

IMPLEMENTASI SISTEM PEMANTAUAN LEVEL AIR DAN ARUS LISTRIK POMPA SUMUR BOR MENGGUNAKAN HC-SR04 DAN ACS712

Adhy Syaputra Nge^{1*}, Petrus Katemba², Heni³

^{1,2,3}Teknik informatika Strata Satu, STIKOM Uyelindo Kupang

^{1*}adhysyaputrange01@gmail.com, ²petruskatemba@gmail.com, ³heni81monika@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46880/mtk.v12i2.5976>

ABSTRACT

Access to clean water is a vital necessity for communities, particularly in areas that rely on borehole wells as their primary water source. However, manually operating these pumps without an adequate monitoring system can lead to issues such as dry-running, energy waste, and pump damage caused by electrical current irregularities. This study aims to implement an Internet of Things (IoT)-based monitoring system for borehole pump water levels and electrical current using an ESP32 microcontroller. Unlike systems that focus solely on water availability, this study integrates water level monitoring (via an HC-SR04 sensor), electrical current monitoring (via an ACS712 sensor), and a low-water protection mechanism (using a float switch) into a unified system featuring real-time Telegram notifications. The research methodology encompasses a literature review, field observations, system design, hardware and software implementation, and functional testing of each system component. Test results demonstrate that the HC-SR04 sensor successfully detects water level changes, the ACS712 sensor accurately reads the pump's electrical current, and the system effectively triggers automatic protection via a relay when low water levels are detected. Additionally, the system activates a buzzer alarm and sends warning notifications to the user via Telegram. Functional testing confirms that all system components operate according to the design, offering a practical solution to enhance the safety and reliability of borehole pump operations through real-time remote monitoring.

Keywords: Borehole Water Pump, ESP32, HC-SR04, ACS712, Internet of Things

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan digunakan untuk berbagai kebutuhan, seperti rumah tangga, pertanian, dan industri. Di banyak wilayah yang belum terjangkau jaringan air perpipaan, sumur bor masih menjadi sumber utama penyediaan air bersih. Penggunaan pompa listrik pada sumur bor memudahkan proses pengambilan dan penyaluran air. Namun, pengoperasian pompa umumnya masih dilakukan secara manual tanpa sistem pemantauan yang mampu mengawasi kondisi level air maupun arus listrik secara terus-menerus. Akibatnya, pompa berisiko mengalami dry-run, yaitu kondisi ketika pompa tetap beroperasi meskipun air tidak tersedia, serta berpotensi mengalami kerusakan akibat arus listrik yang berlebihan (*overload*).

Kondisi tersebut dapat mempercepat kerusakan komponen pompa, meningkatkan konsumsi energi listrik, dan menambah biaya pemeliharaan. Oleh karena itu, penerapan sistem monitoring dan pemeliharaan preventif diperlukan untuk meningkatkan keandalan serta memperpanjang umur pakai pompa. Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* memungkinkan proses monitoring dilakukan secara *real time* dengan memanfaatkan *mikrokontroler* dan sensor sehingga kondisi sistem dapat dipantau dari jarak jauh. Ayuningtyas et al [1] mengembangkan sistem berbasis ESP32 dan sensor HC-SR04 untuk melakukan monitoring secara otomatis. Selanjutnya, Putri et al. [2] mengembangkan sistem pemantauan level air berbasis *IoT* yang mampu mengirimkan informasi kondisi air secara *real time*.

Pada sisi monitoring arus listrik, Ratnawati dan Sunardi [3] menunjukkan bahwa sensor ACS712

mampu mengukur arus listrik dengan tingkat akurasi yang baik. Selain itu, Pratama dan Irianto [4] memanfaatkan ESP32 dan sensor ultrasonik dalam sistem monitoring berbasis *IoT* yang mampu bekerja secara otomatis. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih berfokus pada satu parameter, yaitu level air atau arus listrik secara terpisah. Beberapa penelitian telah menerapkan sistem proteksi pompa, tetapi belum mengintegrasikan pemantauan level air menggunakan sensor HC-SR04, pemantauan arus listrik menggunakan sensor ACS712, proteksi batas minimum air menggunakan float switch, serta notifikasi melalui Telegram dalam satu sistem berbasis *IoT*. Akibatnya, pengguna masih memerlukan beberapa sistem yang berbeda untuk memantau kondisi pompa secara menyeluruh.

Berdasarkan keterbatasan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem pemantauan level air dan arus listrik pada pompa sumur bor berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan sensor HC-SR04, sensor ACS712, *float switch*, dan mikrokontroler ESP32. Pengujian dilakukan secara fungsional untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang, yaitu mendeteksi perubahan level air, membaca arus listrik pompa, mengaktifkan mekanisme proteksi otomatis melalui relay saat kondisi minimum air terdeteksi, serta mengirimkan notifikasi secara *real-time* melalui Telegram. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian fungsional, sistem *IoT* yang dikembangkan mengintegrasikan fungsi pemantauan level air, pemantauan arus listrik, proteksi otomatis, dan notifikasi *real-time* dalam satu sistem sehingga meningkatkan keamanan dan keandalan pengoperasian

pompa sumur bor. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian fungsional, penelitian ini menghasilkan sistem monitoring dan proteksi pompa sumur bor berbasis *Internet of Things* yang mengintegrasikan sensor HC-SR04, sensor ACS712, float switch, ESP32, relay, dan Telegram Bot dalam satu sistem terpadu sehingga mampu melakukan pemantauan, proteksi otomatis, dan penyampaian informasi secara *real-time*.

II. KAJIAN TERKAIT

Air Dan Kebutuhan Air Bersih

Menurut Pangestu dan Lusno, air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan dan kesehatan manusia. Air bersih harus memenuhi standar kesehatan sesuai peraturan yang berlaku agar aman digunakan. Dalam pemenuhannya, masyarakat banyak memanfaatkan sumur bor dengan pompa listrik sebagai sumber penyediaan air, sehingga diperlukan sistem pemantauan yang mampu menjaga keandalan pengoperasian pompa[5].

Internet of Things

Menurut Hadi *et al.* *Internet of Things (IoT)* berakar pada ide untuk menghubungkan berbagai benda fisik ke dalam jaringan internet agar dapat saling berkomunikasi, bertukar data, dan menjalankan fungsi tertentu secara otomatis tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. *IoT* merupakan integrasi antara teknologi sensor, jaringan komunikasi, sistem komputasi, dan perangkat lunak yang memungkinkan objek di dunia nyata menjadi bagian dari ekosistem digital yang cerdas dan responsif. Sensor berfungsi untuk mendeteksi dan mengumpulkan informasi dari lingkungan fisik, seperti suhu, kelembapan, posisi, atau gerakan. Data tersebut kemudian dikirim melalui jaringan internet ke sistem komputasi awan (*cloud computing*), di mana informasi diolah menggunakan analisis data, machine learning, atau kecerdasan buatan untuk menghasilkan wawasan dan tindakan tertentu[6].

ESP32

ESP32 adalah sistem pada seri chip berbiaya rendah dan berdaya rendah, yang dibuat oleh Espressif Systems, yang dirancang untuk digunakan dalam aplikasi seluler, perangkat elektronik yang dapat dikenakan, dan IoT. Arsitektur ESP32 memiliki dasar dari Xtensa 32-bit mikroprosesor, memiliki 7 stage pipeline dan 16/24-bit set instruksi yang memungkinkan kepadatan kode yang tinggi. ESP32 juga memiliki berbagai variasi lingkungan pengembangan seperti ArduinoIDE, MicroPython dan ESP-IDF (framework pengembangan IoT dari ESP32)[7].

Sensor HC-SR04

Menurut Banzi dan Shiloh, sensor HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur jarak dengan memanfaatkan pantulan gelombang ultrasonik. Sensor bekerja melalui transmitter dan receiver untuk menghitung jarak berdasarkan waktu tempuh gelombang, sehingga mampu melakukan pengukuran tanpa kontak langsung dengan objek. Karakteristik tersebut menjadikan HC-SR04 banyak digunakan pada aplikasi pengukuran jarak, monitoring level cairan, dan sistem berbasis mikrokontroler[8].

Sensor ACS712

Menurut Ripka, sensor arus berbasis *Hall Effect* bekerja dengan mendeteksi medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik pada konduktor, kemudian mengubahnya menjadi sinyal listrik yang sebanding dengan besar arus yang terukur. Prinsip ini memungkinkan pengukuran arus AC maupun DC tanpa kontak langsung dengan rangkaian utama sehingga aman dan banyak diterapkan pada sistem monitoring berbasis mikrokontroler[9].

Telegram

Menurut Fathoni dan Khotimah Telegram Bot merupakan aplikasi otomatis yang berjalan melalui jaringan internet dan dapat merespons perintah pengguna secara otomatis. Telegram menyediakan dua metode Application Programming Interface (API), yaitu Instant Messaging (IM) dan Telegram Bot. Pada mode Instant Messaging, Telegram menyediakan source code yang dapat dimodifikasi dan dikembangkan sesuai kebutuhan pengguna. Telegram Bot banyak dimanfaatkan dalam sistem *Internet of Things (IoT)* sebagai media monitoring dan notifikasi secara *real-time* karena mudah diintegrasikan dengan berbagai perangkat dan mikrokontroler.[10]

Arduino IDE

Menurut Banzi dan Shiloh, Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, mengompilasi, dan mengunggah program (*sketch*) ke papan Arduino maupun mikrokontroler yang kompatibel. Arduino IDE mendukung bahasa pemrograman berbasis C/C++ serta menyediakan berbagai pustaka (*library*) yang memudahkan pengembangan aplikasi mikrokontroler[8].

Breadboard

Menurut Scherz dan Monk, breadboard merupakan papan prototipe yang digunakan untuk merangkai komponen elektronika tanpa proses penyolderan. Breadboard menyediakan jalur konduktor internal yang memungkinkan komponen dan kabel penghubung dihubungkan sementara sehingga memudahkan proses perancangan, pengujian, dan modifikasi rangkaian elektronika[11].

Float Switch

Menurut Banzi dan Shiloh, *float switch* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi perubahan level cairan berdasarkan pergerakan pelampung. Sensor ini menghasilkan keluaran ON atau OFF sesuai posisi pelampung sehingga banyak dimanfaatkan sebagai sistem proteksi otomatis untuk mencegah pompa bekerja saat air berada di bawah batas aman (*dry run*) [12].

Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Hasanah *et al*, dengan judul Perancangan Sistem Monitoring Level Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis *IoT* dengan Aplikasi *Blynk* dan *Telegram* bertujuan untuk memantau level air tangki secara *real time* menggunakan sensor HC-SR04 dan mikrokontroler ESP32. Data level air dikirim melalui jaringan IoT dan ditampilkan di aplikasi *Blynk*, sedangkan notifikasi Telegram memungkinkan pengguna menerima peringatan ketika air mencapai batas minimum atau maksimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini akurat, efisien, dan mempermudah pemantauan jarak jauh.[13]

Selanjutnya, Ovid *et al*, dengan judul *Prototype Sistem Pemantauan Tinggi Muka Air Berbasis ESP32 untuk Sistem Peringatan Dini Melalui Telegram* memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler ESP32 untuk memantau tinggi muka air serta memberikan notifikasi *real time* melalui Telegram. Sistem ini memungkinkan pengguna memantau kondisi air dari jarak jauh dan mengambil tindakan cepat saat terjadi kondisi kritis. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini efektif, responsif, dan sesuai untuk pemantauan skala rumah tangga[14]. Pengembangan Sistem Pemantauan Pemakaian Listrik Rumah Berbasis *Internet of Things* mengintegrasikan sensor ACS712 dengan mikrokontroler ESP32 dan platform IoT, sehingga arus listrik dapat dipantau secara real-time dan dikirim notifikasi ke pengguna. Sistem ini terbukti meningkatkan efisiensi energi dan mempermudah pengawasan peralatan listrik dari jarak jauh.[15]

III. METODE

Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras adalah 1) ESP32 DevKit V1; 2) Sensor HC-SR04 3) Breadboard; 4). Powerbank; 5) Modul Relay; 6) Kabel Jumper; 7) LCD I2C 16x2; 8) Sensor Float Switch; 9) Sensor ACS712 dan perangkat lunak. Komponen perangkat keras adalah serta Perangkat Lunak adalah Arduino IDE dan Telegram Bot

Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem monitoring dan proteksi pompa sumur bor. Selanjutnya dilakukan perancangan perangkat keras yang terdiri atas ESP32, sensor HC-SR04, sensor ACS712, *float switch*, relay, buzzer, LCD I2C, dan modul WiFi, serta perancangan perangkat lunak menggunakan Arduino IDE. Setelah proses perancangan selesai, sistem diimplementasikan dan diuji untuk mengetahui kinerja setiap komponen. Pengujian meliputi pembacaan level air oleh sensor HC-SR04, pembacaan arus listrik menggunakan ACS712, deteksi batas minimum air oleh *float switch*, pengendalian pompa melalui relay, serta pengiriman notifikasi melalui Telegram. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengevaluasi keberhasilan sistem dalam melakukan monitoring dan proteksi pompa sumur bor berbasis *Internet of Things* (IoT).

Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk membangun sistem pemantauan level air dan arus listrik pompa sumur bor berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem terdiri atas tiga bagian utama, yaitu *input*, *proses*, dan *output*. Bagian *input* menggunakan sensor HC-SR04 untuk mengukur level air, sensor ACS712 untuk mengukur arus listrik pompa, serta *float switch* sebagai proteksi ketika level air mencapai batas minimum. Seluruh data sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem.

ESP32 mengolah data hasil pembacaan sensor untuk menentukan kondisi operasi pompa. Pada kondisi normal, sistem mengaktifkan relay sehingga pompa

dapat bekerja serta menampilkan informasi level air dan arus listrik pada LCD I2C. Apabila terdeteksi kondisi air minimum atau arus melebihi batas yang ditentukan, ESP32 akan memutus kerja relay, mengaktifkan buzzer sebagai alarm, dan mengirimkan notifikasi secara *realtime* melalui Telegram Bot menggunakan koneksi WiFi. Alur kerja sistem dimulai dari proses inialisasi ESP32, pembacaan sensor HC-SR04, ACS712, dan *float switch*, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data untuk menentukan kondisi sistem. Selanjutnya ESP32 mengendalikan relay, memperbarui tampilan LCD, serta mengirimkan notifikasi Telegram sesuai kondisi yang terdeteksi. Flowchart alur kerja sistem sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Cara Kerja Sistem

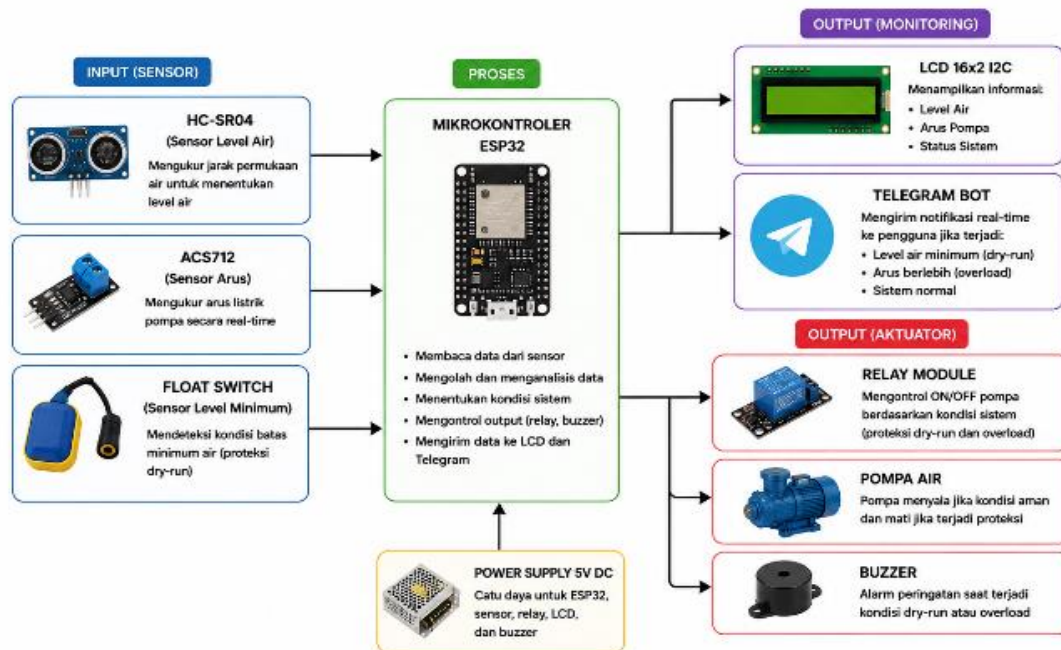
Dari Gambar Flowchart di atas dapat dijelaskan sebagai berikut: Mulai: ESP32 mendapatkan daya dari power bank dan sistem mulai bekerja. Inisialisasi Sistem: ESP32 menginisialisasi sensor *float switch*, sensor HC-SR04, sensor ACS712, relay, pompa, dan koneksi Telegram. Kemudian melakukan pembacaan Float Switch: ESP32 membaca kondisi *float switch* untuk mendeteksi apakah level air telah mencapai batas minimum. Setelah mengecek Level Air: Sistem

memeriksa apakah level air telah mencapai batas minimum berdasarkan pembacaan *float switch*. Selanjutnya Pompa dimatikan: Jika air mencapai batas minimum, relay memutuskan arus listrik sehingga pompa berhenti bekerja. Maka proses berikutnya adalah mengirim Notifikasi Telegram: Setelah pompa dimatikan, sistem mengirimkan notifikasi ke Telegram bahwa kondisi air telah mencapai batas minimum. Selanjutnya pompa akan menyala: Jika level air masih berada di atas batas minimum, relay tetap aktif sehingga pompa dapat bekerja normal. Dalam membaca Sensor HC-SR04: Sensor HC-SR04 mengukur jarak antara sensor dan permukaan air akan menghitung dan menampilkan Level Air: ESP32 menghitung persentase level air berdasarkan hasil pembacaan HC-SR04 dan menampilkannya pada LCD dan membaca Sensor ACS712: Sensor ACS712 mengukur arus listrik yang mengalir menuju pompa dan mengirimkan data ke ESP32. Pengecekan Arus Listrik dilakukan agar sistem membandingkan arus yang terbaca dengan batas overload yang telah ditentukan. Proses berikutnya adalah memproteksi overload: Jika arus melebihi batas, relay mematikan pompa dan sistem mengirimkan

notifikasi Telegram sebagai peringatan overload. proses ini akan dilakukan monitoring berulang: Jika arus masih dalam kondisi normal, relay tetap aktif sehingga pompa terus bekerja dan sistem kembali mengulangi proses monitoring mulai dari pembacaan float switch secara *realtime* selama ESP32 masih mendapatkan catu daya.

Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem menggambarkan hubungan antar komponen dalam sistem monitoring dan proteksi pompa sumur bor. Pada sistem yang dikembangkan, sensor HC-SR04 digunakan untuk membaca level air, sedangkan sensor ACS712 digunakan untuk membaca arus listrik pompa. Float switch berfungsi sebagai sensor pengaman ketika level air mencapai batas minimum. Seluruh data diproses oleh mikrokontroler ESP32, kemudian ditampilkan pada LCD I2C dan dikirimkan ke Telegram melalui jaringan Wi-Fi. Apabila terdeteksi kondisi level air minimum atau arus listrik yang melebihi batas yang telah ditentukan, ESP32 akan mengaktifkan relay untuk memutuskan suplai listrik pompa dan buzzer sebagai alarm.

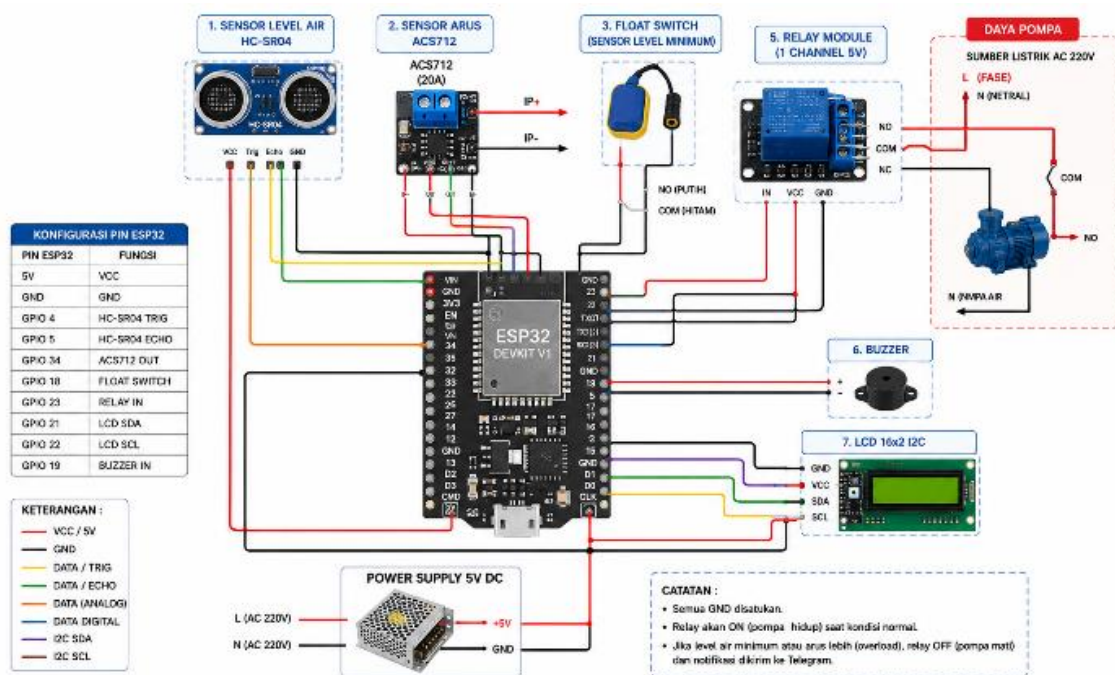


Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Sekematik Alat

Sekematik alat menunjukan hubungan antar komponen perangkat keras yang digunakan dalam sistem monitoring. Setiap komponen dihubungkan sesuai

dengan fungsi dan konfigurasi sistem yang telah di rancang.



Gambar 3. Skematik Alat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak menjadi sistem monitoring dan proteksi pompa sumur bor berbasis Internet of Things (IoT). Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama untuk mengolah data sensor, mengendalikan relay, menampilkan informasi pada LCD I2C, serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram. Sensor HC-SR04 dipasang pada bagian atas sumur untuk mengukur level air berdasarkan jarak antara sensor dan permukaan air. Sensor ini tidak dicelupkan ke dalam air karena bekerja menggunakan pantulan gelombang ultrasonik melalui udara. Sebagai proteksi utama terhadap kondisi *dry run*, digunakan *float switch* yang dipasang sekitar 5 meter di atas pompa. Ketika *float switch* tidak lagi mendeteksi air, sistem secara otomatis mematikan pompa melalui relay dan mengirimkan notifikasi Telegram.

Pemantauan arus listrik dilakukan menggunakan sensor ACS712 yang dipasang secara seri pada jalur menuju pompa. Sensor membaca arus kerja pompa dengan arus normal sekitar 0,81 A, sedangkan batas overload ditetapkan sebesar 1,5 A. Apabila arus melebihi batas tersebut, ESP32 mematikan pompa melalui relay, mengaktifkan buzzer selama 15 detik, dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui Telegram. Selain bekerja secara otomatis, sistem juga dilengkapi dengan saklar manual untuk mengoperasikan pompa. Namun, sistem proteksi tetap menjadi prioritas sehingga pompa tidak akan beroperasi apabila terjadi kondisi air minimum atau *overload*. Informasi level air, arus listrik, status *float switch*, dan status pompa ditampilkan secara *realtime* pada LCD I2C sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan.

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem monitoring dan proteksi pompa sumur bor berbasis *Internet of Things (IoT)* yang telah dirancang. Pengujian dilakukan pada setiap sensor dan modul yang digunakan untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

Pengujian meliputi pengujian sensor *float switch*, sensor HC-SR04, sensor ACS712, relay, buzzer, LCD I2C, serta notifikasi Telegram. Selain itu, dilakukan juga pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan monitoring dan proteksi pompa secara otomatis. Pada pengujian ini, pompa sumur bor yang digunakan memiliki spesifikasi daya sebesar 0,18 kW atau 180 Watt dengan tegangan kerja 220V AC. Sistem pengujian dilakukan dengan beberapa kondisi seperti kondisi air normal, air habis, kondisi *overload* arus listrik, serta pengoperasian saklar manual. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, seluruh komponen sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan logika dan perancangan sistem yang telah dibuat.

Pengujian Sensor HC-SR04

Pengujian sensor HC-SR04 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca perubahan level air pada sistem monitoring sumur bor. Sensor HC-SR04 bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan air, kemudian hasil pembacaan diolah oleh ESP32 menjadi persentase level air.

Pada penelitian ini, sensor HC-SR04 dipasang sekitar 5 cm di atas permukaan air sebagai kondisi awal air penuh. Sensor digunakan sebagai monitoring level air untuk menampilkan persentase kondisi air secara *realtime* pada LCD. Sedangkan untuk proteksi utama kondisi air habis tetap menggunakan *float switch* yang dipasang sekitar 5 meter di atas pompa air pada sumur

bor. Pengujian dilakukan dengan beberapa perubahan level air untuk mengetahui perubahan jarak pembacaan sensor terhadap persentase level air yang ditampilkan oleh sistem.

Table 1. Hasil pengujian Sensor Sensor HC-SR04

No	Jarak Permukaan Air Terhadap Sensor	Persentase Air	Status
1	5 cm	100%	Normal
2	10 cm	80%	Normal
3	15 cm	60%	Normal
4	20 cm	40%	Normal
5	25 cm	20%	Air Menurun
6	30 cm	0%	Air Menurun

Pengujian Sensor ACS712

Pengujian sensor ACS712 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca arus listrik yang masuk ke pompa sumur bor. Sensor ACS712 dipasang secara seri pada jalur arus pompa sehingga arus yang mengalir menuju pompa dapat terbaca oleh ESP32. Pompa sumur bor yang digunakan memiliki spesifikasi daya 0,18 kW atau 180 Watt dengan tegangan kerja 220V. Besarnya arus listrik dapat dihitung berdasarkan hubungan antara daya, tegangan, dan arus yang dinyatakan dengan persamaan $P=V \times I$ atau $I = \frac{P}{V}$. Dengan mengubah persamaan tersebut diperoleh rumus untuk menghitung arus sebagai berikut (Floyd, 2020):

$$I = \frac{P}{V} \quad (1)$$

$$I = \frac{180}{220}$$

$$I = 0,81 \text{ A}$$

Keterangan:

I = Arus listrik (Ampere/A)

P = Daya listrik pompa (Watt/W)

V = Tegangan listrik (Volt/V)

Berdasarkan hasil perhitungan, arus normal pompa berada pada kisaran 0,81 A. Nilai tersebut digunakan sebagai acuan dalam pengujian sensor ACS712 untuk mengetahui kesesuaian hasil pembacaan arus pada pompa sumur bor.

Table 2. Hasil Pengujian Sensor ACS712

No	Kondisi Pengujian	Arus Terbaca (A)	Status
1	Pompa OFF	0,00	Pompa OFF
2	Pompa ON saat awal bekerja	0,72	Normal
3	Pompa ON kondisi normal	0,81	Normal
4	Pompa ON kondisi beban meningkat	1,12	Normal
5	Arus melebihi batas overload (1,5 A)	1,56	Pompa OFF, Buzzer ON, Telegram Terkirim

Pengujian Float Switch

Pengujian *float switch* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi batas minimum level air pada sumur bor. Pada penelitian ini, *float switch* dipasang dengan cara digantung dari bagian atas sumur menuju ke bawah hingga mencapai posisi sekitar 5 meter di atas pompa air.

Float switch berfungsi sebagai sensor proteksi utama untuk mencegah pompa bekerja ketika level air berada di bawah batas aman. Berdasarkan program yang digunakan, sistem akan membaca kondisi *float switch* melalui pin GPIO 4 pada ESP32. Ketika *float switch* mendeteksi air, maka pompa dapat bekerja normal. Sebaliknya, apabila *float switch* tidak mendeteksi air, maka sistem akan mematikan relay pompa secara otomatis, mengaktifkan *buzzer* selama 15 detik, serta mengirimkan notifikasi Telegram kepada pengguna. Pengujian dilakukan dengan beberapa kondisi perubahan level air untuk mengetahui respon sistem terhadap status *float switch*.

Table 3. Hasil Pengujian Sensor Float Switch

No	Kondisi Float Switch	Status Float	Status Pompa	Status Sistem
1	Float menyentuh air	ADA	ON	Normal
2	Float berada pada batas minimum air	ADA	ON	Waspada
3	Float tidak menyentuh air	HABIS	OFF	Proteksi Aktif dan Notifikasi Ke Telegram

Pengujian Notifikasi Telegram

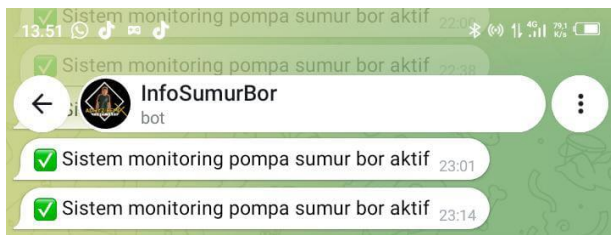
Pengujian Telegram dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengirimkan notifikasi secara *realtime* kepada pengguna melalui aplikasi Telegram. Pada penelitian ini, Telegram digunakan sebagai media monitoring jarak jauh berbasis *Internet of Things (IoT)*, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi sistem tanpa harus berada langsung di lokasi sumur bor.

Sistem Telegram dihubungkan melalui koneksi *WiFi* pada ESP32 dan menggunakan *bot* Telegram yang telah dibuat sebelumnya. Berdasarkan program yang digunakan, sistem akan mengirimkan notifikasi ketika ESP32 berhasil terhubung ke jaringan *WiFi*, ketika kondisi air habis terdeteksi oleh *float switch*, serta ketika terjadi *overload* arus listrik pada pompa.

Pengujian dilakukan pada beberapa kondisi untuk mengetahui tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan notifikasi secara otomatis sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor dan logika program yang telah dirancang.

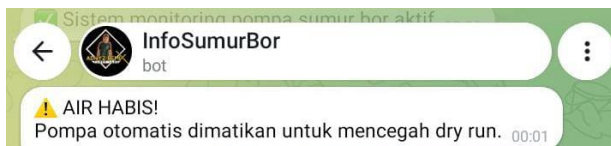
Table 4. Hasil Pengujian Sensor ACS712

No	Kondisi Sistem	Notifikasi Telegram	Status
1	Sistem aktif dan <i>WiFi</i> terhubung	"Sistem monitoring pompa sumur bor aktif"	Berhasil
2	Air habis terdeteksi	"AIR HABIS! Pompa otomatis dimatikan"	Berhasil
3	Overload terdeteksi	"OVERLOAD TERDETEKSI! Pompa otomatis dimatikan"	Berhasil



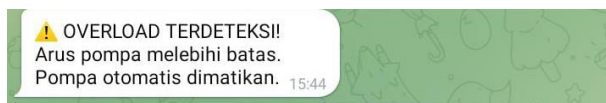
Gambar 2. Notifikasi Telegram Saat Sistem Monitoring Pompa Sumur Bor Aktif

Pada Gambar 2. Menunjukkan notifikasi Telegram yang dikirim secara otomatis ketika sistem monitoring pompa sumur bor berhasil diaktifkan. Notifikasi dengan pesan "Sistem monitoring pompa sumur bor aktif" menandakan bahwa ESP32 telah berhasil melakukan proses inisialisasi, terhubung ke jaringan WiFi, dan tersambung dengan Bot Telegram. Pengiriman notifikasi ini berfungsi sebagai konfirmasi kepada pengguna bahwa sistem telah siap melakukan pemantauan level air dan arus listrik secara realtime. Berdasarkan hasil pengujian, notifikasi berhasil diterima pada aplikasi Telegram sehingga menunjukkan bahwa komunikasi antara ESP32 dan Telegram Bot berjalan dengan baik.



Gambar 3. Notifikasi Telegram saat kondisi air habis

Pada Gambar 3. Menunjukkan notifikasi Telegram yang dikirim secara otomatis ketika *float switch* mendeteksi kondisi air habis. Pada kondisi ini, ESP32 mematikan pompa melalui relay untuk mencegah dry run dan mengirimkan pesan peringatan kepada pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa notifikasi berhasil diterima secara realtime melalui aplikasi Telegram.



Gambar 4. Notifikasi Telegram saat arus pompa melebihi batas (*overload*)

Pada Gambar 4. Menunjukkan notifikasi Telegram yang dikirim secara otomatis ketika sensor ACS712 mendeteksi arus listrik pompa melebihi batas 1,5 A (*overload*). Pada kondisi ini, ESP32 mematikan pompa melalui relay untuk mencegah kerusakan serta mengirimkan peringatan kepada pengguna secara *realtime*. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan sistem monitoring dan proteksi pompa sumur bor berbasis *Internet of Things* (IoT) melalui integrasi sensor HC-SR04 untuk pemantauan level air, sensor ACS712 untuk pemantauan arus listrik, *float switch* sebagai mekanisme proteksi level minimum air, mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, serta

Telegram Bot sebagai media notifikasi *real-time* dalam satu sistem yang terintegrasi.

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian fungsional, sistem mampu melakukan pemantauan kondisi pompa, menjalankan mekanisme proteksi otomatis melalui relay, serta mengirimkan notifikasi kepada pengguna sesuai dengan fungsi yang telah dirancang, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan keandalan pengoperasian pompa sumur bor.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan pertama, sistem pemantauan level air dan arus listrik pompa sumur bor berbasis ESP32 berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan sensor HC-SR04 dan ACS712. Sistem mampu memantau level air dan arus listrik secara realtime serta menampilkan informasi kondisi sistem melalui LCD I2C, kedua sistem berhasil mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram ketika level air mencapai batas minimum atau terjadi overload arus listrik pada pompa, sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan dan menerima informasi kondisi sistem secara jarak jauh dan ketiga penambahan sensor *float switch* sebagai proteksi batas minimum air berhasil meningkatkan keandalan sistem dengan mematikan pompa secara otomatis saat level air berada di bawah batas aman, sehingga dapat mencegah pompa bekerja tanpa air (*dry run*).

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian sistem hanya dilakukan menggunakan metode pengujian fungsional untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang, sehingga belum mencakup pengujian akurasi sensor, analisis kesalahan pengukuran, maupun evaluasi performa sistem dalam jangka panjang. Selain itu, sistem masih bergantung pada koneksi Wi-Fi untuk proses pengiriman notifikasi melalui Telegram, sehingga kinerja komunikasi dipengaruhi oleh kestabilan jaringan internet.

Rekomendasi penelitian Selanjutnya selanjutnya dapat mengembangkan sistem dengan menambahkan media komunikasi alternatif, seperti modul GSM atau LoRa, sehingga sistem tetap dapat mengirimkan notifikasi pada lokasi yang tidak memiliki jaringan Wi-Fi. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan penyimpanan data berbasis *cloud* untuk merekam riwayat monitoring, melakukan analisis konsumsi energi pompa, serta menerapkan metode analisis data atau *predictive maintenance* guna meningkatkan efektivitas pemeliharaan pompa sumur bor.

VI. REFERENSI

- [1] B. Ayuningtyas, R. S. Akbar, S. Ilman, R. Rustandi, and N. Nurudin, "Prototype of an IoT-Based Height Sorting Conveyor Using ESP32, HC-SR04, and IR Sensors," *J. Ilm. Tek.*, vol. 5, no. 1, pp. 223–237, 2026, doi: 10.56127/juit.v5i1.2532.
- [2] I. T. Putri, K. Fitriamalia, Allwine, and W. A. Pulungan, "Water Level Monitoring System as a Flood Detection System Based on the Internet of Things (IoT) with Quantitative Experimental Methodology," *J. Armada Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 35–42, 2026.

- [3] Ratnawati and Sunardi, "Load Characteristics with Current Detection Using an Arduino Based ACS712 Sensor," *J. Robot. Control*, vol. 1, no. 6, pp. 201–205, 2020, doi: 10.18196/jrc.1643.
- [4] T. N. Pratama and K. D. Irianto, "Integrasi Sensor Ultrasonik dan ESP32 pada Sistem Tempat Sampah Cerdas," *Technologia*, vol. 17, no. 2, pp. 570–576, 2026, doi: 10.31602/tji.v17i2.23255.
- [5] M. P. Pangestu and M. F. D. Lusno, "Kualitas Air Minum Rumah Tangga di Indonesia Berdasarkan Parameter Fisik, Kimia, dan Mikrobiologi: Studi Cross-Sectional Mengacu pada Standar Nasional," *J. Penelit. Inov.*, vol. 5, no. 2, pp. 1689–1696, 2025, doi: 10.54082/jupin.1534.
- [6] H. S. Hadi, A. Dani, S. J. Peramatasari, Sofyan, and A. Y. Vandika, *Internet of Thing (IoT): Prinsip dan Implementasinya*, First Edition. Yogyakarta: Yayasan Putra Adi Dharma, 2025.
- [7] M. Samiullah, M. Z. Irfan, and A. Rafique, "Microcontrollers: A Comprehensive Overview and Comparative Analysis of Diverse Types," *engrXiv*, 2023, doi: 10.31224/3228.
- [8] M. Banzi and M. Shiloh, *Getting Started with Arduino*, 4th ed. Sebastopol, CA: Maker Media, Inc., 2022.
- [9] P. Ripka, *Magnetic Sensors and Magnetometers*, 2nd ed. Norwood, MA: Artech House, 2021.
- [10] A. N. Fathoni and K. Khotimah, "Rancang Bangun Smart Home Berbasis IoT Menggunakan Telegram Messenger Bot dan NodeMCU ESP32," *TELKA J. Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 9, no. 1, pp. 34–43, 2023, doi: 10.15575/telka.v9n1.34-43.
- [11] P. Scherz and S. Monk, *Practical Electronics for Inventors*, 4th ed. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2016.
- [12] L. Muntasiroh, M. Ikhwanudin, and M. T. Prasetyo, "Design and Build a Water Pump Control System Using a Monitoring System Based on Telegram Communication," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 139–146, 2024, doi: 10.37905/jjee.v6i2.24604.
- [13] A. P. Hasanah, M. I. Sarif, and Hafni, "Perancangan Sistem Monitoring Level Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis IoT dengan Aplikasi Blynk," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 2, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6485.
- [14] A. Ovid, E. Yandani, and Asril, "Prototype Sistem Pemantauan Tinggi Muka Air Berbasis ESP32 Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir Melalui Telegram," *JEKIN - J. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 3, pp. 1081–1089, 2025, doi: 10.58794/jekin.v5i3.1634.
- [15] A. P. Wijaya, M. S. Said, and A. M. Islah, "Pengembangan Sistem Pemantauan Pemakaian Listrik Rumah Berbasis Internet of Things," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 475–479, 2025, doi: 10.51876/simtek.v10i2.1676.