



Prototype of Water Tank Level Control for Drinking Water of Santri at Al-Amanah Modern Islamic Boarding School Based on IoT with Solar Power

Prototype Kontrol Level Tandon Air minum Santri di Pesantren
Modern Al-Amanah Berbasis IoT Dengan Tenaga Matahari

Abdillah Alghifari^{1)*}, Akhmad Solikin²⁾

^{1,2}Electrical Engineering Study Program, PGRI Adibuana University Surabaya, Indonesia

¹alghifariabdillah3@gmail.com

²solikinakhmad@unipasby.ac.id

Abstract _ Water is a vital resource for life on earth and a primary human need. This research is motivated by water management issues within the Al-Amanah Modern Islamic Boarding School, where the tank filling process is still carried out manually, often resulting in waste and the absence of water level indicators. To address this issue, an Internet of Things (IoT)-based water level control system was designed. This system utilizes an ultrasonic sensor to measure the water level, a NodeMCU ESP8266 as the main controller, and the Blynk application to monitor and control the system via a smartphone. A relay is used to automatically turn the water pump on and off. Data from the sensor is processed by a microcontroller, sent to the Blynk server, and displayed in real time in the application. Test results show that the system is able to monitor and regulate water filling more efficiently, although overall performance still has room for improvement.

Keywords: IoT, Ultrasonic Sensor, NodeMcu ESP8266, Blynk, Drinking Water.

Abstrak _ Air merupakan sumber daya vital bagi kehidupan di bumi dan menjadi kebutuhan utama manusia. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan pengelolaan air di lingkungan Pesantren Modern Al-Amanah, di mana proses pengisian tandon masih dilakukan secara manual sehingga sering terjadi pemborosan dan tidak adanya indikator ketinggian air. Untuk mengatasi hal tersebut, dirancang sebuah sistem pengendalian ketinggian air berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai pengukur ketinggian air, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, serta aplikasi Blynk untuk memantau dan mengendalikan sistem melalui smartphone. Relay digunakan sebagai pengatur nyala-padam pompa air secara otomatis. Sehingga di dapatkan penghematan sebesar 30%. Data dari sensor diproses oleh mikrokontroler, dikirim ke server Blynk, dan ditampilkan secara real-time di aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memantau dan mengatur pengisian air dengan lebih efisien, meskipun kinerja keseluruhan masih dapat ditingkatkan.

Kata Kunci: IoT, Sensor Ultrasonik, NodeMCU ESP8266, Blynk, Air Minum.

I. PENDAHULUAN

Air menjadi kebutuhan pokok setiap rumah tangga, digunakan dalam berbagai aktivitas seperti mandi, memasak, dan mencuci. Saat ini, banyak rumah menggunakan tandon sebagai cadangan air dari PDAM untuk menjaga ketersediaan dan menghemat biaya. Namun, sering kali tandon kosong ketika diperlukan atau justru meluber karena pengisian berlebihan. Kondisi ini dapat mengganggu aktivitas dan menyebabkan pemborosan air, yang berimbas pada meningkatnya tagihan PDAM. Beberapa sistem otomatisasi, seperti water level control berbasis pelampung, telah digunakan, tetapi memiliki keterbatasan dalam fleksibilitas pengaturan ketinggian dan dapat memicu pompa menyala berkali-kali dalam sehari, sehingga berpotensi menimbulkan lonjakan beban listrik [14].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan prototype sistem kontrol ketinggian air yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk berbasis IoT dan memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya. Sistem dirancang untuk memantau ketinggian air secara real-time dan mengatur pengisian secara otomatis, sehingga mengurangi intervensi manual dan meningkatkan efisiensi pengelolaan air. Penerapan di lingkungan pesantren diharapkan dapat menjamin ketersediaan air minum yang memadai bagi para santri sekaligus mendukung penghematan energi.

Berdasarkan paparan di atas, maka diberikan solusi dengan merancang prototipe untuk tugas akhir dengan judul "Prototipe Kontrol Level Tandon Air minum Santri di Pesantren Modern Al-amanah Berbasis IoT Dengan Tenaga Matahari". Untuk memonitoring level ketinggian air pada tandon air dibutuhkan NodeMCU, sensor ultrasonik, pompa air (mini water pump), dan relay.

Pesantren Modern Al-Amanah merupakan lembaga pendidikan yang mengutamakan kualitas pelayanan kepada santri dan staffnya, termasuk dalam hal penyediaan air minum. Namun, pengelolaan air minum di pesantren ini masih bergantung pada sistem manual yang memerlukan perhatian rutin untuk menjaga level air dalam wadah penampungan. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah prototype sistem kontrol level air minum berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memantau dan mengontrol tingkat air secara otomatis. Sistem ini juga akan mengintegrasikan tenaga surya sebagai sumber energi terbarukan untuk memastikan efisiensi energi dan keberlanjutan operasionalnya [16], [18].

Dengan adanya alat Pengelolaan air minum di lembaga pendidikan seperti pesantren sangat penting untuk menunjang kesehatan dan kenyamanan santri. Di Pesantren Modern Al-Amanah, pengelolaan air minum masih dilakukan secara manual, dimana petugas harus secara rutin memantau dan mengontrol level air di tangki penampungan. Hal ini menuntut

tenaga kerja yang cukup besar, waktu yang efisien, serta berisiko apabila terdapat kelalaian dalam memonitor level air ini bertujuan untuk memudahkan dalam memonitor ketersediaan air minum santri pesantren modern al amanah dengan mudah tanpa menguras tenaga ekstra untuk dapat memonitor air minum. Mengingat di era sekarang semua serba cepat dan efisien. Petugas cukup memonitor ketersediaan air minum santri melalui smartphone bisa juga menggunakan layar display monitor. Santri mendapatkan konsumsi air minum yang cukup dan tidak ada lagi masalah air minum santri habis karena petugas lupa akan kewajiban memonitor ketersediaan air minum santri.

Melalui penerapan teknologi IoT dan energi terbarukan, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan air di Pesantren Modern Al-Amanah, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, serta mendukung keberlanjutan operasional pesantren dengan menggunakan sumber energi yang ramah lingkungan [15].

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan observasi dengan metode kuantitatif. Observasi dilakukan dengan mengamati langsung sistem yang dibangun, mencatat perilaku setiap komponen, serta merekam hasil pengujian. Data dianalisis menggunakan perhitungan numerik untuk mengukur kinerja sistem.

Sistem terdiri dari beberapa komponen utama yang terhubung secara terintegrasi. Sensor ultrasonik mengukur jarak permukaan air dan mengirimkan data ke NodeMCU. NodeMCU memproses data tersebut dan mengirimkannya ke aplikasi Blynk melalui internet. Relay mengatur pompa air DC sesuai logika program. Panel surya memberikan daya melalui SCC, yang juga menyuplai baterai.

Alur kerja sistem dimulai dengan aktivasi perangkat dan koneksi ke internet. Sensor membaca ketinggian air, memicu pompa jika level ≤ 5 cm, dan mematikan pompa jika level ≥ 32 cm. Informasi ditampilkan di LCD dan aplikasi Blynk secara real-time.

2.1 NodeMCU ESP8266

[Figure 1 about here.]

NodeMCU ESP8266 adalah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi, memungkinkan perangkat terhubung langsung ke jaringan dan berkomunikasi melalui protokol TCP/IP. Modul ini bekerja pada tegangan sekitar 3,3V dan memiliki tiga mode operasi utama, yaitu station, access point, dan dual mode. Dengan prosesor terintegrasi, memori internal, dan sejumlah pin GPIO, NodeMCU dapat digunakan untuk memproses data sensor maupun mengendalikan aktuator. Pada penelitian ini, NodeMCU berfungsi sebagai pusat

pengolah data sekaligus pengendali pompa air dalam sistem monitoring [1], [7], [17].

2.2 Aplikasi IoT Blynk

[Figure 2 about here.]

Blynk merupakan platform IoT yang memungkinkan pengguna menghubungkan berbagai perangkat berbasis mikrokontroler seperti Arduino, Raspberry Pi, dan ESP8266 ke dalam satu aplikasi pengendali di ponsel pintar. Aplikasi ini menyediakan antarmuka yang dapat disesuaikan untuk menampilkan data sensor, mengirim perintah, dan mengatur perangkat dari jarak jauh. Blynk mendukung hingga 255 pin virtual, memudahkan integrasi berbagai jenis sensor dan aktuator dalam satu proyek. Dalam penelitian ini, Blynk digunakan untuk menampilkan ketinggian air secara real-time dan mengontrol pompa secara otomatis [4], [8].

2.3 Sensor Ultrasonik

[Figure 3 about here.]

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak dengan memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi tinggi yang dipantulkan dari permukaan objek. Komponen utama sensor ini adalah transmitter yang mengirimkan gelombang, dan receiver yang menangkap gelombang pantul. Jarak dihitung berdasarkan waktu tempuh gelombang dari pemancar ke objek dan kembali ke penerima. Dalam sistem ini, sensor ultrasonik ditempatkan di bagian atas tandon untuk mengukur jarak permukaan air [3], [5], [6].

2.4 Relay

[Figure 4 about here.]

Relay adalah saklar listrik yang dioperasikan menggunakan prinsip elektromagnet. Saat kumparan relay dialiri arus, medan magnet yang terbentuk akan menggerakkan kontak saklar sehingga rangkaian listrik dapat terbuka atau tertutup. Dalam penelitian ini, relay digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan daya pompa air DC berdasarkan perintah dari NodeMCU [2], [10].

2.5 Pompa Air

[Figure 5 about here.]

Pompa air DC menggunakan motor arus searah untuk memindahkan air dari sumber menuju tandon. Arah putaran motor ditentukan oleh polaritas tegangan yang diberikan pada terminal, sedangkan besar tegangan memengaruhi kecepatan pompa. Dalam sistem ini, pompa DC berfungsi mengisi

tandon secara otomatis ketika ketinggian air berada di bawah batas minimum [2], [10].

2.6 Panel Surya

[Figure 6 about here.]

Panel surya adalah kumpulan sel fotovoltaik yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaik. Setiap sel menghasilkan tegangan sekitar 0,6V tanpa beban, sehingga beberapa sel dirangkai secara seri untuk mendapatkan tegangan yang lebih tinggi. Panel surya pada penelitian ini digunakan sebagai sumber daya utama untuk mengoperasikan sistem pengisian air otomatis [9], [11], [12].

2.7 Sollar Charge Controller (SCC)

[Figure 7 about here.]

SCC adalah perangkat yang mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai. Fungsinya adalah mencegah pengisian berlebihan maupun pengosongan baterai secara berlebihan, sehingga umur baterai dapat lebih panjang. Dalam sistem ini, SCC memastikan daya dari panel surya sesuai kebutuhan baterai dan perangkat elektronik.

2.8 LM2596 DC to DC

[Figure 8 about here.]

Modul Step Down merupakan modul regulator yang berfungsi sebagai penurun tegangan DC to DC yang terdiri dari beberapa level regulasi yaitu 2.85V, 3.3V, dan 5V. Dengan kata lain output dari modul regulator ini bersifat fixed atau tetap. Disebut modul step down karena telah dikemas dengan beberapa komponen pendukung lainnya dalam satu board. Solenede et al (2020).

Rangkaian Konverter DC ke DC merupakan salah satu jenis rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan masukan searah konstan menjadi tegangan keluaran searah yang dapat divariasikan berdasarkan perubahan duty cycle rangkaian kontrolnya. Sumber tegangan DC dari konverter DC ke DC dapat diperoleh dari baterai, atau dengan menyearahkan sumber tegangan AC yang kemudian dihaluskan dengan filter kapasitor untuk mengurangi riak (ripple).

2.9 Baterai

[Figure 9 about here.]

Baterai merupakan alat menyimpan energi listrik melalui proses elektrokimia. Proses elektrokimia adalah di dalam baterai terjadi perubahan kimia

menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda pada baterai yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan pada sel.

Baterai panel surya merupakan komponen penting dalam sistem solar cell, khususnya pada instalasi off-grid, yang berfungsi untuk menyimpan energi dari matahari agar dapat digunakan kapan saja, termasuk malam hari. Terdapat beberapa jenis baterai yang biasa digunakan dalam sistem ini, seperti baterai lithium yang efisien dan tahan lama, baterai VRLA AGM dan gel yang aman serta tahan terhadap berbagai kondisi, serta baterai FLA yang lebih ekonomis. Ada juga baterai sodium yang masih dalam pengembangan, namun memiliki potensi besar karena bahan dasarnya yang melimpah dan murah. Pemilihan jenis baterai sangat penting untuk efisiensi dan keberlanjutan sistem panel surya.

2.10 Liquid Crystal Display

[Figure 10 about here.]

LCD (Liquid Crystal Display) bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Manik M (2021). Inter Integrated Circuit atau I2C merupakan standar komunikasi serial dua arah yang berfungsi untuk menyederhanakan suatu rangkaian dengan pengontrolan IC. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock), SDA (Serial Data) serta pin GND dan Vcc sehingga dapat digunakan untuk menyederhanakan rangkaian LCD LMB162A dan mengurangi penggunaan pin pada Nodemcu ESP8266.

2.11 Blok Diagram Sistem

Diagram blok sistem menggambarkan alur daya dan kontrol: Panel Surya → SCC → Baterai → NodeMCU → Relay → Pompa, serta konektivitas NodeMCU dengan Aplikasi Blynk melalui jaringan WiFi.

[Figure 11 about here.]

Blok diagram pada gambar menjelaskan arsitektur sistem otomatisasi pompa air yang memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya utama serta mengintegrasikan kendali mikrokontroler dan monitoring berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk mengatur pengisian air ke dalam tangki secara otomatis berdasarkan ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik.

Modul surya mengirimkan daya Listrik yang diserap dari matahari ke solar charge controller. Baterai menyimpan daya dari solar charge controller

dan mendistribusikan Kembali ke solar charge controller. Solar charge controller mendistribusi daya ke NodeMCU ESP 8266 dan Relay. Konektivitas internet antara Blynk dan NodeMCU ESP8266. NodeMCU ESP8266 mengirim coding ke sensor Ultrasonik untuk membaca ketinggian air. Perintah hasil pembaca sensor Ultrasonik diproses NodeMCU ESP8266 kemudian dikirimkan ke Relay untuk control ON/OFF pompa air. Catu daya pompa air dikontrol oleh Relay. Proses siklus otomatisasi dapat di monitor melalui koneksi NodeMCU ESP8266 melalui LCD dan Blynk. Pipa air yang berasal dari sumber air di hisap pompa saat kondisi ON untuk mengisi tangki.

2.12 Flowchart Sistem

[Figure 12 about here.]

Permulaan kita menghidupkan semua perangkat yang saling berkaitan satu sama lain. Kemudian kita koneksikan internet antara Blynk dan NodeMCU ESP 8266 sesuai Alamat Node MCU 8266 yang sudah kita atur dengan konektivitas yang kita gunakan. Setelah terkoneksi sensor ultrasonic memindai ketinggian air yang sudah kita coding. Jika ketinggian air ≤ 5 cm maka, pompa akan mengisi air secara otomatis. Jika ketinggian air 32cm maka, pompa akan otomatis berhenti mengisi air. Proses pengisian tinggi dan rendah permukaan air di tampilkan di Lcd dan Blynk secara real-time dengan catatan koneksi internet antara Blynk dan NodeMCU terhubung dengan normal. Selesai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran Tegangan dan Arus Sistem Panel Surya

Pengujian panel surya menunjukkan daya rata-rata 7,33 W (58,67 Wh/hari). Konsumsi daya seluruh sistem dalam kondisi aktif penuh adalah 7,2 W. Sensor ultrasonik berfungsi sesuai harapan, memicu pompa saat level air rendah dan menghentikan saat penuh. Aplikasi Blynk menampilkan data secara real-time dengan koneksi stabil [13].

[Tabel 1 about here.]

[Tabel 2 about here.]

[Tabel 3 about here.]

Dari pengukuran panel surya, scc dan baterai selama tiga hari maka didapatkan nilai rata rata tegangan dan arus panel surya selama tiga hari:

[Tabel 4 about here.]

Tegangan keluaran rata-rata panel surya hari Kamis, 5 Juni 12,50 V dengan ampere 0,56 A maka:

$$P = V \times I$$

$$P = 12,50 \text{ V} \times 0,56 \text{ A} = 7 \text{ Watt}$$

$$\text{Energi harian} = 7 \text{ W} \times 8 \text{ jam} = 56 \text{ Wh/hari}$$

Maka didapatkan data daya yang dihasilkan sebagai berikut:

[Tabel 5 about here.]

- Daya rata-rata panel surya (P): 7,33 watt
- Energi rata-rata harian (Wh): 58,67 watt-hour

Artinya dalam kondisi cuaca aktual panel surya menghasilkan daya sekitar 7,33 W, dan menyuplai energi harian sebesar 58,67 Wh.

Rumus jam pemakaian baterai untuk mengetahui efektifitas pemakaian baterai saat malam hari karena panel surya tidak menyerap energi. Baterai yang digunakan memiliki spesifikasi 12V 8AH maka kapasitas energinya:

$$12\text{V} \times 8\text{Ah} = 96\text{Wh}$$

$$\text{Jam Pemakaian} = \frac{\text{Kapasitas Energi Baterai (Wh)}}{\text{Daya Beban (W)}}$$

$$96\text{Wh} : 7,2\text{W} = 13,33 \text{ Jam}$$

Biasanya baterai tidak digunakan 100% penuh karena:

Jadi, bisa dikalikan faktor efisiensi, misalnya 80% maka:

$$\text{Jam Pemakaian Efektif} = 13,33 \times 0,8 = 10,6 \text{ jam}$$

- Secara teoritis, sistem beban 7,189W dapat berjalan selama $\pm 13,3$ jam
- Secara realistis, waktu efektif pemakaian adalah sekitar $\pm 10,6$ jam

Berdasarkan hasil pengukuran, panel surya menghasilkan daya rata-rata sebesar 7,33 watt, dengan total energi harian yang dihasilkan selama periode pengujian mencapai rata-rata 58,67 watt-hour (Wh). Nilai ini merupakan jumlah energi yang disuplai ke sistem setiap harinya, bukan merupakan kapasitas maksimum panel, melainkan hasil aktual dari konversi energi matahari yang berhasil ditangkap.

3.3 Pengukuran Konsumsi Daya Komponen

Menurut Taufiq, R. & Putra, I. (2020), konsumsi daya dari suatu rangkaian mikrokontroler dapat dihitung berdasarkan tegangan dan arus dari tiap komponen aktif dalam sistem, dengan menggunakan rumus dasar $P = V \times I$ (hal. 34) [15]. Di mana:

- P adalah daya (watt),
- V adalah tegangan (volt),
- I adalah arus listrik (ampere).

Pengukuran konsumsi daya pada masing-masing komponen dalam sistem bertujuan untuk mengetahui

besarnya energi listrik yang dibutuhkan selama proses operasional alat. Konsumsi daya dihitung berdasarkan tegangan kerja dan arus listrik yang digunakan oleh tiap komponen.

Setiap komponen dalam sistem, seperti ESP8266, sensor ultrasonik HC-SR04, LCD I2C, relay, dan pompa DC memiliki karakteristik konsumsi daya yang berbeda-beda. Perhitungan konsumsi daya masing-masing komponen ditampilkan pada tabel berikut. Berikut adalah tabel data beban daya konsumtif dari prototype yang di rancangan:

[Tabel 6 about here.]

**Catatan: Total arus tidak dijumlahkan secara langsung karena beda level tegangan (3.3V, 5V, 12V). Total daya lebih relevan.*

Berdasarkan datasheet ESP8266 (Espressif, 2023), konsumsi arus dalam kondisi aktif dapat mencapai hingga 80 mA pada tegangan kerja 3.3V, sehingga daya yang dibutuhkan adalah sekitar 0.264W.

Dari perhitungan tersebut, total daya yang dikonsumsi oleh seluruh sistem adalah sebesar 7,2 watt dalam kondisi aktif penuh. Nilai ini belum mempertimbangkan margin toleransi atau lonjakan beban saat inisialisasi perangkat seperti saat pompa menyala atau ESP8266 melakukan transmisi WiFi, namun sudah mencerminkan kondisi operasi stabil harian. Analisis ini penting untuk menentukan kapasitas minimum dari baterai atau catu daya yang digunakan, agar sistem dapat bekerja dengan stabil dan efisien tanpa terjadi drop tegangan atau gangguan fungsi selama operasional.

3.3 Pengujian Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor ultrasonik membaca ketinggian permukaan air.

[Figure 13 about here.]

[Tabel 7 about here.]

Dari Pengujian alat menyimpulkan Pompa air akan hidup ketika ketinggian air berada di level rendah (5 cm), dan akan mati ketika ketinggian air mencapai level tinggi (32 cm). Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengisian air bekerja secara otomatis dengan mendeteksi ketinggian air pompa menyala saat air hampir habis dan mati saat air telah penuh [2].

3.4 Pengujian Blynk

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem kontrol dan monitoring ketinggian air dapat berfungsi secara real-time melalui aplikasi Blynk.

Dalam pengujian ini, NodeMCU ESP8266 terhubung ke internet dan dikonfigurasi untuk mengirimkan data ketinggian air dari NodeMCU ESP8266 ke aplikasi Blynk.

[Figure 14 about here.]

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada gambar, sistem monitoring berbasis Blynk IoT telah berfungsi dengan baik dan mampu menampilkan data secara real-time. Nilai ketinggian air yang terbaca adalah 5,4 cm, menunjukkan bahwa sensor ultrasonik berhasil mendeteksi kondisi air dan mengirimkan data ke dashboard Blynk. Pada nilai ketinggian tersebut, status pompa tercatat ON dengan intensitas 15%, yang mengindikasikan bahwa sistem kontrol otomatis berhasil mengaktifkan pompa ketika air berada di bawah batas minimum.

Persentase 15% kemungkinan besar menunjukkan tingkat kerja atau daya pompa yang disesuaikan, mungkin melalui sinyal PWM. Data yang muncul berulang secara periodik menandakan bahwa sistem terus mengirimkan informasi terbaru secara berkala ke server, menunjukkan koneksi internet dan komunikasi mikrokontroler dengan aplikasi Blynk berjalan stabil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi Blynk berhasil menampilkan ketinggian air secara akurat dalam bentuk digital. Dengan demikian, integrasi antara perangkat keras dan platform IoT Blynk dinyatakan berhasil dan berfungsi sesuai yang diharapkan.

3.5 Pembahasan

Prototype alat yang kami kembangkan merupakan sistem pengisian air otomatis yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air secara real-time dan pompa air yang dikendalikan secara otomatis berdasarkan level air. Keunggulan utama dari prototype ini adalah kemampuan monitoring dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi smartphone, penggunaan energi terbarukan yakni panel surya sebagai sumber daya utama yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

[Figure 15. About here]

Sensor ultrasonik mengukur ketinggian air secara akurat dan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Data ini kemudian dikirim secara nirkabel ke Platform IoT Blynk, sehingga pengguna dapat memantau kondisi ketinggian air kapan saja dan di mana saja. Ketika ketinggian air turun di bawah batas minimal, pompa secara otomatis menyala untuk mengisi air. Sebaliknya, pompa akan mati saat air mencapai batas maksimum, mencegah limpahan air. Fitur monitoring jarak jauh ini memungkinkan pengguna untuk tidak hanya memantau status ketinggian air, tetapi juga mengontrol pompa secara manual jika diperlukan, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan kenyamanan dalam pengelolaan sistem

pengisian air.

Penggunaan Panel Surya sebagai sumber daya utama sangatlah tepat karena Penggunaan panel surya dalam prototype sistem pengisian air otomatis memberikan berbagai keuntungan, terutama dari sisi efisiensi dan keberlanjutan energi. Panel surya memanfaatkan sumber daya alam yang tidak terbatas dan ramah lingkungan, sehingga mendukung pengembangan teknologi yang berkelanjutan. Selain itu, sistem ini tidak memerlukan pasokan listrik dari jaringan PLN, sehingga sangat cocok untuk digunakan di lokasi terpencil atau daerah yang sulit dijangkau listrik. Dari segi biaya, panel surya membantu mengurangi pengeluaran operasional karena tidak memerlukan biaya listrik rutin setelah instalasi awal. Dengan menambahkan baterai penyimpanan, sistem juga tetap dapat berfungsi saat malam hari atau ketika cuaca mendung, memastikan kestabilan operasional perangkat otomatis. Hal ini sangat penting karena perangkat seperti mikrokontroler dan sensor perlu daya listrik yang konsisten.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan bisa dapat ditarik kesimpulan : Sistem pengisian air otomatis berbasis NodeMCU, sensor ultrasonik, dan relay bekerja sesuai perancangan, mampu mengatur pompa berdasarkan ketinggian air. Integrasi Blynk memberikan kemampuan monitoring dan kontrol jarak jauh yang efektif. Pengembangan selanjutnya dapat mencakup penambahan pelindung tahan air, indikator kapasitas baterai, sistem notifikasi otomatis, serta pengujian jangka panjang untuk menilai kinerja dalam berbagai kondisi. Desain perangkat juga dapat dibuat lebih ringkas dan efisien.

REFERENCES

- [1] Hakim, Dwi Putra Arief Rahman, Budijanto. Arief, dan Widjanarko. Bambang. 2019. Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID. Jurnal IPTEK.
- [2] Hayusman. Lauhil Mahfudz, Watoni. Muhammad Ali, Robinson. Ali., dan Saputra. Rully Rezki, 2020. Penerapan Water Level Control Tipe Radar dan Omron 61F-G-AP Untuk Proses Pengisian Air Bersih di Komplek Perintis Kota Banjarbaru. Jurnal Aplikasi dan Inovasi IPTEKS Soliditas.
- [3] Muklisin. Imam, 2017. Pendeteksi Volume Tandon Air Secara Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino Uno R3. Jurnal Qua Teknika.
- [4] Malla, D.E. (2022) 'RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KETINGGIAN SOLAR TANGKI PENDAM SPBU BERBASIS

- INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN WEB SERVER DAN BLYNK', *האָרץ*, (8.5.2017), pp. 2003–2005.
- [5] Saidi. Said Sulaimn Ambu, ALabri. Khalid Hamed, Al Azwani. Ismail Salim, AL-Shaibani. Saif Azan, dan Muthu. Annamalai, 2021. Arduino Based Smart Phone Liquid Level Monitoring System Using Ultrasonic Sensor. *International Journal of Engineering Research and Applications*.
- [6] Pradana, R.W., Febriyani Pratiwi, G. and Nur Arifin, T. (2024) 'Rancang Bangun Sistem Pemantau Ketinggian Air Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik (Hc-Sr04) Berbasis Arduino Uno Dengan Antarmuka Komputer Berbasis Microsoft Visual Basic 6.0', *Jurnal Teknik dan Science*, 3(1), pp. 13–24. Available at: <https://doi.org/10.56127/jts.v3i1.1212>.
- [7] Solikin, Akhmad, Adi Winarno, and Farrosy Zamir Irtany. "Sistem Kontrol Listrik Skala Rumah Tangga Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU." *JE-Unisla* 9.1 (2024): 70-74.
- [8] Aditya, R., Pranatawijaya, V.H. and Putra, P.B.A.A.P. (2021) 'Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Kegiatan Menggunakan Metode Prototype', *JOINTECOMS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 1(1), pp. 47–57.
- [9] Albahar, Abdul Kodir, and Lobes Syam Paiso. "Analisa Perubahan Cuaca Terhadap Tegangan Input Panel Surya 100 WP." *JURNAL ELEKTRO* 8.1 (2020): 56-61.
- [10] Fitri Pratiwi, Mira Safika, Ramadhan (2020). PROTOTYPE OTOMATISASI DAN PEMANTAUAN SISTEM PENGISIAN AIR SECARA REALTIME. Vol. 11, No. 2.
- [11] Hasrul, Rahmat Rahmat. "Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif." *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri* 5.2 (2021): 79-87.
- [12] Kusumo, Bayu. "Rancang Bangun Jemuran Otomatis Berbasis Sensor Water Drop dilengkapi Panel Surya 10 WP." *JURNAL KRIDATAMA SAINS DAN TEKNOLOGI* 6.01 (2024): 127-145.
- [13] Makruf, Abdul, et al. "Pengukuran Tegangan, Arus, Daya pada Prototype PLTS Berbasis Mikrokontroler Arduin Uno." *SainETIn* 5.1 (2020): 8-16.
- [14] Pradhyksa, D.P. (2021) 'Pengaturan Pendayagunaan Sumber Daya Air dalam Undang-Undang Cipta Kerja dan Korelasinya dengan Pasal 33 UUD 1945', *Ascarya: Journal of Islamic Science, Culture, and Social Studies*, 1(2), pp. 66–89. Available at: <https://doi.org/10.53754/iscs.v1i2.16>.
- [15] Taufiq, R., & Putra, I. (2020). *Perancangan dan Analisis Sistem Mikrokontroler Berbasis IoT*. Yogyakarta: Deepublish.
- [16] Green MA., Emery K, King DL, Hisikawa Y, Warta W, 2006. Solar Cell Efficiency Tables (Version 27), *Progress Photovoltaics : Research and Applications*, 2006; 14:45-51.
- [17] Solikin, Akhmad, Adi Winarno, and Farrosy Zamir Irtany. "Sistem Kontrol Listrik Skala Rumah Tangga Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU." *JE-Unisla* 9.1 (2024): 70-74.
- [18] Keogh, M. William and Blackers, W. Andrew, 2001. *Accurate Measurement, Using Natural Sunlight, of Silicon Solar Cells*, *Research and Applications* 2001; 12; 1-19, Centre for Sustainable Energy Systems, The Australian National University, Canberra, Australia.

*Correspondent e-mail address

alghifariabdillah3@gmail.com

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

© 2025 Muhammadiyah University Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Received: 2025-08-12

Accepted: 2025-10-01

Published: 2025-10-31

DAFTAR TABEL

Table 1. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Sistem Panel Surya	84
Table 2. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Sistem Panel Surya	84
Table 3. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Sistem Panel Surya	85
Table 4. Rata-rata Tegangan dan Arus Sistem Panel Surya	85
Table 5. Data daya yang dihasilkan Sistem Panel Surya	85
Table 6. Data konsumsi daya Komponen	86
Table 7. Pengujian Sensor Ultrasonik	86

Table 1. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Sistem Panel Surya

Kamis, 5 Juni 2025						
Pukul	Tegangan (V)	Ampere (A)	Cuaca	V (SCC)	V (Baterai)	I (Baterai)
08:00	12,92 V	0,57 A	Cerah	12,92 V	12,46 V	1,34 A
09:00	13,55 V	0,57 A	Cerah	12,55 V	12,38 V	1,35 A
10:00	11,32 V	0,56 A	Cerah	12,32 V	12,44 V	1,56 A
11:00	12,55 V	0,56 A	Berawan	12,55 V	12,46 V	1,55 A
12:00	12,23 V	0,55 A	Cerah	12,55 V	12,38 V	1,56 A
13:00	12,46 V	0,56 A	Berawan	12,46 V	12,44 V	1,46 A
14:00	12,47 V	0,55 A	Cerah	12,47 V	12,32 V	1,47 A
15:00	12,44 V	0,56 A	Cerah	12,44 V	12,44 V	1,47 A
16:00	12,55 V	0,55 A	Cerah	12,55 V	12,46 V	1,45 A
Rata-Rata	12,50 V	0,56 A		12,53 V	12,42 V	1,47 A

Table 2. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Sistem Panel Surya

Rabu, 11 Juni 2025						
Pukul	Tegangan (V)	Ampere (A)	Cuaca	V (SCC)	V (Baterai)	I (Baterai)
08:00	12,92 V	0,57 A	Cerah	12,92 V	12,92 V	1,44 A
09:00	13,15 V	0,57 A	Berawan	13,15 V	13,15 V	1,45 A
10:00	13,42 V	0,56 A	Cerah	13,42 V	13,42 V	1,56 A
11:00	12,95 V	0,56 A	Berawan	12,95 V	12,95 V	1,55 A
12:00	12,93 V	0,55 A	Berawan	12,93 V	12,93 V	1,56 A
13:00	13,16 V	0,56 A	Berawan	13,16 V	13,16 V	1,47 A
14:00	13,47 V	0,56 A	Cerah	13,47 V	13,47 V	1,48 A
15:00	13,44 V	0,55 A	Cerah	13,44 V	13,44 V	1,48 A
16:00	13,55 V	0,55 A	Cerah	13,55 V	13,55 V	1,45 A
Rata-Rata	13,22 V	0,56 A		13,22 V	13,22 V	1,49 A

Table 3. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Sistem Panel Surya

Kamis, 12 Juni 2025						
Pukul	Tegangan (V)	Ampere (A)	Cuaca	V (SCC)	V (Baterai)	I (Baterai)
08:00	13,32 V	0,56 A	Cerah	13,32 V	13,32 V	1,34 A
09:00	13,35 V	0,56 A	Cerah	13,35 V	13,35 V	1,35 A
10:00	13,32 V	0,56 A	Cerah	13,32 V	13,32 V	1,56 A
11:00	13,55 V	0,56 A	Cerah	13,55 V	13,55 V	1,55 A
12:00	13,43 V	0,55 A	Cerah	13,43 V	13,43 V	1,56 A
13:00	13,46 V	0,56 A	Cerah	13,46 V	13,46 V	1,46 A
14:00	13,47 V	0,55 A	Cerah	13,47 V	13,47 V	1,47 A
15:00	13,44 V	0,56 A	Cerah	13,44 V	13,44 V	1,47 A
16:00	13,55 V	0,55 A	Cerah	13,55 V	13,55 V	1,45 A
Rata-Rata	13,54 V	0,56 A		13,43 V	13,43 V	1,47 A

Table 4. Rata-rata Tegangan dan Arus Sistem Panel Surya

Nilai Rata-Rata 3hari					
Hari/Tgl	V (Solar Cell)	I (Solar Cell)	V (SCC)	V (Baterai)	I(Baterai)
Kamis, 5 Juni	12,50 V	0,56 A	12,53 V	12,42 V	1,47 A
Rabu, 11 Juni	13,22 V	0,56 A	13,22 V	13,22 V	1,49 A
Kamis, 12 Juni	13.54 V	0,56 A	13,43 V	13,43 V	1,47 A

Table 5. Data daya yang dihasilkan Sistem Panel Surya

Hari/Tgl	P (Solar Cell)	P (Wh)
Kamis, 5 Juni	7W	56Wh
Rabu, 11 Juni	7,4W	59,2Wh
Kamis, 12 Juni	7,6W	60,8Wh
Rata-Rata	7,33W	58,67Wh

Table 6. Data konsumsi daya Komponen

Komponen	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya = $V \times I$ (W)	Catatan
ESP8266	3,3V	0,08A	0,264W	Daya idle (bisa naik saat WiFi aktif)
HC-SR04	5V	0,015A	0,075W	Sensor ultrasonik
Relay 1-ch	5V	0,07A	0,35W	Dalam kondisi ON
LCD I2C (ON)	5V	0,025A	0,125W	Backlight aktif
Breadboard loss	-	0,005A	0,025W	Estimasi jumper dan kabel
Pompa DC	12V	0,375A	4,5W	Dihitung langsung dari sumber
LM2596 (input)	12V	0,154A	1,85W	Untuk suplai ESP, LCD, sensor, relay
Total	-	0,724 A*	7,2 W	Total keseluruhan sistem aktif

Table 7. Pengujian Sensor Ultrasonik

Ketinggian Air	Status Pompa
5 cm	Hidup
32 cm	Mati

DAFTAR GAMBAR

Figure 1. Modul Internet NodeMCU	88
Figure 2. Pengaplikasian Blynk	88
Figure 3. Sensor Ultrasonik	88
Figure 4. Relay	89
Figure 5. Pompa Air	89
Figure 6. Modul Surya 10wp	89
Figure 7. Solar Charge Controller	89
Figure 8. LM2596 DC to DC	90
Figure 9. Baterai	90
Figure 10. Liquid Crystal Display	90
Figure 11. Blok Diagram Sistem	90
Figure 12. Flowchart Sistem	91
Figure 13. Pengujian Sensor	91
Figure 14. Pengujian Blynk	92
Figure 15. Hasil Produk	92



Figure 1. Modul Internet NodeMCU

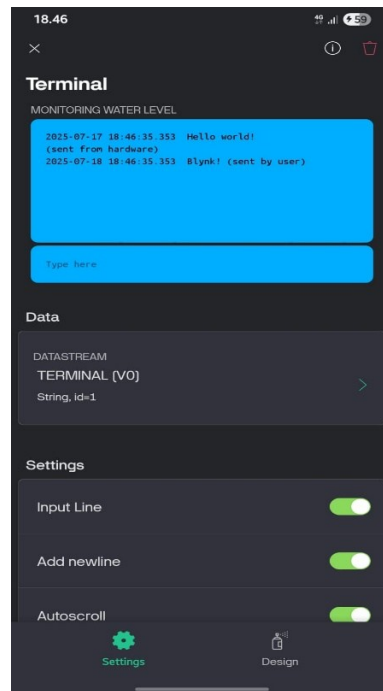


Figure 2. Pengaplikasian Blynk



Figure 3. Sensor Ultrasonik



Figure 4. Relay



Figure 5. Pompa Air



Figure 6. Modul Surya 10wp



Figure 7. Solar Charge Controller



Figure 8. LM2596 DC to DC



Figure 9. Baterai



Figure 10. Liquid Crystal Display

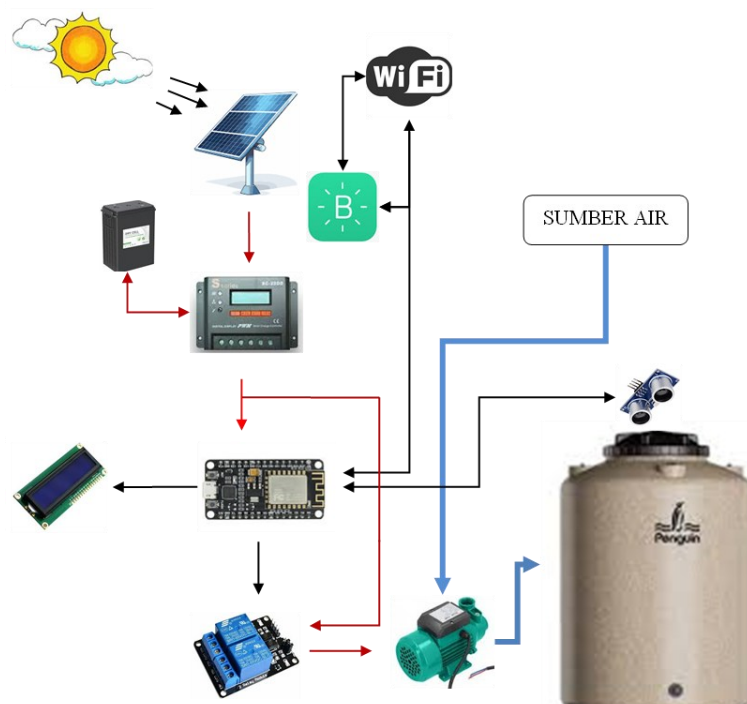


Figure 11. Blok Diagram Sistem

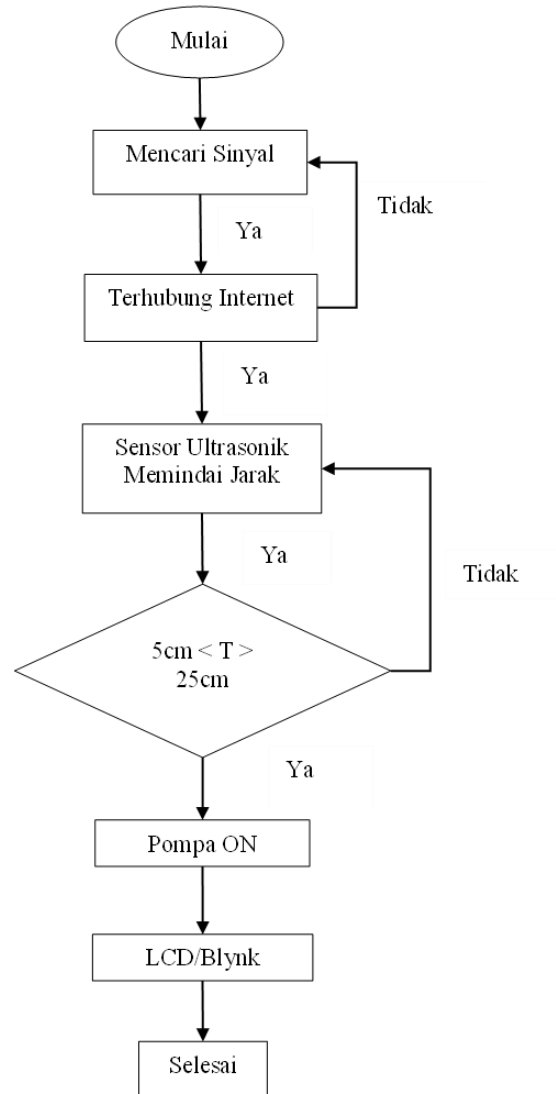


Figure 12. Flowchart Sistem



Figure 13. Pengujian Sensor

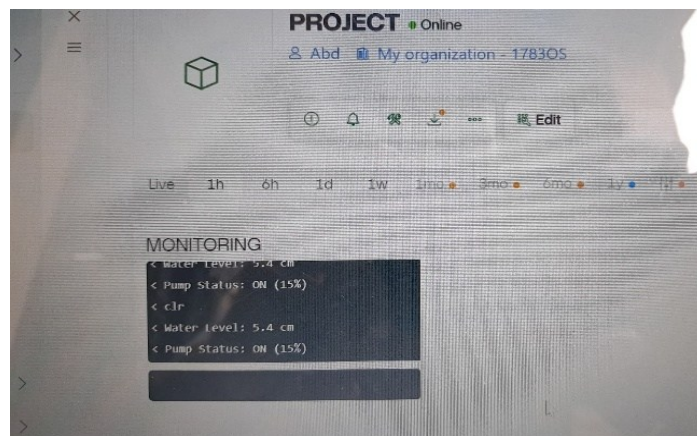


Figure 14. Pengujian Blynk



Figure 15. Hasil Produk