

Desain Sistem Otomatisasi Kontrol Pompa Air dengan Dua Saluran Keluaran

Indah Vusvita Sari^{1*}, Ditto Bayuzi², Nur Adilah¹, Nurhafni Carol¹, Michael Stevano Sinurat¹, Lukcy T. Simanjuntak¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi, Politeknik Negeri Medan, Medan, Indonesia

²Jurusan Teknik Industri, Prodi Teknik Elektronika Telekomunikasi, Politeknik Caltex Riau, Riau, Indonesia

*Email: indahvusvita@polmed.ac.id

Received on 29-04-2025 | Revised on 04-05-2025 | Accepted on 25-06-2025

Abstrak—Pompa air merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan air dari sumber menuju tempat yang diinginkan. Dalam penelitian ini, satu unit pompa air dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air dua rumah yang berdekatan dan memiliki konsumsi air yang hampir sama. Studi ini mengkaji performa sistem otomatisasi pengisian baterai yang mengandalkan pompa 12V, panel surya, serta baterai sebagai sumber energinya. Sistem bekerja dengan mentransmisikan informasi ketinggian air dari *Node* ke *Gateway*. Berdasarkan pengujian, rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengisi tandon pertama adalah 36 menit, sementara tandon kedua memerlukan 44 menit. Jika kedua tandon diisi secara bersamaan, waktu pengisian menjadi 44 menit untuk tandon pertama dan 46 menit untuk tandon kedua. Pengisian daya baterai melalui panel surya membutuhkan waktu sekitar 6 jam saat cuaca cerah, dan pompa mampu beroperasi secara terus-menerus selama 12,5 jam menggunakan baterai 12V 50 Ah. Penelitian ini menyajikan evaluasi sistem serta memberikan wawasan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi dalam proses pengisian air secara otomatis.

Keywords: *LoRa, Pengisian air, Pompa air, Sistem otomatisasi*

Abstract—A water pump is a device used to transfer water from its source to a desired location. In this study, a single water pump is applied to two adjacent houses with relatively similar water needs. This research evaluates the performance of an automated battery-charging system that utilizes a 12V water pump, a solar panel, and a battery as the power source for the pump. The system operates by transmitting water level data from the *Node* to the *Gateway*. Testing results show that the average time to fill Tank 1 is 36 minutes, and for Tank 2, it is 44 minutes. When both tanks are filled simultaneously, the average filling time is 44 minutes for Tank 1 and 46 minutes for Tank 2. Charging the battery using the solar panel takes approximately 6 hours under bright sunlight, and the pump can operate continuously for 12.5 hours using a 12V 50Ah battery. This research provides an overview of the performance of the automated battery-charging system under various components and conditions, offering insights into improving the efficiency and effectiveness of energy usage in water pumping operations.

Keywords: *Automation system, LoRa, Water filling, Water pump*

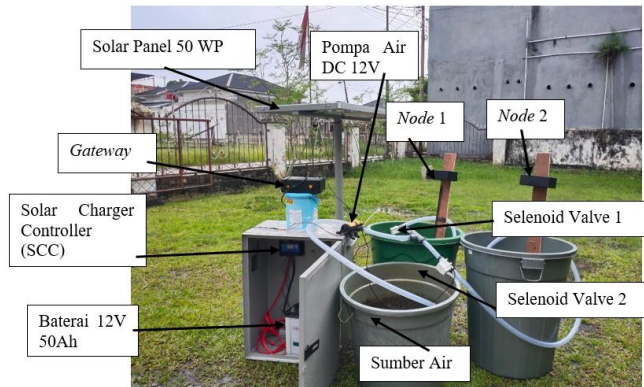
I. PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan rumah yang sering digunakan yaitu pompa air, pada umumnya pompa air yang digunakan pada rumah tangga yaitu pompa air yang memiliki daya 200W, pompa air ini menggunakan sumber listrik yang berasal dari rumah, dengan memanfaatkan energi sinar matahari sebagai sumber energi listrik terbaru, hal ini di yakini dapat mengurangi penggunaan listrik yang berlebihan terutama penggunaan listrik untuk pompa air [1], [2]. Masyarakat banyak menggunakan pompa air disetiap rumah, walaupun rumahnya berdekatan. Untuk menghemat pembelian pompa air maka dibuat alat kontrol pompa air yang dapat digunakan untuk kebutuhan 2 rumah yang berdekatan.

Pada penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini masih menggunakan sumber Listrik yang berasal dari rumah pengguna [3], [4], [5]. Sedangkan keunggulan penelitian ini adalah dengan menggunakan solar panel yang berguna untuk menyerap energi matahari lalu di konversikan menjadi energi listrik, sehingga para pengguna tidak perlu menggunakan listrik rumah untuk menghidupkan pompa air tersebut, alat ini menggunakan *wireless communication* berupa LoRa yang berguna untuk mengirimkan data sensor [6].

Cara kerja dari alat ini yaitu, ketika sensor yang terletak pada tandon telah mendeteksi ketinggian air pada jarak yang di tentukan, maka sensor tersebut akan mengirimkan hasil pembacaan sensor menggunakan teknologi *wireless communication*. *Wireless communication* yang digunakan adalah LoRa SX1278 dengan 2 buah sebagai pengirim, 1 buah sebagai penerima, setelah LoRa penerima mendapatkan data sensor [7] yang dikirim, maka Arduino Nano [8] yang tersambung pada LoRa penerima akan menyalakan relay [9] yang tersambung dengan mesin pompa air [10], sehingga mesin pompa air menyala *solenoid valve* akan membuka jalur untuk air yang akan dialiri pada tandon air yang membutuhkan, setelah sensor mendeteksi ketinggian air sudah mencukupi, maka LoRa SX1278 pengirim akan mengirimkan data kembali, sehingga data yang dikirimkan ke LoRa SX1278 penerima akan diolah Arduino Nano dan mematikan relay yang digunakan pada mesin air.

Komponen utama yang digunakan dalam perancangan mekanis berdasarkan Gambar 3 meliputi Solar Panel 50WP, solar *charger controller*, modul *stepdown*, dua buah tandon yang direpresentasikan dengan ember plastik, dan baterai 12V 50 Ah. Fungsi dari perancangan solar panel yaitu memanfaatkan energi matahari lalu mengubah energi matahari menjadi listrik mengisi baterai dengan listrik yang dihasilkan. Baterai 12V 50 Ah juga berfungsi sebagai sumber daya dari *Gateway*.



Gambar 3. Hasil Perancangan Keseluruhan Sistem

Deskripsi Alat:

- Tandon berukuran 80 cm
- Solar panel 40 x 55 cm
- Box panel 50 x 30 x 15 cm
- Tinggi tiang solar panel 160 cm
- Box gateway 10 x 5 x 5 cm
- Box Node 7 x 5 x 5 cm

B. Pengujian Waktu Pengisian Baterai

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel I, proses pengisian baterai menggunakan sumber energi dari panel surya dalam kondisi cuaca panas berlangsung selama kurang lebih enam jam hingga mencapai kapasitas penuh. Proses pengisian dimulai dengan tegangan awal sebesar 12,35 V, dan baterai dinyatakan penuh saat mencapai tegangan 13,29 V. Selama periode pengisian tersebut, tercatat nilai tegangan tertinggi sebesar 13,5 V yang terjadi pada pukul 12.00 WIB, yang merupakan waktu di mana intensitas cahaya matahari berada pada puncaknya. Secara keseluruhan, selama proses pengisian berlangsung, rata-rata nilai tegangan yang dihasilkan adalah sebesar 13,04 V, dengan arus rata-rata sebesar 1,94 A, serta daya rata-rata yang tersuplai sebesar 25,29 W. Data ini menunjukkan bahwa panel surya mampu menyediakan energi yang cukup stabil untuk mengisi baterai secara efisien dalam kondisi cuaca yang optimal.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses pengisian baterai telah berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Tegangan akhir yang mendekati 13,5 V menandakan bahwa baterai telah terisi penuh secara optimal, sementara rata-rata tegangan, arus, dan daya yang tercatat selama proses pengisian berada dalam rentang yang sesuai untuk sistem ini. Dengan waktu pengisian sekitar 6 jam dalam kondisi cuaca panas, sistem ini terbukti mampu mengisi baterai secara efisien dan mendukung kebutuhan operasional pompa air sesuai perencanaan.

TABEL I
PENGUJIAN PENGISIAN BATERAI DALAM CUACA TERIK

Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
09,00	12,35	1,9	23,47
10,00	12,66	1,92	24,31
11,00	12,9	1,93	24,90
12,00	13,5	2,01	27,14
13,00	13,41	1,9	25,50
14,00	13,27	1,97	25,33
15,00	13,18	1,95	25,01
Rata - Rata	13,04	1,94	25,29

C. Pengujian Ketahanan Baterai Pompa Air

Untuk menghitung berapa lama pompa air DC 12 V 4 A bisa hidup dengan menggunakan baterai 12 V 50 Ah, digunakan rumus dasar untuk menghitung kapasitas baterai dan daya dari pompa air [14], [15].

$$\begin{aligned} \text{Daya Pompa} &= \text{Tegangan (V)} \times \text{Arus (A)} \\ &= 12\text{A(V)} \times 4\text{(A)} \\ &= 48\text{W} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Baterai} &= \text{Teg. (V)} \times \text{Arus Hour (Ah)} \\ &= 12 \text{ (V)} \times 50\text{(Ah)} \\ &= 600\text{Wh} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu beban menyala} &= \frac{\text{Kapasitas Baterai (Wh)}}{\text{Daya Pompa Air (W)}} \\ &= \frac{600\text{Wh}}{48\text{W}} \\ &= 12,5 \text{ jam} \end{aligned} \quad (3)$$

Dari pengujian yang dilakukan, baterai 12V 50 Ah mampu menyalakan pompa air DC 12 V dengan daya 4 A untuk beroperasi selama sekitar 12,5 jam tanpa berhenti.

D. Pengujian Delay dari Node ke Gateway

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 2, diperoleh informasi mengenai status masing-masing *node* serta respons pompa air dalam lima skenario pengujian yang berbeda, dengan titik acuan ketinggian air mencapai 70 cm. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem monitoring dan kontrol dalam merespons perubahan permukaan air secara *real-time*. Dari hasil tersebut, ditemukan adanya perbedaan waktu respons (*delay*) antara *Node 1* dan *Node 2*. Perbedaan ini disebabkan oleh keterbatasan dalam mekanisme komunikasi pada teknologi LoRa, yang secara teknis tidak mampu memproses dua transmisi data secara bersamaan. *Gateway* hanya dapat menerima dan memproses data dari satu *node* dalam satu waktu, yaitu dari *node* yang sinyalnya terlebih dahulu diterima oleh sistem.

Temuan ini merupakan hal yang penting karena menjawab permasalahan yang sebelumnya muncul terkait keterlambatan respons sistem terhadap kondisi air yang sama pada kedua tandon. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *delay* yang terjadi bukan disebabkan oleh kesalahan sistem kontrol atau sensor, melainkan merupakan konsekuensi dari arsitektur komunikasi LoRa yang bersifat *single-channel* dalam penerimaan data. Temuan ini menjadi dasar untuk pengembangan sistem selanjutnya, di mana diperlukan

pendekatan komunikasi yang lebih andal dan mendukung pemrosesan data secara paralel atau berurutan dengan penjadwalan yang lebih efisien.

TABEL II
STATUS *NODE* KETIKA KETINGGIAN AIR MENCAPAI 70 CM

Percobaan	Status <i>Node</i>		<i>Delay</i> dari <i>Node</i> ke <i>Gateway</i> (detik)	Respon pompa air (detik)
	<i>Node 1</i>	<i>Node 2</i>		
1	Aktif	Nonaktif	2	2
	Nonaktif	Aktif	3	3
	Aktif	Aktif	16	3
2	Aktif	Nonaktif	3	3
	Nonaktif	Aktif	1	1
	Aktif	Aktif	17	3
3	Aktif	Nonaktif	1	1
	Nonaktif	Aktif	3	3
	Aktif	Aktif	7	3
4	Aktif	Nonaktif	2	2
	Nonaktif	Aktif	3	3
	Aktif	Aktif	8	4
5	Aktif	Nonaktif	3	3
	Nonaktif	Aktif	2	2
	Aktif	Aktif	4	2

TABEL III
STATUS *NODE* KETIKA KETINGGIAN AIR MENCAPAI 30 CM

Percobaan	Status <i>Node</i>		<i>Delay</i> dari <i>Node</i> ke <i>Gateway</i> (detik)	Respon pompa air (detik)
	<i>Node 1</i>	<i>Node 2</i>		
1	Nonaktif	Aktif	2	3
	Aktif	Nonaktif	2	3
	Nonaktif	Nonaktif	52	53
2	Nonaktif	Aktif	3	3
	Aktif	Nonaktif	4	4
	Nonaktif	Nonaktif	62	63
3	Nonaktif	Aktif	1	1
	Aktif	Nonaktif	5	5
	Nonaktif	Nonaktif	55	56
4	Nonaktif	Aktif	2	2
	Aktif	Nonaktif	3	3
	Nonaktif	Nonaktif	59	60
5	Nonaktif	Aktif	2	2
	Aktif	Nonaktif	4	4
	Nonaktif	Nonaktif	64	65

Sedangkan pada Tabel III menyajikan hasil pengujian status *node* dan respon pompa pada lima percobaan berbeda saat ketinggian air mencapai 30 cm. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem monitoring dan pengendalian pompa dalam merespon perubahan level air. Faktor utama dari ketidakstabilan dalam pengiriman daya dari *node* itu sendiri. Hal ini disebabkan oleh penggunaan daya terus menerus saat *Node* mengirim data melalui LoRa, terutama saat mendeteksi ketinggian air. Seiring berkurangnya daya pada *Node*, kemampuannya untuk mengirim data menjadi tidak stabil dan menyebabkan *delay* semakin besar.

E. Pengujian Waktu Pengisian Tandon

Tabel IV menyajikan hasil pengujian waktu pengisian dua tandon air dalam sepuluh percobaan yang berbeda. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem kontrol pompa air otomatis dalam mengisi kedua tandon secara bersamaan. Dilihat dari rata-rata pengisian air baik tandon 1, tandon 2 maupun secara bersamaan menandakan pompa air sesuai spesifikasi yang diharapkan.

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN ISI TANDON AIR

Percobaan	Waktu mengisi Tandon 1 (menit)	Waktu mengisi Tandon 2 (menit)	Mengisi Tandon 1 dan Tandon 2	
			Tandon 1 (menit)	Tandon 2 (menit)
1	35	45	40	48
2	37	42	39	45
3	39	47	43	49
4	38	43	41	46
5	38	47	44	50
6	34	45	47	40
7	39	41	48	41
8	34	42	48	45
9	35	44	44	49
10	35	42	42	46
Rata - Rata Pengisian	36	44	44	46

Perbedaan waktu pengisian antara kedua tandon, meskipun memiliki ukuran yang sama, disebabkan oleh perbedaan waktu respons (*delay*) antara *Node 1* dan *Node 2*. Hal ini terjadi akibat keterbatasan mekanisme komunikasi pada teknologi LoRa, yang secara prinsip tidak dirancang untuk menerima dua transmisi data secara simultan. Dalam sistem ini, *gateway* hanya dapat memproses satu transmisi pada satu waktu, yakni dari *node* yang sinyalnya terlebih dahulu diterima. Akibatnya, terjadi jeda waktu dalam penerimaan dan pemrosesan data antara kedua *node*, yang berdampak pada perbedaan waktu aktivasi sistem kontrol terhadap masing-masing tandon, meskipun keduanya berada dalam kondisi air yang serupa.

IV. KESIMPULAN

Sistem otomatis pengisian baterai dengan Pompa Air 12V, Panel Surya, dan baterai berhasil memenuhi kebutuhan air dua rumah menggunakan satu pompa. *Solenoid valve*, yang diaktifkan oleh baterai 12 V melalui *Gateway*, mengatur aliran air secara otomatis. Waktu pengisian tandon bervariasi, dengan tandon 1 memerlukan 36 menit dan tandon 2 memerlukan 44 menit. Pengisian bersamaan menambah waktu sedikit, yaitu 44 menit untuk tandon 1 dan 46 menit untuk tandon 2. Pengaturan independen *solenoid valve* memungkinkan pengisian simultan tanpa gangguan. Pengisian baterai menggunakan panel surya memerlukan 6 jam di cuaca cerah, sementara pompa air dapat beroperasi 12,5 jam dengan baterai 12 V 50 Ah, menunjukkan efisiensi pemanfaatan energi matahari. Delay pada sistem LoRa disebabkan keterbatasan mekanisme komunikasi bukan disebabkan oleh kesalahan sistem kontrol atau sensor. Temuan ini menjadi dasar untuk pengembangan sistem selanjutnya, di mana diperlukan pendekatan komunikasi yang lebih andal dan mendukung pemrosesan data secara paralel atau berurutan dengan penjadwalan yang lebih efisien.

REFERENSI

- [1] K. Bayu Kusuma, C. G. Indra Partha, and I. W. Sukerayasa, "Perancangan Sistem Pompa Air DC dengan Plts 20 KWP Tianyar Tengah sebagai Suplai Daya Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Masyarakat Banjar Bukit Lambuh," *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 2, p. 46, 2020, doi: 10.24843/spektrum.2020.v07.i02.p7.
- [2] L. Jacobus, E. Setyowati, E. N. S. Patty, and F. Bokol, "Desain Sistem Pompa Air Tenaga Surya," *Elektrise J. Sains dan Teknol. Elektro*, vol. 13, no. 01, pp. 1–8, 2023, doi: 10.47709/elektrise.v13i01.2283.
- [3] A. K. Rindra, A. Widodo, F. Baskoro, and N. Kholis, "Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis Iot (Internet Of Things)," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 17–22, 2021, doi: 10.26740/jte.v11n1.p17-22.
- [4] P. R. Mahardika, F. A. Lani, and R. Suwartika, "Perancangan Sistem Control Tandon Air Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Internet of Things," *JIPi (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2022, doi: 10.29100/jipi.v7i1.2147.
- [5] S. Munazzar and M. Nasir, "Pengontrolan Tandon Air Berbasis IoT Menggunakan Node MCU 8266," *Jse*, vol. IX, no. 2, pp. 8783–8791, 2024.
- [6] A. A. Nurhadi, D. Darlis, and M. A. Murti, "Implementasi Modul Komunikasi LoRa RFM95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT," *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 13, no. 1, pp. 17–21, 2021, doi: 10.31937/sk.v13i1.2065.
- [7] M. I. Suga and H. Nurwarsito, "Sistem Monitoring KWH Meter berbasis Modul Komunikasi LoRa," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 1257–1266, 2021.
- [8] Atha Ezrafi, Yuli Fitriyani, and Mariza Wijayanti, "Sistem Monitoring Biodigester Berbasis Arduino Nano," *J. Ilm. Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 107–115, 2023, doi: 10.56127/juit.v2i2.806.
- [9] Moch. Bakhrul Ulum, Moch. Lutfi, and Arif Faizin, "Otomatisasi Pompa Air menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 1, pp. 86–93, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4583.
- [10] Y. M. Djaksana and K. Gunawan, "Perancangan Sistem Monitoring Dan Kontroling Pompa Air Berbasis Android," *SINTECH (Science Inf. Technol. J.)*, vol. 4, no. 2, pp. 146–154, 2021, doi: 10.31598/sintechjournal.v4i2.741.
- [11] M. Nasution, "Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik | Nasution | JET (Jurnal Teknologi Listrik)," vol. 1099, pp. 35–40.
- [12] M. Syafi, A. C. Hermawan, W. Aribowo, and R. Rahmadian, "Rancang Bangun Drip Irrigation System menggunakan Pompa Bertenaga Surya Dengan Kontrol Penyiraman Berbasis Node-Red," *J. Tek. Elektro Unesa*, vol. 12, pp. 98–105, 2023.
- [13] A. Amrullah, "Perbandingan Tingkat Akurasi Pengukuran Ketinggian Air," *J. Infomedia Tek. Inform. Multimed. Jar.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–5, 2022.
- [14] Kuntoro bangun setyadji, "Analisa Kapasitas Baterai Sebagai Sumber Cadangan DC Pada GI 150 KV Srdol ULTG Semarang PT PLN (Persero) UPT Semarang," *Skripsi*, pp. 1–40, 2021.
- [15] Y. Apriani, D. Dipocila, Z. Saleh, and W. Oktaviani, "Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Sensor Tegangan Baterai Untuk PLTS," *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 1, pp. 44–51, 2023, doi: 10.23960/elc.v17n1.2420.