihi ambang yang ditetapkan. Meskipun terdapat nilai sekitar $\pm 4\%$ terhadap *setpoint* (contoh: 80% vs 76%), pengamatan menunjukkan sistem tetap mampu mempertahankan level air di sekitar nilai target. Perbedaan tersebut kemungkinan timbul dari batas toleransi pengukuran sensor dan adanya *delay* respon dalam proses pengendalian pompa. Secara keseluruhan, hasil menunjukkan kestabilan pengendalian level meskipun ada variasi kecil dari nilai setpoint.



Gambar 15. Pengambilan data percobaan pertama



Gambar 16. Pengambilan data percobaan kedua



Gambar 17. Pengambilan data percobaan ke tiga

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan dan pengendalian ketinggian air berbasis webserver yang dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik ESP32 dan HC-SR04 bekerja dengan efektif dan efisien. Pengujian melalui tiga kali percobaan menunjukkan kinerja sistem yang konsisten dan akurat, dengan kemampuan memantau dan mengendalikan ketinggian air sesuai setpoint yang ditetapkan (80%, 70%, dan 50%). Sistem menunjukkan respons yang tepat dalam mengaktifkan dan menonaktifkan pompa, serta sensitivitas yang baik terhadap perubahan ketinggian air. Fleksibilitas sistem terbukti dengan ke-

mampuan pengguna menetapkan setpoint dalam rentang 0-100%. Implementasi teknologi IoT dalam sistem ini berhasil mengoptimalkan penggunaan air dan listrik melalui kontrol otomatis yang efisien, serta pemantauan akurat dan *real-time* melalui server web.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Dewanto, J. Yoseph, and M. Rif'an, "Tandon Air Otomatis Dengan Sistem Monitoring Melalui Android Berbasis Arduino Uno," *J. Autocracy*, vol. 5, no. 1, pp. 8–16, doi: 10.21009/autocracy.05.1.2. 2, 2018.
- [2] A. A. Poetra *et al.*, "PROTOTYPE SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR PADA TANGKI BERBASIS INTERNET OF THINGS," *SIGMA Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 097–108, Jun. 2023, doi: 10.33373/SIGMA TEKNIKA.V6I1.5148., 2023.
- [3] Rindra, A. K., Widodo, A., Baskoro, F., & Kholis, N. "Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis IoT (Internet Of Things)". *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 11(1), 17–22. <https://doi.org/10.26740/jte.v11n1.p17-22.>, 2021.
- [4] A. Alawiah, A. A. T.- KOPERTIP, "Sistem kendali dan pemantauan ketinggian air pada tangki berbasis sensor ultrasonik," *download.garuda.kemdikbud.go.id* A Alawiah, *AR Al Tahtawi KOPERTIP J. Ilm. Manaj. Inform. dan*, 2017•*download.garuda.kemdikbud.go.id.*, 2017.
- [5] M. Johan, S. S.-C. Computer, M., "Smart Shrimp Farming Using Internet of Things (IoT) and Fuzzy Logic," *journal.binus.ac.id.*, 2023.
- [6] A. A. Poetra, R. Nandika, and T. K. Wijaya, "Prototipe Sistem Monitoring Ketinggian Air Pada Tangki Berbasis Internet of Things," *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 097–108, doi: 10.33373/sigmateknika.v6i1.5148., 2023.
- [7] Baskoro, F. ., Nafik, A. S. I., Baskoro, F. ., Widodo, A. ., & Rahmadian, R. ."Monitoring, Bendungan, ESP8266, RANCANG BANGUN PROTOTYPE MONITORING KETINGGIAN AIR PADA BENDUNGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS". *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 10(1), 29–35. <https://doi.org/10.26740/jte.v10n1.p29-35>. 2020.
- [8] Yuliaminuddin, V., Krismes, & Bintoro, J. "PROTOTYPE SISTEM KONTROL DAN MONITORING PADA TANGKI AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS". *Autocracy: Jurnal Otomasi, Kendali, dan Aplikasi Industri.*, 2021.
- [9] W. Widiasih, H. M.-J. T. I. HEURISTIC, "Rancang Bangun Unit Pengendali Ketinggian Air Dalam Tandon," *core.ac.uk* W Widiasih, *H Murnawan Jurnal Tek. Ind. HEURISTIC*, 2016.
- [10] A. Parlikar, C. Vaidya, P. Pawar, A. Saiyyad, and S. Mahesuni, "Automatic Water Level Controller System Using Esp-32," *www.irjmets.com @International Res. J. Mod. Eng.*, vol. 04, no. 01, pp. 100–103, 2022, [Online]. Available: www.irjmets.com
- [11] Muliadi and Isminarti, "Automatic water level controlling and monitoring system using IoT application," *Int. J. Artif. Intell. Res.*, vol. 7, no. 1.1, pp. 1–12, 2023, [Online]. Available: <https://ijair.id/index.php/ijair/issue/view/23>