

RANCANG BANGUN MODEL SISTEM KENDALI POMPA AIR DILENGKAPI MONITORING VOLUME DAN KETINGGIAN AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS BERTENAGA SURYA

Muhammad Farkhan Anwar; Agus Supardi
Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Proses pemindahan air dari reservoir ke tandon air adalah aspek penting dari pengelolaan air perkotaan, yang menjamin pasokan air minum bersih yang stabil untuk rumah tangga dan perusahaan. Air diambil dari reservoir atau sumber air alami dan dikirim melalui jaringan pipa ke instalasi pengolahan untuk menghilangkan kotoran dan kontaminan sebelum dialirkan ke konsumen melalui pompa air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem kendali pompa air berdasarkan ketinggian permukaan air yang dapat dikendalikan dan dimonitor melalui aplikasi Blynk. Alat ini menggunakan sumber Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang lebih ramah lingkungan dan tidak memerlukan biaya pengeluaran yang tinggi. Sistem kendali menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian permukaan air, sensor *water flow* untuk mengukur laju aliran dan volume air, serta *mikrokontroler* ESP32 untuk mengontrol pompa air. Untuk sistem *monitoring* alat ini menggunakan *mikrokontroler* ESP32 berbasis *Internet of Things* dan dapat dilihat menggunakan aplikasi Blynk. Data yang ditampilkan melalui aplikasi Blynk akan dicatat menggunakan Google Spreadsheet. Penelitian ini mendeskripsikan penerapan aplikasi Blynk sebagai sistem kendali pompa air dan *monitoring* pembacaan sensor, serta mendeskripsikan tingkat kinerja sensor ultrasonik dan sensor *water flow* dalam memecahkan masalah untuk mencapai tujuan dalam penelitian. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa sensor ultrasonik dan sensor *water flow* dapat bekerja dengan baik untuk mengukur tingkat ketinggian, laju aliran, dan volume air. Sensor ultrasonik JSN-SR04T mempunyai rata - rata error sebesar 1,21% dalam mengukur tinggi air. Sensor water flow FS300A memiliki tingkat rata - rata error sebesar 1,38% dalam mengukur laju air. Untuk membaca volume air sensor water flow FS300A memiliki rata - rata error sebesar 0,646%.

Kata Kunci: Volume Air, Laju Aliran Air, Ketinggian Air, *Monitoring*, *Internet of Things*.

Abstract

The process of transferring water from reservoirs to water reservoirs is an important aspect of urban water management, which ensures a steady supply of clean drinking water for households and enterprises. Water is drawn from reservoirs or natural water sources and sent through pipelines to treatment plants to remove impurities and contaminants before being delivered to consumers via water pumps. The purpose of this research is to create a water pump control system based on the water level that can be controlled and monitored through the Blynk application. This tool uses a Solar Power Plant (PLTS) source which is more environmentally friendly and does not require high expenditure costs. The control system uses ultrasonic sensor to measure the water level, water flow sensor to measure the flow rate and volume of water, and ESP32 microcontroller to control the water pump. For the monitoring system, this device uses an ESP32 microcontroller based on the Internet of Things and can be seen using the Blynk application. The data displayed through Blynk application will be recorded using Google Spreadsheet. This research describes the

application of the Blynk application as a water pump control system and monitoring sensor readings, and describes the performance level of ultrasonic sensors and water flow sensors in solving problems to achieve the objectives in the research. Based on the results of the research, it was found that ultrasonic sensors and water flow sensors can work well to measure the level of height, flow rate, and volume of water. The JSN-SR04T ultrasonic sensor has an average error of 1.21% in measuring water height. The FS300A water flow sensor has an average error rate of 1.38% in measuring the water rate. To read the volume of water the FS300A water flow sensor has an average error of 0.646%.

Keywords Water Volume, Water Flow Rate, Water Level, Monitoring, Internet of Things.

1. PENDAHULUAN

Akses terhadap air merupakan faktor penting bagi masyarakat Indonesia, terutama di daerah yang letak sumber airnya jauh. Pentingnya distribusi air dalam mengatasi masalah kelangkaan air yang dihadapi oleh kota-kota seperti Jakarta. Strategi pasokan air kota didasarkan pada analisis pasokan dan permintaan yang menekankan pentingnya meningkatkan akses rumah tangga terhadap air pipa (Ardhianie et al., 2022). Proses pemindahan air dari reservoir ke tandon air adalah aspek penting dari pengelolaan air perkotaan, memastikan pasokan air minum bersih yang stabil untuk rumah tangga dan perusahaan komersial. Proses ini biasanya dimulai dengan mengambil air dari reservoir atau sumber air alami seperti sungai atau danau. Air tersebut kemudian disalurkan melalui jaringan pipa, yang sering disebut sebagai sistem distribusi air, ke pabrik pengolahan air yang kemudian melalui berbagai tahapan pengolahan untuk menghilangkan kotoran dan kontaminan. Air yang telah diolah disalurkan ke konsumen melalui pompa air (Szpak et al., 2024).

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang berkembang pesat yang menghubungkan dunia fisik dan digital, sehingga memungkinkan pengguna dan segala sesuatu untuk terhubung terlepas dari waktu dan jarak. *Internet of Things* bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup dan transformasi industri dengan memanfaatkan perangkat yang saling terhubung untuk meningkatkan operasional, produktivitas, dan penghematan biaya. Bisnis yang sepenuhnya memanfaatkan *Internet of Things* akan memperoleh keunggulan kompetitif, menjadi lebih gesit dan mampu memenuhi kebutuhan pelanggan (Lampropoulos et al., 2019). Oleh karena itu, pentingnya penggunaan *Internet of Things* dalam setiap bisnis pada era sekarang tidak dapat dipandang sebelah mata. Integrasi *Internet of Things* ke dalam operasional bisnis dapat meningkatkan efisiensi, mempercepat pengambilan keputusan, dan meningkatkan tanggapan terhadap perubahan pasar. *Internet of Things* merupakan aspek penting dalam menghadapi persaingan bisnis yang semakin ketat.

Sensor *water flow* adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur laju aliran air dalam berbagai aplikasi seperti sistem pemantauan pipa dan instalasi pengolahan air. Sensor ini berperan penting dalam mengukur jumlah air yang mengalir melalui pipa dan saluran air, sehingga memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses aliran air menjadi lebih efisien. Sensor *water flow* dikenal dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam mengukur laju aliran air (Majid et al., 2023). Penggunaan Sensor *water flow* menjadi semakin

penting dalam beberapa tahun terakhir, karena sumber daya air dapat dipantau dan dikelola secara efektif. Seiring kemajuan teknologi dan berkembangnya jenis sensor baru, sensor ini kemungkinan akan memainkan peran yang lebih penting dalam memastikan distribusi dan konservasi air yang efisien di masa depan (Al-Khowarizmi & Naibaho, 2021). Sensor aliran air terbukti memiliki tingkat akurasi sangat tinggi dalam mengukur debit air. Penelitian yang dilakukan oleh membuktikan bahwa rata - rata *error* sebesar 3,6% (Herdiyanto et al., 2023).

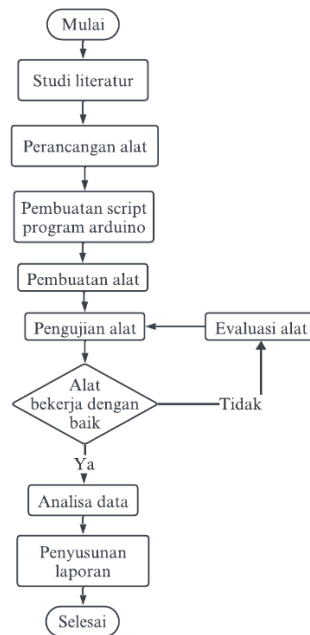
Sensor ultrasonik merupakan sensor yang dapat mengukur jarak dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik JSN-SR04T dan HC-SR04 telah terbukti memiliki akurasi yang tinggi dalam pengukuran jarak. Sensor ultrasonik JSN-SR04T memiliki tingkat akurasi tertinggi yaitu 99,99%, dan HC-SR04 yang memiliki akurasi sebesar 99,95%. Namun sensor ultrasonik ini memiliki titik buta dari 0-20 cm dan tidak dapat mengukur jarak secara akurat pada rentang tersebut. Selain akurasi yang tinggi, keunggulan lain dari sensor ultrasonik JSN-SR04 adalah kemampuannya untuk tahan air sehingga cocok digunakan pada lingkungan lembap atau area yang terkena air (Sze et al., 2022).

Penelitian ini didasarkan pada permasalahan warga di Indonesia yang tidak memiliki akses terhadap air bersih. Hal ini disebabkan jarak menuju sumber air terlalu jauh, sehingga sehingga sulit memperoleh air dalam jumlah cukup. Pembelian air bersih menjadi beban keuangan yang besar bagi sebagian warga karena harganya yang mahal, dan masalah ini tidak hanya berdampak pada kualitas hidup penduduk namun juga berdampak pada kesehatan dan kesejahteraan mereka secara keseluruhan.

Berdasarkan masalah tersebut penulis bertujuan untuk membuat sistem kendali pompa air berdasarkan ketinggian permukaan air yang dapat dikendalikan dan dimonitor melalui aplikasi Blynk. Alat ini menggunakan sumber Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang lebih ramah lingkungan dan tidak memerlukan biaya pengeluaran yang tinggi. Sistem kendali menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian permukaan air, sensor *water flow* untuk mengukur aliran dan volume air, serta *mikrokontroler* ESP32 untuk mengontrol pompa air. Untuk sistem *monitoring* alat ini menggunakan *mikrokontroler* ESP32 berbasis *Internet of Things* dan dapat dilihat menggunakan aplikasi Blynk. Data yang ditampilkan melalui aplikasi Blynk akan dicatat menggunakan Google Spreadsheet. Alat ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi keterbatasan akses air bersih bagi masyarakat Indonesia.

2. METODE

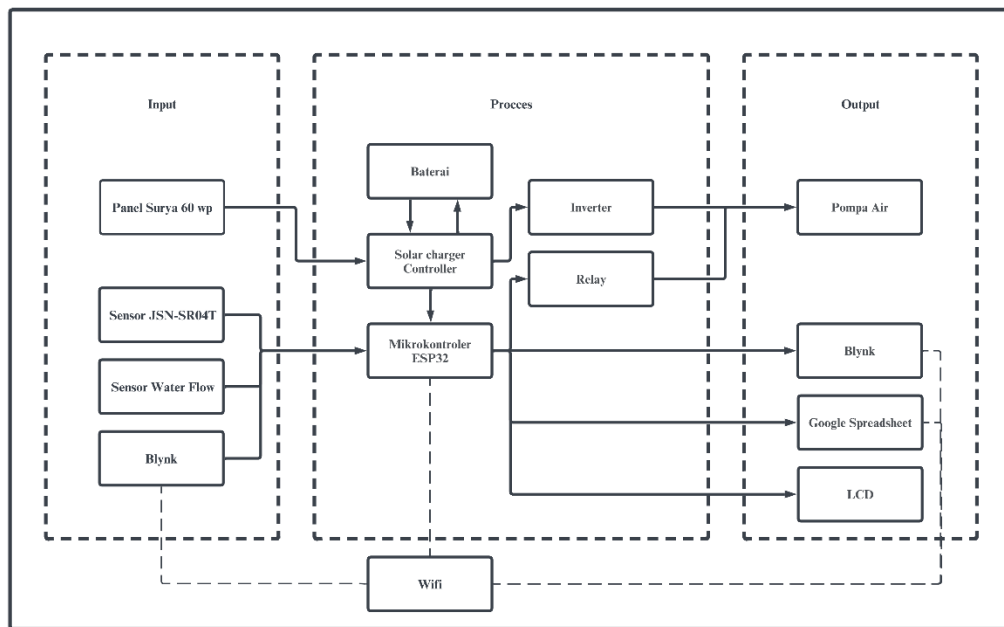
2.1 Tahapan Penelitian



Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Penelitian

Berdasarkan pada gambar 1, tahapan penelitian diawali dengan studi literatur. Tahapan ini merupakan pencarian data dan bahan tentang perancangan sistem kendali pompa air dilengkapi *monitoring* volume dan ketinggian air berbasis *internet of things* bertenaga surya berdasarkan jurnal dan artikel. Tahapan selanjutnya merupakan perancangan alat dan pembuatan kode program berdasarkan jurnal dan artikel yang relevan. Pembuatan alat merupakan tahapan yang dilakukan setelah perancangan dan pembuatan kode program alat. Tahap ini merupakan hasil dari perancangan alat dan pembuatan kode program, sehingga menghasilkan sebuah alat yang dapat berfungsi dengan baik. Pada tahap selanjutnya, peneliti akan melakukan pengujian terhadap alat yang sudah dibuat. Pada saat pengujian alat akan dilakukan pengecekan dan kalibrasi agar apabila terjadi kesalahan akan segera dilakukan evaluasi dan perbaikan alat. Alat yang sudah lolos pada tahap pengujian akan dilakukan pengumpulan data. Data akan dianalisis berdasarkan parameter yang sudah ditentukan. Tahapan terakhir akan dilakukan penyusunan laporan dari hasil penelitian, pengamatan, dan pengujian yang telah dilakukan di lokasi pengujian.

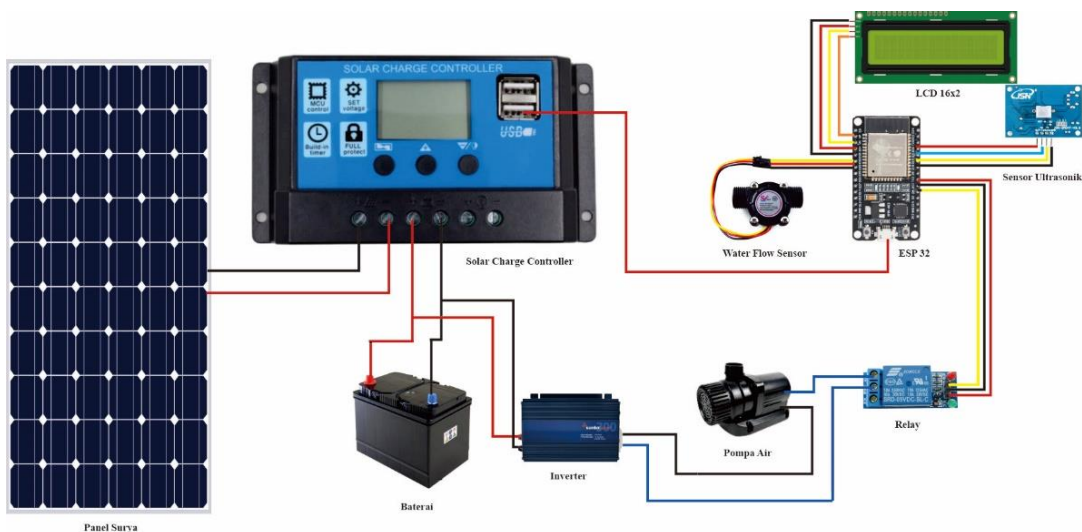
2.2 Blok Diagram Sistem



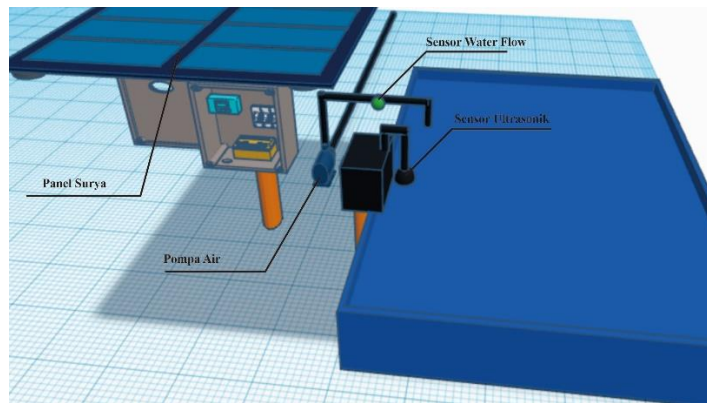
Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Berdasarkan pada gambar 2, sistem ini menggunakan komponen panel surya, sensor ultrasonik JSN-SR04T, sensor *water flow* FS300A, baterai 12 V/ 5 Ah, SCC (*Solar Charge Controller*), inverter 500 W, *relay*, *liquid crystal display*, mikrokontroler ESP32, dan Pompa Air 22 W. Pada sistem ini dapat dimonitor menggunakan aplikasi Blynk karena telah terhubung dengan ESP32 dan data yang terbaca akan dicatat melalui Google Spreadsheet. Sensor ultrasonik JSN-SR04T merupakan sensor ultrasonik yang dapat menghitung jarak permukaan air. Sensor *water flow* FS300A merupakan sensor yang dapat menghitung laju aliran air.

2.3 Desain Hardware



Gambar 3. Desain Hardware



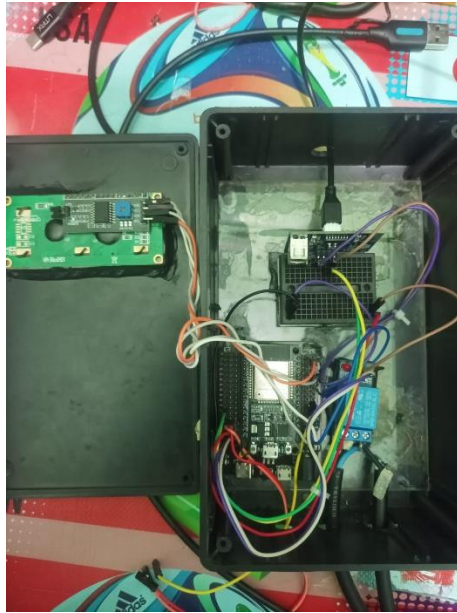
Gambar 4. Desain Alat

Berdasarkan gambar 3 dan 4 menunjukkan desain *hardware* dan gambaran dari posisi alat saat dijalankan, cara kerja dari sistem kendali dan *monitoring* adalah sensor ultrasonik dan sensor *water flow* membaca data parameter yaitu ketinggian permukaan air, volume air, dan laju aliran air. Data parameter dari sensor ultrasonik dan sensor *water flow* akan diproses pada *mikrokontroler* ESP32. Data parameter yang sudah diproses akan dikirim melalui aplikasi Blynk dan Google Spreadsheet melalui *mikrokontroler* ESP32. Saat ketinggian permukaan air melewati parameter yang telah ditentukan, maka aplikasi Blynk akan membuat pemberitahuan untuk menyalakan atau mematikan pompa air. Perintah menyalakan atau mematikan akan dikirimkan melalui aplikasi Blynk menuju *mikrokontroler* ESP32 untuk memerintahkan *relay* menyalakan atau mematikan pompa air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sistem Kelistrikan

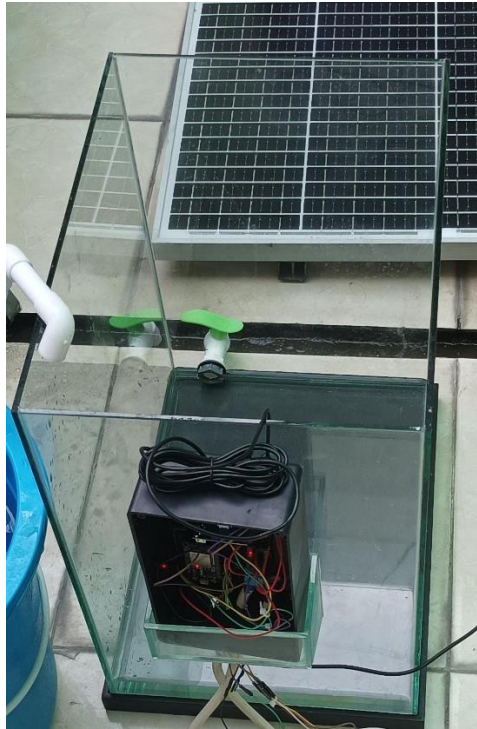
Sistem Kelistrikan dibuat berdasarkan desain *hardware* dan blok diagram sistem yang dapat dilihat melalui gambar 5 dan 6. Perancangan alur kelistrikan menggunakan panel surya 60 WP yang dihubungkan menuju *Solar Charger Controller* 12/24 V dengan kapasitas 10 A. Daya yang dihasilkan oleh panel surya tersimpan pada baterai 12 V. Baterai berfungsi untuk menyimpan dan menyalakan beban saat panel surya tidak dapat menghasilkan daya. Tegangan DC yang dihasilkan oleh panel surya harus dikonversi menjadi tegangan AC sebelum menuju beban menggunakan *Inverter*. Beban yang dipakai yaitu pompa air 22 Watt. Komponen yang digunakan untuk melakukan pengukuran adalah sensor ultrasonik, dan sensor *water flow*. Sensor ultrasonik merupakan komponen yang mengukur jarak permukaan air. Sensor *water flow* merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur laju aliran air dan volume air. Peneliti menggunakan akuarium yang ditunjukkan pada gambar 7 sebagai pengganti penyimpanan air dengan ukuran lebar 30 cm, panjang 40 cm, dan tinggi 45 cm.



Gambar 5. Sistem Kelistrikan



Gambar 6. Rangkaian Kelistrikan Box Panel



Gambar 7. Replika Tandon garam

3.2 Program Arduino *Internet of Things*

Program arduino yang ditunjukkan pada gambar 8 merupakan perintah pengendali pada *mikrokontroler* ESP32. *Mikrokontroler* ESP32 yang sudah diprogram dapat memerintah sensor ultrasonik, sensor *water flow*, dan *relay*. Program arduino dapat mengolah data hasil dari setiap sensor menggunakan *mikrokontroler* ESP32. Data yang dihasilkan dikirim ke platform Blynk dan Google Spreadsheet melalui jaringan wifi yang ditunjukkan pada gambar 8, dan data hasil ditampilkan melalui *liquid crystal display* yang terlihat pada gambar 9. Program arduino diawali dengan menghubungkan wifi dengan *mikrokontroler* ESP32 menggunakan ssid dan password. Auth token Blynk bertujuan untuk menghubungkan arduino dengan Blynk. Program terdapat *library* dari *liquid crystal display*, sensor ultrasonik, sensor *water flow*, Google Spreadsheet dan wifi. Pada program selanjutnya mendefinisikan setiap pin dan memberikan perintah *mikrokontroler* ESP32 untuk menjalankan *liquid crystal display*, sensor ultrasonik, sensor *water flow*, dan *relay*.

```

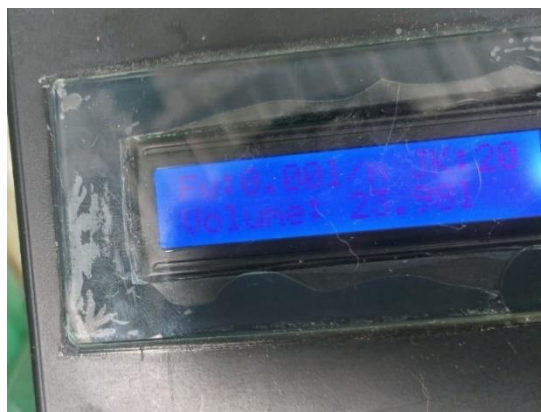
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL63hj9JkRR"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Farkhan"
3 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "jnnhDHPZz1Fg1IUHgmQrFfQax2HZSXRd"
4 #include <WiFi.h>
5 #include <BlynkSimpleEsp32.h>
6 char auth[] = "jnnhDHPZz1Fg1IUHgmQrFfQax2HZSXRd";
7 char ssid[] = "PPSDM";
8 char pass[] = "12345679";
9 //-----Kode untuk Wifi-----
10 #define trigPin 12
11 #define echoPin 13
12 long duration;
13 int jarak;
14 int tinggiWadah = 41; // Tinggi wadah (jarak dasar dengan sensor) dalam cm
15 int tinggiAir;
16 //P30xL40xT45
17 //-----Kode untuk Sensor Ultrasonik-----
18 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
19 #include <Wire.h>
20 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
21 volatile float volume = 0;
22 const int flowPin = 16;
23 volatile int flowRate;
24 float flowLPM;
25 float totalVolume;
26 unsigned long currentTime;
27 unsigned long previousTime;

```

Gambar 8. Kode Program *Monitoring*



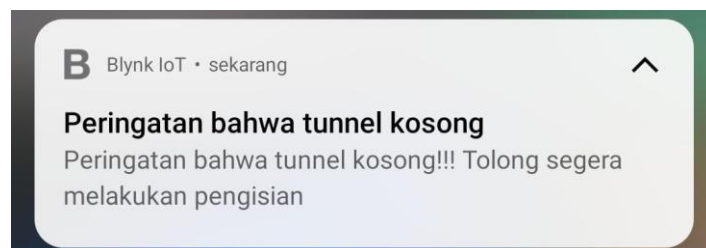
Gambar 9. Tampilan *Monitoring* Blynk



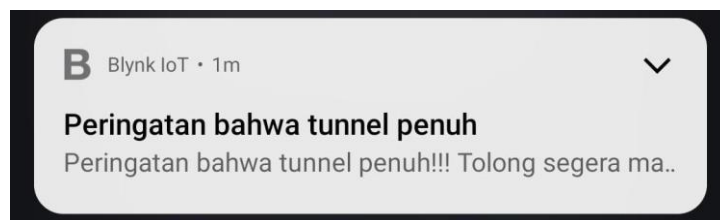
Gambar 10. Tampilan *Monitoring* Liquid Crystal Display

3.3 Sistem Pemberitahuan Kondisi Ketinggian Permukaan Air

Berdasarkan pada gambar 11, dan 12, sistem pemberitahuan membantu pengguna dalam mengoptimalkan penggunaan alat. Sistem pemberitahuan terdapat 2 kondisi berbeda berdasarkan ketinggian permukaan air. Kondisi pertama saat ketinggian air di bawah 5 cm, maka Blynk akan memberikan notifikasi pengguna *smartphone*. Notifikasi kondisi pertama berisi peringatan bahwa tandon kosong dan harus segera menyalakan pompa air untuk mengisi tandon. Kondisi kedua saat ketinggian air di atas 20 cm, maka Blynk akan memberikan notifikasi pengguna *smartphone*. Notifikasi kondisi kedua berisi peringatan bahwa tandon penuh dan harus segera mematikan pompa air.



Gambar 11. Notifikasi Ketinggian Air di bawah 5 cm



Gambar 12. Notifikasi Ketinggian Air di atas 20 cm

3.4 Hasil Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya dengan menggunakan DC watt meter berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada *display* DC watt meter. Pengambilan nilai intensitas cahaya menggunakan aplikasi *smartphone*. Spesifikasi panel surya adalah panel surya yang memiliki daya sebesar 60 W dan tegangan 12 V.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Panel Surya

No. Pengujian	Waktu	Intensitas Cahaya (Lux)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	11:00	88707	12	4,96	59,8
2	12:00	91825	12,2	5,54	66,5
3	13:00	74402	12	5,09	61,3
4	14:00	18908	11,9	5,32	63,5
5	15:00	12773	11,9	5,32	63,5

Berdasarkan pada tabel 1, hasil pengujian panel surya terdapat 5 pengujian. Pengujian dilakukan berdasarkan waktu jam yaitu 11:00, 12:00, 13:00, 14:00, dan 15:00. Hasil pengujian ke-2 menunjukkan tegangan tertinggi dengan nilai tegangan sebesar 12,2 V dan intensitas cahaya sebesar 91825. Untuk hasil pengujian yang memiliki tingkat tegangan terendah adalah hasil pengujian ke-5 dengan nilai tegangan sebesar 11,9 V dan intensitas cahaya sebesar 12773. Berdasarkan pengamatan hasil pengujian panel surya menunjukkan bahwa produksi listrik dari panel surya dipengaruhi oleh intensitas cahaya.

3.5 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T dengan menggunakan penggaris atau mistar berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada aplikasi Blynk, Google Spreadsheet, dan layar *liquid crystal display*. Pengamatan hasil pengujian dilakukan berdasarkan perbandingan nilai hasil pengujian dengan nilai aktual dan akan diperoleh nilai *error*. Nilai *error* dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\text{Nilai Error} = \frac{(\text{Hasil Pengujian} - \text{Nilai aktual})}{\text{Nilai aktual}} \times 100\%$$

(1)

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No. Pengujian	Tinggi (cm)	Hasil Pengujian (cm)	Error (%)
1	3	2,9	3,3
2	5	5,11	2,20
3	7	7,02	0,40
4	10	10,08	0,80
5	13	12,85	1,15
6	15	14,92	0,53
7	17	17,17	1
8	20	20,06	0,30
Rata - rata <i>error</i> (%)			1,21

Berdasarkan pada tabel 2, hasil pengujian sensor ultrasonik terdapat 8 pengujian. Pengujian dilakukan berdasarkan tingkat ketinggian air yaitu 3, 5, 7, 10, 13, 15, 17, dan 20. Hasil pengujian ke-8 menunjukkan akurasi tertinggi dengan nilai *error* sebesar 0,30% dari hasil pengukuran 20,06 cm. Untuk hasil pengujian yang memiliki tingkat akurasi terendah adalah hasil pengujian ke-1 dengan nilai *error* sebesar 3,3% dan hasil pengukuran 2,9 cm. Berdasarkan pengamatan hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik

mempunyai kinerja baik dengan rata – rata *error* sebesar 1,21%. Pengujian pompa air merupakan pengujian selanjutnya dengan menggunakan sensor ultrasonik berbasis mode otomatis dan mode manual. Mode otomatis adalah keadaan dimana pompa air otomatis beroperasi ketika ketinggian air di bawah 20 cm. Pompa air akan mati saat ketinggian air diatas 20 cm. Mode manual adalah keadaan dimana sistem menghidupkan atau mematikan pompa air secara manual.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pompa Air

No. Pengujian	Tinggi (cm)	Mode Otomatis	Mode Manual	Kondisi Pompa Air
1	3	Menyala	Mati	Menyala
2	3	Mati	Menyala	Menyala
3	3	Mati	Mati	Mati
4	5	Menyala	Mati	Menyala
5	5	Mati	Menyala	Menyala
6	5	Mati	Mati	Mati
7	20	Menyala	Mati	Mati
8	20	Mati	Menyala	Menyala
9	20	Mati	Mati	Mati

Hasil pengujian sensor pompa air terdapat 9 pengujian yang ditunjukkan pada tabel 3. Pengujian dilakukan berdasarkan tingkat ketinggian air, mode otomatis dan mode manual. Berdasarkan hasil pengujian menyatakan bahwa ketika mode otomatis menyala, pompa air otomatis beroperasi ketika ketinggian air di bawah 20 cm dan pompa air akan mati saat ketinggian air diatas 20 cm. Jika mode manual menyala dan mode otomatis mati, maka sistem menghidupkan atau mematikan pompa air secara manual.

3.6 Hasil Pengujian Sensor *Water Flow*

Pengujian sensor *water flow* FS300A dengan membandingkan spesifikasi laju aliran air maksimal pompa air dengan hasil pengujian yang ditampilkan pada Google Spreadsheet. Spesifikasi laju aliran air maksimal dari pompa air adalah 2200 liter per jam. Spesifikasi pompa air dinyatakan dalam liter per jam, maka perlu dikonversi menjadi liter per menit agar sesuai dengan satuan hasil pengujian laju aliran air. Nilai laju aliran air dihitung menggunakan persamaan 2.

$$\text{Nilai laju aliran air} = \frac{2200 \text{ liter}}{60 \text{ menit}}$$

$$\text{Nilai laju aliran air} = 36,66 \text{ liter/menit}$$

(2)

Tabel 4. Hasil Pengujian Laju Aliran Air

No. Pengujian	Laju Aliran Air (l/m)	Hasil Pengujian (l/m)	Error (%)
1	36,66	37,73	1,83
2	36,66	36.53	0,35
3	36,66	36.80	0,38
4	36,66	37,87	3,30
5	36,66	37,42	2,07
6	36,66	37,35	1,88
7	36,66	36,95	0,79
8	36,66	36.50	0,44
Rata - rata <i>error</i> (%)			1,38

Hasil pengujian sensor *water flow* terdapat 8 pengujian yang ditunjukkan pada tabel 4. Hasil pengujian ke-2 menunjukkan akurasi tertinggi dengan nilai *error* sebesar 0,35% dari hasil pengukuran 36.53 l/m. Untuk hasil pengujian yang memiliki tingkat akurasi terendah adalah hasil pengujian ke-4 dengan nilai *error* sebesar 3,3% dan hasil pengukuran 37,87 l/m. Berdasarkan pengamatan hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor *water flow* mempunyai kinerja baik dengan rata – rata *error* sebesar 1,38%. Pengujian volume air merupakan pengujian selanjutnya dengan menggunakan sensor *water flow*. Pengujian volume air menggunakan akuarium sebagai pengganti tandon dengan ukuran lebar 30 cm, panjang 40 cm, dan tinggi 45 cm. Nilai volume air dihitung menggunakan persamaan 3.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume(cm)} &= \text{Tinggi} \times \text{Lebar} \times \text{Panjang} \\
 \text{Volume(cm)} &= 45 \times 30 \times 40 \\
 \text{Volume air (liter)} &= \frac{54000 \text{ cm}}{1000} \\
 \text{Volume air (liter)} &= 54 \text{ liter}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Tabel 5. Hasil Pengujian Volume Air

No. Pengujian	Tinggi Air (cm)	Volume Air (liter)	Hasil Pengujian (liter)	Error (%)
1	3	3,6	3,55	1,39
2	5	6	5,92	1,33
3	7	8,4	8,36	0,48
4	10	12	11,96	0,33
5	13	15,6	15,68	0,51
6	15	18	17,90	0,56
7	17	20,4	20,30	0,49
8	20	24	23,98	0,08
Rata - rata error (%)				0,646

Hasil pengujian sensor *water flow* untuk volume air terdapat 8 pengujian yang dapat dilihat pada tabel 5. Pengujian dilakukan berdasarkan tingkat ketinggian air yaitu 3, 5, 7, 10, 13, 15, 17, dan 20. Hasil pengujian ke-8 menunjukkan akurasi tertinggi dengan nilai *error* sebesar 0,08% dari hasil pengukuran 23,98 liter. Untuk hasil pengujian yang memiliki tingkat akurasi terendah adalah hasil pengujian ke-1 dengan nilai *error* sebesar 1,39% dan hasil pengukuran 3,55 liter. Berdasarkan pengamatan hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor *water flow* mempunyai kinerja baik dalam mengukur volume air dengan rata - rata *error* sebesar 0,646%.

4. PENUTUP

Berdasarkan pengumpulan data dan pengujian alat, diperoleh kesimpulan bahwa sensor ultrasonik JSN-SR04T mempunyai rata - rata *error* sebesar 1,21%. Pembacaan sensor ultrasonik dipengaruhi oleh jarak. Semakin jauh jarak pembacaan sensor ultrasonik JSN-SR04T maka keakuratan semakin rendah dan semakin dekat jarak pembacaan sensor ultrasonik JSN-SR04T maka keakuratan semakin tinggi. sensor ultrasonik JSN-SR04T memiliki kekurangan yaitu harus menjaga jarak antara sensor dengan benda yang ingin diukur, karena sensor ultrasonik memiliki titik buta pembacaan sebesar 20 cm. Berdasarkan hasil pengujian sensor pompa air menyatakan bahwa ketika mode otomatis menyala, pompa air otomatis beroperasi ketika ketinggian air di bawah 20 cm dan pompa air akan mati saat ketinggian air diatas 20 cm. Jika mode manual menyala dan mode otomatis mati, maka sistem menghidupkan atau mematikan pompa air secara manual. Hasil pengujian panel surya menunjukkan bahwa produksi listrik dari panel surya dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Sensor *water flow* FS300A memiliki tingkat rata - rata *error* sebesar 1,38%. Pembacaan sensor *water flow* dipengaruhi oleh koneksi internet. Jika koneksi tidak stabil, hal ini dapat mempengaruhi pembacaan karena terjadi keterlambatan. Untuk membaca volume air sensor *water flow* FS300A memiliki rata - rata *error* sebesar 0,646%. Hasil

pengujian volume air menunjukkan bahwa sensor *water flow* FS300A memiliki kinerja yang baik dalam mengukur volume air. Alat ini diharapkan dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya dengan menggunakan sensor lain seperti PZEM004T atau PZEM017. Sensor PZEM004T atau PZEM017 merupakan sensor yang dapat membantu pengguna dalam pengecekan hasil produksi panel surya.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Khowarizmi, A.-K., & Naibaho, F. R. (2021). Smart Sensor in Water Flow Monitoring Model using Microcontroller and Raspberry PI. *The IJICS (International Journal of Informatics and Computer Science)*, 5(1), 70. <https://doi.org/10.30865/ijics.v5i1.2904>
- Ardhianie, N., Daniel, D., Purwanto, P., & Kismartini, K. (2022). Jakarta water supply provision strategy based on supply and demand analysis. *H2Open Journal*, 5(2), 221–233. <https://doi.org/10.2166/h2oj.2022.076>
- Herdianto, D. W., Hardianto, T., Ardiansyah, D., Wicaksono, I., Cahyadi, W., & Sarwono, C. S. (2023). Water Pipeline Monitoring System Using Flow Sensor Based on the Internet of Things. *Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI)*, 9(1), 27–33.
- Lampropoulos, G., Siakas, K., & Anastasiadis, T. (2019). Internet of Things in the Context of Industry 4.0: An Overview. *International Journal of Entrepreneurial Knowledge*, 7(1), 4–19. <https://doi.org/10.2478/ijek-2019-0001>
- Majid, A., Jamaaluddin, Wiguna, A., Setiawan, H., & Farihah, A. (2023). Development of an Automatic Water Flow Sensor System Using ESP32 for Efficient Water Control. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1242(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012016>
- Sze, E., Hindarto, D., Wirayasa, I. K. A., & Haryono, H. (2022). Performance Comparison of Ultrasonic Sensor Accuracy in Measuring Distance. *Sinkron*, 7(4), 2556–2562. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i4.11883>
- Szpak, D., Tchórzewska-Cieślak, B., & Stręk, M. (2024). A New Method of Obtaining Water from Water Storage Tanks in a Crisis Situation Using Renewable Energy. *Energies*, 17(4), 874. <https://doi.org/10.3390/en17040874>