

Rancang Bangun Sistem Distribusi Air Berbasis *Smartphone*

Syahban Rangkuti¹, Eliyana Firmansyah²

^{1,2} Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Faletihan
Jln. Raya Cilegon KM.06 Pelamunan Kramatwatu Serang Banten 42161 INDONESIA
Email: ¹syahban377@gmail.com, ²eliyanaf123@gmail.com

Abstract— Water is one of the basic needs for humans, various ways are used to get water according to needs. Proper distribution of water needs to be done to obtain the desired water. Water that comes from water sources will be stored first in storage tanks before being distributed. To store water in a tank, you can use a water pump. The water level in the tank will be detected by an ultrasonic sensor to detect the water level in the tank. Turning on and off the water pump can be done via a smartphone which has been integrated with the water distribution system using internet of things technology. Water distribution can be done when the water in the tank is full or is at a certain level. To regulate water distribution, you can use a smartphone that has been integrated with the water distribution system. As the main device for monitoring water levels and the distribution system, the ESP32 microcontroller module is used. The water distribution system uses a solenoid valve device which functions as a tap to drain the water to be distributed, while to check the amount of water coming out of the tank a water flow sensor can be used.

Intisari— Air merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia, berbagai cara dilakukan untuk mendapatkan air sesuai dengan kebutuhan. Pendistribusian air dengan baik perlu dilakukan untuk memperoleh air sesuai yang diinginkan. Air yang berasal dari sumber air akan ditampung terlebih dahulu pada tangki penyimpanan sebelum didistribusikan. Untuk menyimpan air pada tangki dapat menggunakan pompa air, tinggi air pada tangki akan dideteksi oleh sensor ultrasonik untuk mendeteksi level air pada tangki tersebut. Untuk menyalakan dan mematikan pompa air dapat dilakukan melalui *smartphone* yang telah diintegrasikan dengan sistem distribusi air dengan menggunakan teknologi *internet of things*. Pendistribusian air dapat dilakukan bila air pada tangki sudah penuh ataupun berada pada batas level tertentu. Untuk mengatur pendistribusian air dapat dilakukan dengan menggunakan *smartphone* yang telah terintegrasi dengan sistem pendistribusian air. Sebagai perangkat utama untuk memantau tinggi air dan sistem pendistribusiannya menggunakan modul mikrokontroler ESP32. Pada sistem distribusi air menggunakan perangkat *solenoid valve* yang berfungsi sebagai keran untuk mengalirkan air yang akan didistribusikan, sedangkan untuk memeriksa jumlah air yang keluar dari tangki dapat digunakan sensor *water flow*.

Kata Kunci— distribusi air, pompa air, ESP32, sensor ultrasonik, sensor *water flow*, *solenoid valve*, *internet of things*, *smartphone*.

I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok yang harus dipenuhi untuk kelangsungan hidup dan harus dapat didistribusikan dengan baik sesuai dengan kebutuhannya [1]. Semakin banyak jumlah

penduduk maka semakin meningkat pula kebutuhan air yang harus dipenuhi [2]. Banyak cara untuk mendapatkan air diantaranya dengan pembuatan sumur, memanfaatkan danau, air sungai, hingga memanfaatkan air dari PDAM. Air yang didapat dari sumber air tersebut sebaiknya disimpan terlebih dahulu dalam bak penyimpanan seperti tangki air. Untuk menarik air dari sumber air dapat menggunakan pompa air. Dengan bantuan pompa air maka air tersebut dapat disimpan dalam tangki air untuk selanjutnya didistribusikan sesuai dengan kebutuhan.

Pada tangki air harus dilengkapi dengan sensor yang mampu mendeteksi perubahan level atau volume air. Salah satu jenis sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi level air atau volume air pada tangki air adalah sensor ultrasonik. Data dari pembacaan sensor harus dapat diolah oleh modul *Controller* kemudian data tersebut harus dapat dikirimkan pada *smartphone* dengan menggunakan teknologi *internet of things* [3].

Saat ini perkembangan teknologi *internet of things* sudah sangat pesat hampir memasuki semua lini kehidupan manusia. Berkaitan dengan hal tersebut maka untuk sistem pendistribusian air dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan *smartphone* melalui koneksi *wifi*. Untuk membangun sistem distribusi air pada skala besar ataupun kecil dapat dilakukan dengan mengintegrasikan sistem pipanisasi air dengan perangkat elektromekanik sehingga diperoleh data yang berkaitan dengan pendistribusian air. Beberapa perangkat elektromekanik yang digunakan untuk pengembangan sistem distribusi air diantaranya adalah sensor air mengalir (*water flow sensor*), pompa air (*water pump*), dan kran elektromekanik (*solenoid valve*), dan sensor jarak (*ultrasonic sensor*) [4].

Seluruh data sensor akan dibaca oleh modul mikrokontroler ESP32 yang telah dilengkapi dengan terminal yang dapat berfungsi sebagai input dan output digital maupun analog. Data pembacaan dari sensor akan diolah oleh modul mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan pada LCD karakter dan dapat juga dikirimkan pada *smartphone* yang telah dilengkapi dengan aplikasi perangkat lunak distribusi air. Melalui *smartphone* maka pemantauan dan pengendalian sistem distribusi air dapat dilakukan dengan secara *real time* [5].

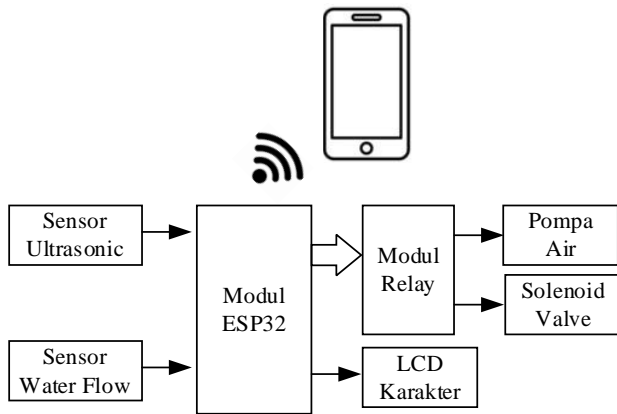
II. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan menggabungkan sistem pendistribusian

air secara manual dengan modul perangkat elektronik dan perangkat lunak yang akan ditanamkan pada *smartphone* [6].

A. Perancangan Perangkat Keras Elektronik

Untuk dapat memantau dan mengendalikan sistem distribusi air maka dibutuhkan beberapa model elektronik seperti yang terlihat pada diagram blok berikut.







Gambar. 1 Diagram blok perangkat elektronik sistem distribusi air

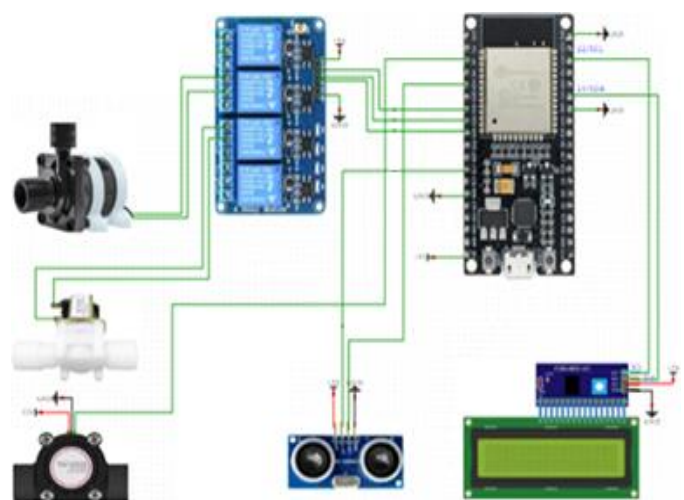
Secara umum gambar dan fungsi masing-masing modul elektronik pada sistem pendistribusian air dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Modul elektronik pada sistem distribusi air

No.	Modul Elektronik	Keterangan
1	Sensor Ultrasonik 	Sensor ultrasonik yang digunakan adalah tipe HC-SR04. Sensor ini dapat mendeteksi objek benda padat ataupun cair dengan rentang pendeteksian dari 2cm sampai 400cm.
2	Sensor <i>Water Flow</i> 	Sensor <i>water flow</i> berguna untuk mengetahui jumlah aliran air yang melintasinya. Beberapa data yang dapat diperoleh diantaranya adalah kecepatan aliran air dan volume air atau total massa dari air yang mengalir.
3	Modul ESP32S 	Modul ESP32 merupakan modul mikrokontroler 32-bit yang telah dilengkapi dengan terminal input dan output digital. Pada modul ESP32 juga telah dilengkapi perangkat komunikasi <i>wireless wifi</i> dan <i>bluetooth</i> .
4	Modul <i>Relay</i> 	Modul relay berguna untuk menggerakkan modul elektro mekanik yang tidak dapat secara langsung digerakkan melalui modul ESP32.
5	Pompa Air	Pompa air berguna untuk mengisi tangki air. Pompa air akan menghisap air dari sumber air dan selanjutnya

No.	Modul Elektronik	Keterangan
		mengisi tangki air. Pompa air yang digunakan dapat merupakan pompa air DC maupun AC.
6	Solenoid Valve 	<i>Solenoid Valve</i> yang digunakan adalah tipe pneumatic yang dapat dan menutup katup dengan cara memberikan energi listrik melalui solenoida. <i>Solenoid valve pneumatic</i> ini mempunyai lubang masukan dan lubang <i>exhaust</i> .
7	LCD karakter 	LCD yang digunakan adalah LCD karakter 2x16. Pada LCD akan ditampilkan informasi yang berkaitan dengan sistem distribusi air. Untuk menghemat penggunaan input dan input maka digunakan LCD karakter 2x16 yang sudah terintegrasi dengan komunikasi I2C.
8	<i>Smartphone</i> 	<i>Smartphone</i> berguna untuk memantau dan sekaligus mengontrol sistem pendistribusian air melalui aplikasi yang telah diinstal padanya.

Dari seluruh modul elektronik yang ada dan dari diagram blok perangkat elektronik sistem distribusi air maka dapat didesain *wiring diagram* untuk skematik rangkaian elektronik sistem distribusi air seperti yang dipelihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar. 2 skematik rangkaian elektronik sistem distribusi air

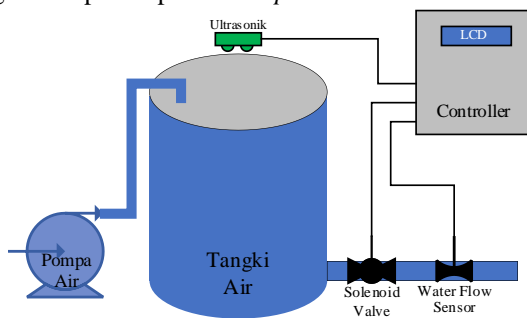
Modul mikrokontroler ESP32 merupakan modul utama untuk perangkat elektronik pada sistem distribusi air. Pada penelitian ini sistem distribusi air dibuat dalam ukuran skala

kecil atau skala rumah [7]. Seluruh data sensor merupakan data masukan yang akan diolah pada modul ESP32. Sensor yang digunakan pada sistem ini adalah sensor ultrasonik dan sensor *water flow*.

Sensor untuk mengukur ketinggian air pada tangki yang digunakan pada sistem ini adalah sensor ultrasonik tipe HC-SR04 yang mampu membaca jarak dengan rentang pembacaan dari 2cm sampai 400cm dengan akurasi pembacaan sekitar 3mm. Pada penerapannya sensor ultrasonik dipasang pada bagian atas tangki air agar berguna untuk mengukur ketinggian air pada tangki. Skematik rangkaian elektronik dirancang agar sensor ultrasonik dapat memberikan data ketinggian permukaan air pada tangki air. Data ketinggian air dari sensor ultrasonik akan diberikan pada modul ESP32 dan ditampilkan pada LCD karakter serta diteruskan pada *smartphone* melalui *wifi*. Melalui aplikasi di *smartphone* dapat diketahui level air yang berada pada tangki air. Satuan yang digunakan untuk menentukan level atau ketinggian air adalah centimeter (cm) [8].

Sensor yang digunakan untuk membaca aliran air pada pipa distribusi adalah sensor *water flow*. Sensor *water flow* berfungsi untuk mengetahui kecepatan air yang mengalir pada pipa distribusi. Data yang dihasilkan oleh sensor *water flow* akan diolah modul ESP32. Seluruh pengolahan sensor ultrasonik dan sensor *water flow* akan dikirimkan pada *smartphone* dengan menggunakan *wifi* [9].

Pompa air dapat dimatikan dan dihidupkan melalui aplikasi distribusi air yang telah diinstal pada *smartphone*. Pendistribusian air dapat dilakukan dengan cara membuka *solenoid valve* melalui *smartphone*. Air yang mengalir melalui saluran pipa distribusi akan dibaca oleh sensor *water flow*. Untuk menyalakan dan mematikan pompa air serta *solenoid valve* dibutuhkan modul *relay*, karena modul ESP32 tidak dapat secara langsung menggerakkan perangkat pompa air dan *solenoid valve* [10]. Data air yang didistribusikan akan dibaca oleh modul ESP32 dan ditampilkan pada LCD karakter 2x16 dan juga ditampilkan pada *smartphone*.

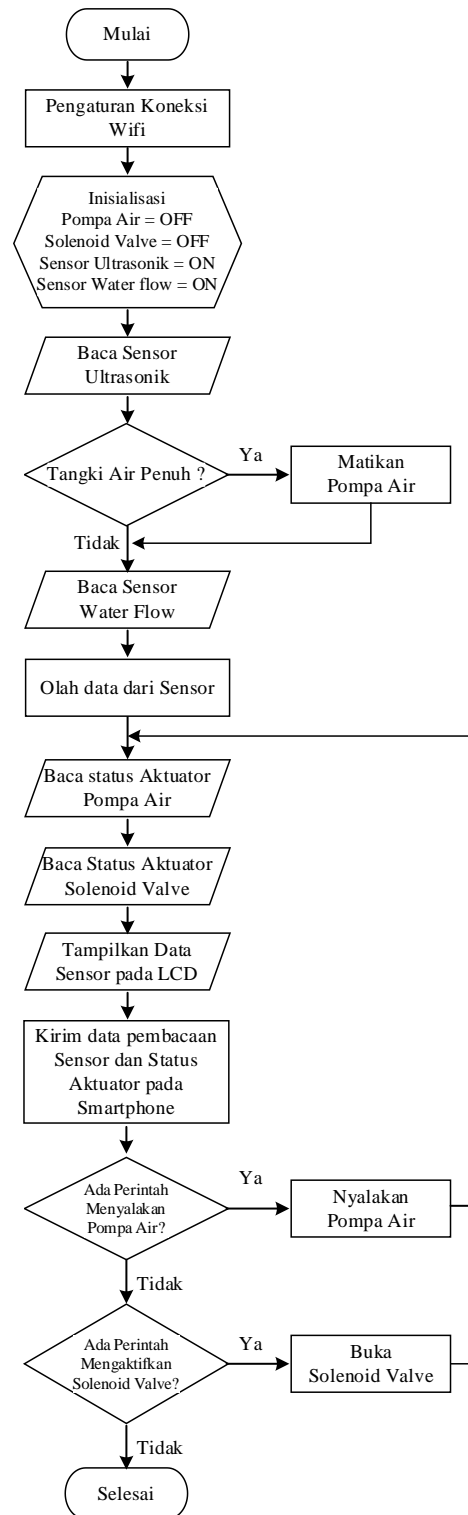


Gambar. 3 Prototipe sistem distribusi air

B. Perancangan Perangkat Lunak

Untuk perancangan perangkat lunak dibagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan kode program yang akan ditanamkan pada modul ESP32 dan perancangan aplikasi pada distribusi air pada *smartphone*. Perangkat lunak yang akan ditanamkan pada modul ESP32 harus mengikuti prinsip kerja sistem distribusi yang akan dijalankan [11].

Diagram alir untuk program perangkat lunak pada sistem distribusi air dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar. 4 Diagram alur program sistem distribusi air

Pada saat pembuatan program yang pertamakali dilakukan adalah mengatur koneksi *wifi* yang terdapat pada modul ESP32. Proses koneksi harus dilakukan secara otomatis dimana koneksi *wifi* sudah ditentukan terlebih dahulu sehingga tidak perlu dilakukan proses koneksi berulang atau secara manual.

Setelah koneksi jaringan internet selesai dilakukan maka langkah selanjutnya yang akan dikerjakan adalah melakukan inisialisasi terhadap seluruh sensor dan aktuator yang digunakan. Untuk kondisi awal sensor ultrasonik harus dalam

keadaan ON atau langsung membaca tinggi permukaan air pada tangki, begitu juga dengan sensor *water flow* harus membaca apakah ada atau tidak aliran air pada pipa distribusi. Bila tangki air dalam kondisi penuh maka pompa air akan secara otomatis dimatikan. Hasil pembacaan sensor ultrasonik dan *sensor water flow* akan diolah pada modul mikrokontroler ESP32.

Status aktuator seperti pompa air dan *solenoid valve* dapat dibaca melalui terminal digital yang terhubung pada modul ESP32 melalui perantara modul *relay*. Modul *relay* serta LCD karakter dan modul ESP32 pada gambar prototipe sistem distribusi air disimpan pada panel *Controller* [12].

Seluruh data hasil pengolahan sensor dan juga status aktuator akan dikirimkan secara terus menerus dari modul ESP32 pada *smartphone* dengan menggunakan teknologi *internet of things*. Pada LCD karakter akan ditampilkan informasi mengenai volume air yang berada dalam tangki air dan juga debit air yang mengalir pada pipa distribusi air.

Bila dari *smartphone* ada perintah untuk menyalakan pompa maka modul pompa air akan menyala dan akan padam secara otomatis bila tangki air sudah terisi penuh. Perintah untuk mendistribusikan air dapat dilakukan melalui *smartphone* yang telah ditanamkan aplikasi distribusi air. Pendistribusian air akan dikukan bila *solenoid valve* pada kondisi ON atau pada kondisi terbuka [13].

Untuk perancangan tampilan pengguna (*user interface*) dibutuhkan beberapa fitur seperti monitoring tangki air, monitoring volume air yang didistribusikan, kendali pompa air, dan kendali *solenoid valve*.



Gambar. 5 Tampilan aplikasi sistem distribusi air

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

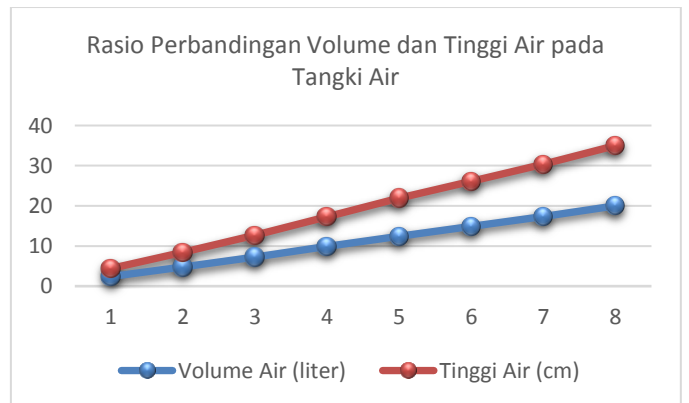
Setelah perancangan perangkat lunak dan perangkat keras selesai dilakukan maka langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah melakukan pengujian alat yang telah diintegrasikan antara perangkat lunak dan perangkat keras dari sistem distribusi air.

Pada penelitian ini menggunakan tangki air mampu menampung air sebanyak 20 Liter. Hasil pengujian pada saat pengisian tangki air dengan menggunakan pompa air akan diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Pengujian pengisian tangki air

No.	Waktu pengisian (jam:menit:detik)	Volume Air (liter)	Tinggi Air (cm)
1	00:01:00	2,40	4,40
2	00:02:00	4,80	8,45
3	00:03:00	7,25	12,70
4	00:04:00	9,90	17,30
5	00:05:00	12,40	21,90
6	00:06:00	14,90	26,10
7	00:07:00	17,35	30,35
8	00:08:15	20	35,00

Dari hasil pengujian pengisian air dengan menggunakan pompa air diketahui bahwa pengisian air dari 0 liter sampai 20 liter atau sampai tangki penuh dibutuhkan waktu sekitar \pm 8 menit 15 detik, sehingga diperoleh diperoleh rata-rata pengisian air sekitar 2,5 liter per menit. Lamanya durasi pengisian tangki air ini sebenarnya bergantung dengan kemampuan pompa air saat mengisap air dari sumber, bila menggunakan pompa air dengan jenis dan ukuran yang berbeda maka akan dihasilkan waktu pengisian yang berbeda pula.



Gambar. 6 Grafik rasio perbandingan volume air dan tinggi air pada tangki

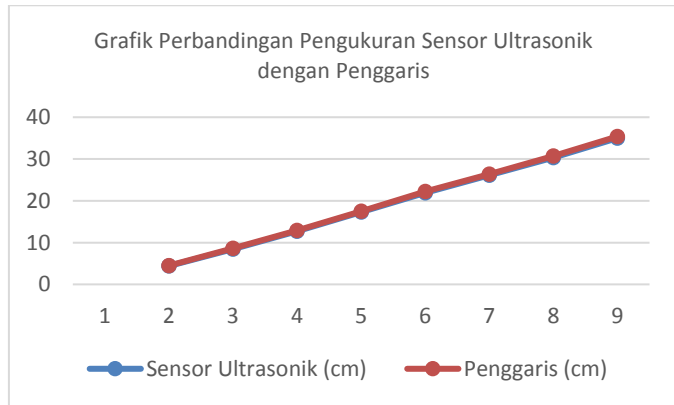
Dari hasil pengujian pengisian tangki air pada tabel pengujian dapat diketahui rasio perbandingan antara volume air dengan tinggi air cukup linear, dimana semakin tinggi level air maka semakin besar juga volume air.

Untuk pengujian level tinggi air yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik dapat dibandingkan dengan alat ukur manual seperti penggaris. Pengujian sensor ultrasonik perlu dilakukan untuk mengetahui selisih pembacaan atau *error* yang mungkin terjadi pada saat mengukur level air.

Tabel 3. Pengujian sensor ultrasonik

No.	Sensor Ultrasonik (cm)	Penggaris(cm)	Selisih (%)
1	4,40	4,5	2,22%
2	8,45	8,6	1,74%
3	12,70	12,9	1,55%
4	17,30	17,5	1,14%
5	21,90	22,2	1,35%
6	26,10	26,4	1,14%
7	30,35	30,7	1,14%
8	35,00	35,4	1,13%
Rata-Rata			1,43%

Setelah dilakukan pengujian sensor ultrasonik dan kemudian dibandingkan dengan penggaris pada tangki air maka dapat diketahui nilai rata-rata selisih atau error pembacaan yang terjadi sebesar 1,43%. Selisih ini cukup kecil dan masih dapat ditoleransi pada sistem perancangan distribusi air ini. Dari tabel pengujian dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti yang terlihat pada gambar di bawah. Pada gambar grafik tersebut terlihat bahwa garis pada sensor ultrasonik hampir sejajar dengan garis dari hasil pengukuran dengan menggunakan penggaris.



Gambar. 7 Grafik pengukuran sensor ultrasonik

Sensor *water flow* digunakan untuk mengukur nilai debit air yang keluar dari tangki penyimpanan. Pengukuran sensor *flow meter* dilakukan dengan mengukur volume air yang keluar melalui sensor *flow meter* dari tangki air dibandingkan dengan waktunya (mL/s).

Tabel 4. Pengujian sensor *flow*

No.	Waktu pengisian (jam:menit:detik)	Volume Air (Liter)	Debit (mL/S)
1	00:04:00	2,4	10
2	00:08:00	4,9	10
3	00:12:00	7,4	10
4	00:14:00	9,8	12
5	00:16:00	12,3	13
6	00:20:00	14,9	12
7	00:25:00	17,3	11
8	00:30:25	20	11
Rata-rata			11

Hasil pengujian debit air dapat diketahui dari volume air yang berkurang dalam tangki air atau dapat juga dilakukan dengan menggunakan gelas ukur atau media yang sejenisnya yang dapat mengukur volume air terhadap waktu. Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa nilai debit air sekitar ± 11 mL/S.

Selain menguji perangkat sensor elektronik, pengujian perangkat aktuator juga dilakukan. Pengujian aktuator dilakukan melalui aplikasi distribusi air yang diinstal pada *smartphone*. Pada *smartphone* dapat diketahui bahwa jumlah debit air yang berada pada tangki air dapat diketahui, dan jumlah debit air yang dikeluarkan melalui pipa distribusi juga dapat diketahui.

Untuk hasil pengujian perangkat distribusi air yang dimonitor dan dikontrol melalui *smartphone* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Pengujian perangkat distribusi air melalui *smartphone*

No.	Monitoring	Kendali	Keterangan
1	Volume pada tangki air	-	Bekerja
2	Debit air pada pipa distribusi	-	Bekerja
3	Pompa Air	Bekerja	Dapat diatur ON atau OFF
4	<i>Solenoid Valve</i>	Bekerja	Dapat diatur ON atau OFF

IV. KESIMPULAN

Setelah perancangan perangkat lunak dan perangkat keras selesai diintegrasikan dan dilakukan pengujian secara keseluruhan peneliti dapat menarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Modul ESP32 yang telah dilengkapi dengan modul *wifi* dapat diintegrasikan dengan *smartphone*.
2. Modul ESP32 dapat digunakan dengan baik untuk mengendalikan perangkat elektronik sistem distribusi air yang dirancang dan direalisasikan.
3. Volume air pada tangki air dapat diketahui dari ketinggian air dengan menggunakan sensor ultrasonik dan dibaca melalui *smartphone*.
4. Bila tangki air telah terisi penuh maka pompa air akan mati secara otomatis tanpa menunggu perintah dari *smartphone*.
5. *Solenoid valve* yang dipasang pada pipa distribusi air dapat dikendalikan buka tutup kerannya melalui *smartphone*.
6. Debit air yang keluar melalui pipa distribusi air dapat dilakukan dengan menggunakan sensor *flow meter*.
7. Jumlah debit air yang keluar dapat diketahui melalui *smartphone*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada seluruh pihak yang terkait pada penelitian ini sehingga penelitian ini bisa diselesaikan dengan baik. Terimakasih juga kami ucapkan kepada Tim JTE UNIBA yang telah meluangkan waktu untuk melakukan proses publikasi artikel ini.

REFERENSI

- [1] Intan Ladyana Fatoni, Hadi Sasana, dan Panji Kusuma P., Analisis Faktor-faktor yang mempengaruhi Permintaan Air Minum di PDAM Kota Magelang Tahun 2000-2017, *Directory Journal of Economic*, vol.1, no.4, pp.443-456, 2019.
- [2] Risna, dan Harrizki Arie Pradana, Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Penggunaan air PDAM Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, *Jurnal Sisfokom(Sistem Informnasi dan Komputer)* vol.03, no.01, pp..60-66, Maret 2014,
- [3] Cintia Widiasari, dan Laxsamana Anugrah Zulkarnain, "Rancang Bangun Sistm Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis IoT," *Jurnal Komputer Terapan*, Vol.7 No.2, hal 152-161, 2021.
- [4] Muksin, Muh Pauzan, dan Nurhasanah, Rancang Bangun Sistem Kontrol Watermeter PDAM Berbasis IoT, *CSRID Journal*, vol.14, no.3, pp.22-257, 2022.
- [5] Cindy Tio Helena Manurung, Jaenal Arifin, Fikra Titan Syifa, Raditya Artha Rochmanto, Pemanfaatan ESP32 sebagai Sistem Pemantauan Kualitas Air Keran Siap Minum Secara Real-Time Menggunakan

- Aplikasi, *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering*, vol.4, no.2, pp.93-98, 2022.
- [6] D. P. A. R. Hakim, A. Budijanto, dan B. Widjanarko, "Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler Mode MCU Berbasis Smartphone Android," *Jurnal Iptek Media Komunikasi Teknologi*, Vol. 22 No. 2, hal 9-18, Desember 2018.
- [7] I. Gunawan, M. Wasil, Mahpuz, dan Misnawati, "Penerapan Internet of Things (IoT) pada Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Rumah Tangga," *Jurnal Informatika dan Teknologi*, Vol.6 No.1, Hal 115-125, Januari 2023.
- [8] Bayu Saputra, Slamet Winardi, Aryo Nugroho, Rancang Bangun Alat Meteran Air Pintar Berbasis IoT Sebagai Penunjang Layanan Distribusi PDAM, *Jurnal Resistor (Rekayasa Sistem Komputer)*, vol.4, no.1, pp.1-10, 2021.
- [9] Dodi Yudo Setyawan, Nurfiiana, Rahmalia Syahputri, dan Nurjoko, *Internet of Things ESP8266 ESP32 Web Server*, Yogyakarta, Indonesia: Jejak Pustaka, 2021.
- [10] Limpat Budhi Wasesa, Balok Hariadi, Kukuh Setyadhit, Ahmad Ridhoi, Rancang bangun Kontrol Kekeuhan dan Level Air pada Tangki Air Pamsimas dengan Memanfaatkan IoT, *Journal EL Sains*, vol.3, no.1, pp.43-46, 2021.
- [11] Lintang, M.A. Rizquloh, D. Wahyudin, R. Pramuidta, Distribusi Air Ledeng dan Meteran Menggunakan Mesh Network untuk Perumahan, *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, vol.8, no.2, pp.325-331, 2022.
- [12] Budi, A.H.S, Amshari, R., dan Mulyanti, B., Rancang Bangun Sistem Real Time Watemeter Berbasis Internet of Things (IO), *Journal of Industrial & Quality Engineering*, vol.8, no.2, pp. 41-58, 2020.
- Sujono dan A. A. Taufani, "Monitoring Penggunaan Air Bersih Berbasis IOT," *Exact Paper in Compilation*, Vol.3 No.2, Hal 39-446, November 2021.