

Rancang Bangun Monitoring Debit Air PDAM Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Yuni Roza¹, Musliadi KH^{2*}, Yonky_Pernando³, Ilwan Syafrinal⁴, Kaharuddin⁵
^{1,2,3,4,5}Fakultas Komputer, ^{1,2,3}Teknik Informatika, ^{4,5}Teknik Perangkat Lunak/Universitas Universal,
Batam, Indonesia
E-mail: : ¹yuni.roza@uvers.ac.id, ²musliadikh@gmail.com, ³yonkypernando@uvers.ac.id,
⁴ilwan.syafrinal@uvers.ac.id, ⁵kahar.osvaldo@gmail.com
(* : corresponding author)

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara berbentuk kepulauan beriklim tropis. Negara ini juga terkenal dengan kekayaannya akan berbagai sumber daya alam salah satunya adalah air. Air merupakan sumber kebutuhan manusia yang penting untuk kelangsungan hidup yang digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti untuk konsumsi, mandi, mencuci dan lainnya. Sebagai masyarakat tentunya harus memperhatikan kualitas dalam penggunaan air tersebut, dengan hal itu pemerintah menyediakan PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). Dalam penggunaan fasilitas PDAM khususnya daerah Sulawesi Selatan Kabupaten Mamuju dibutuhkan monitoring besaran pemakaian setiap bulannya. Tampilan meteran yang masih berupa analog dan belum tercantumnya jumlah tarif atau tagihan yang harus dibayar oleh masyarakat. Hal ini menjadikan pelanggan PDAM tidak bisa mengetahui jumlah pemakaian air dan biaya yang harus dibayar tiap bulannya. Pengecekan tagihan bisa dilakukan setelah jatuh tempo yang sudah ditentukan atau ketetapan dari PDAM nya. Hal ini membuat terkadang tagihan *overload*, karena belum adanya sistem monitoring pemakaian dan tagihan yang harus dibayarkan oleh pelanggan PDAM-nya. Dengan hal tersebut dibutuhkan alat untuk memonitoring pemakaian dan jumlah tagihan yang akan dibayar oleh masyarakat berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan adanya alat pengontrolan yang berbasis IoT ini, masyarakat bisa melihat jumlah pemakaian air dan jumlah tarif yang harus dibayar tiap bulannya dari sensor yang pasang pada meteran air.

Kata kunci: *IoT, NodeMCU ESP8266, Pengontrolan, Sensor Water Flow, Sistem Pintar*

Abstract

Indonesia is an archipelago with a tropical climate. This country is also famous for its wealth of various natural resources, one of which is water. Water is an important source of human needs for survival which is used for daily needs such as for consumption, bathing, washing and others. As a society, of course, we must pay attention to the quality of the use of water, with that the government provides PDAM (Regional Drinking Water Company). In using PDAM facilities, especially in the South Sulawesi area, Mamuju Regency, it is necessary to monitor the amount of usage every month. The meter display is still analog and does not include the amount of tariff or bill that must be paid by the community. This makes PDAM customers unable to find out the amount of water usage and fees that must be paid each month. Checking the bill can be done after the specified due date or determination of the PDAM. This makes bills sometimes overloaded, because there is no monitoring system for usage and bills that must be paid by PDAM customers. With this, a tool is needed to monitor usage and the amount of bills to be paid by the community based on the Internet of Things (IoT) With this IoT-based control tool, the community can see the amount of water usage and the amount of tariffs to be paid each month from the sensor that is installed on the meter.

Keywords: *IoT, NodeMCU ESP8266, water flow sensor, controlling, smart system*

1. PENDAHULUAN

Teknologi tiap masa mengalami perkembangan yaitu dari industri 1.0 hingga industri 4.0 [1]. Perkembangan yang terbaru revolusi industri 4.0 adalah internet [2], dengan *internet* menjadikan pekerjaan lebih efektif dan efisien salah satunya bisa meakukan *remote* [3] atau pengontrolan jarak jauh.[4] Penerapan *internet* saat ini sangat luas jangkauannya bukan hanya saja di PC atau laptop atau *handphone* atau *smartphone* saja akan tetapi juga pada peralatan yang

ada di lingkungan manusia contohnya *smart farming* [5] *smart city* [6] yang bisa di kontrol atau di akses melalui *smartphone* dengan bantuan aplikasi seperti *blyink* konsep ini dinamakan dengan *Internet of Things (IoT)* [7]. IoT [8], suatu konsep untuk memfasilitasi pertukaran informasi dengan memanfaatkan kumpulan benda-benda (*things*) berupa perangkat fisik (*hardware*) yang ditanam kedalam sistem (*embedded system*) dan dihubungkan kedalam sistem untuk memberikan manfaat pada infrastruktur IoT, sedangkan perangkat fisik tertanam (*hardware embedded system*) sebuah kumpulan perangkat keras yang disematkan pada perangkat lunak, sensor [9], dan juga konektivitas.

Perkembangan IoT saat ini tentunya dirasakan juga di negara Indonesia di berbagai sektor baik instansi pemerintah baik swasta ataupun industri yang menjangkau atau terkoneksi antar pulau ke seluruh pelosok negeri.

Indonesia adalah negara kepulauan [10] dan merupakan negara tropis. Dengan negara yang memiliki iklim tropis dan memiliki kekayaan akan sumber daya alam yang bervariasi. Dengan sumber daya alam yang bervariasi, masyarakat tentu saja memanfaatkan akan hal tersebut salah satunya adalah sumber daya alam air. Air merupakan sumber kehidupan dan kebutuhan makhluk hidup khususnya manusia. Penggunaan air oleh masyarakat Indonesia seperti untuk kebutuhan minum, mandi, mencuci dan kebutuhan lainnya.

Dalam pengolahan air bersih di Indonesia, pemerintah mendirikan Perusahaan Daerah Air Minum dan dikenal dengan nama PDAM [11] yang bertujuan untuk mengolah dan mengatur kebutuhan air disetiap rumah tangga dalam memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari, khususnya Provinsi Sulawesi Barat yaitu Kabupaten Mamuju.

Fasilitas PDAM yang disalurkan dan dimanfaatkan oleh masyarakat tentunya akan dikenakan biaya perbulannya berdasarkan pada besarnya pemakaian air. Hal ini dilakukan oleh petugas PDAM akan melakukan pencatatan pada meteran PDAM tiap bulannya. Pada meteran tersebut menggunakan meteran analog, dimana pelanggan tidak mengetahui tagihan yang akan dibayar tiap bulannya. Pada meteran tersebut hanya menampilkan jumlah debit pemakaian air. Dengan hal tersebut, pelanggan PDAM tidak bisa mengetahui biaya pemakaian air dan belum bisa memonitoring pemakaian air tiap bulannya. Jumlah tagihan bisa dilihat pada saat jatuh tempo yang sudah ditentukan. Dengan pemakaian yang tidak bisa dimonitoring, menjadikan pembayaran di atas rata-rata.

Dengan kronologi di atas dibutuhkan perancangan alat "*Rancang Bangun Pemantauan Air PDAM Rumah Tangga Berbasis IoT*" yang bisa menampilkan jumlah pemakaian air yang digunakan oleh masyarakat dan tagihan yang akan dibayarkan oleh masyarakat pada PDAM tiap bulannya.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang diusulkan pada penelitian ini berupa metode prototipe. Metode yang diajukan oleh peneliti terdiri dari beberapa tahapan yang dilalui agar proses penelitian dapat berjalan dan berfungsi sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Tahapan pada penelitian ini adalah seperti pada bagan Gambar 1:



Gambar 1. Metode Penelitian

Tahap ini memiliki tujuan untuk melakukan indentifikasi permasalahan-permasalahan yang ditemukan, serta mencari data-data yang akan digunakan pada pembuatan sistem monitoring penggunaan air PDAM untuk rumah tangga.

a. Analisis Masalah

Tahap analisa masalah adalah hal yang dibutuhkan adalah menganalisa permasalahan pada pemantauan penggunaan air pada PDAM rumah tangga dan biaya dari penggunaan air tersebut.

b. Analisa Kebutuhan.

Tahapan ini digunakan untuk mengumpulkan dan melakukan analisa segala kebutuhan yang diperlukan pada proses penelitian, baik bersumber dari jurnal, buku, literatur-literatur, alat dan baha lainnya.

c. Perancangan

Tahap perancangan, tahap melakukan desain alat yang akan digunakan. Komponen yang digunakan adalah:

- 1) NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai otak dari pengoprasian sistem
- 2) Sensor *Water Flow Meter* berfungsi untuk membaca pengukuran air
- 3) LCD sebagai *display*
- 4) *Blynk* serta alat-alat pendukung lainnya.
- 5) Pemrograman Sistem.

Dalam penelitian ini sistem diprogram menggunakan *Software* Arduino IDE sebagai *sotware* yang mendukung dalam penggunaan NodeMCU ESP8266 dan menggunakan aplikasi *Android* yaitu *Blynk* sebagai *software* pendukung untuk menampilkan hasilnya.

6) Pengujian

Pengujian alat dengan menggunakan kode program yang telah dibuat agar dapat menampilkan jumlah volume dan biaya yang dikeluarkan dalam penggunaan air tersebut.

7) Evaluasi

Evaluasi, tahap terakhir pada penelitian yang dilakukan setelah dilakukannya pengujian pada sistem. Tahap evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui kendala atau kekurangan untuk segera diperbaiki pada sistem dan mengambil kesimpulan serta kelebihan dan kekurangan yang ada pada sistem.

2.1. Analisa yang berjalan

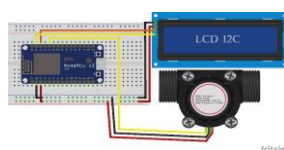
Berdasarkan dari hasil analisa saat ini, sistem yang berjalan yaitu pelanggan menggunakan air PDAM setelah itu melakukan pembayaran pada akhir bulannya. Jumlah pemakaian air PDAM dapat diketahui setelah petugas melakukan pencatatan. Analisis sistem berjalan dapat digambarkan dalam bentuk berikut pada Gambar 2.

2.2. Rancangan Sistem yang diusulkan

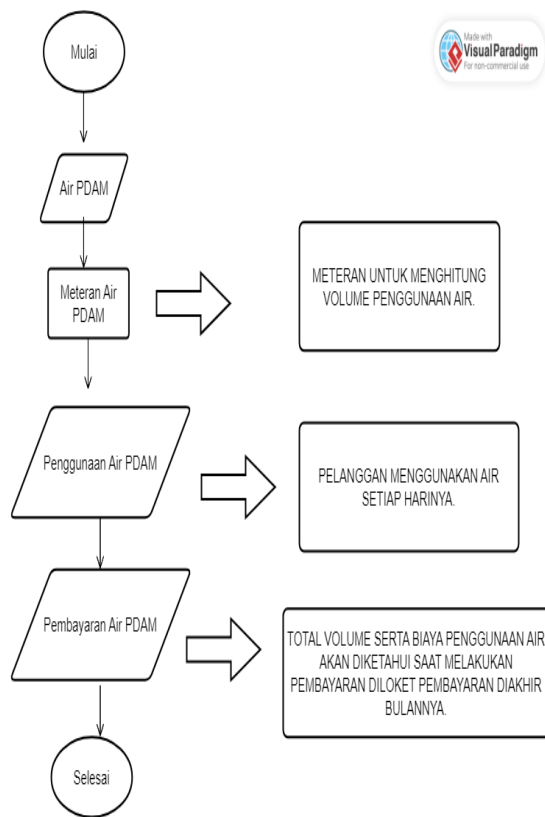
Kebutuhan sistem yang digunakan untuk membangun rancangan pemantauan debit air PDAM rumah tangga berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266. Mikrokontroler ini sebagai pemroses utama dan ditampilkan pada LCD dan *Blynk*. Dalam pembuatan program menggunakan *software* Arduino IDE. Analisis sistem yang diusulkan dapat digambarkan dalam bentuk *flowchart* dan perancangan sistem dalam bentuk *prototype*, seperti pada Gambar 3.

2.3. Prototype

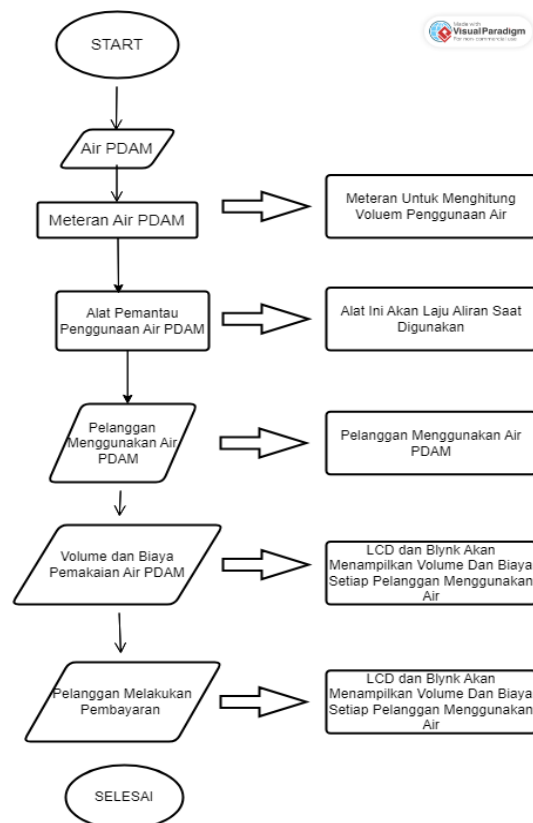
Prototype [12] merupakan gambaran dasar perancangan suatu sistem yang akan dikembangkan, Gambarnya seperti pada Gambar 4:



Gambar 4. *Prototype* Perancangan Sistem



Gambar 2. Flowchart Analisis Berjalan



Gambar 3. Flowchart Usulan

2.4. Hardware

Merupakan komponen atau perangkat keras yang dibutuhkan dalam sistem.

a. Water Flow Sensor



Gambar 5. Water Flow Sensor

Sumber : <https://how2electronics.com/arduino-water-flow-sensor-measure-flow-rate-volume/>

Gambar 5 tersebut menunjukkan suatu komponen yang bernama *Water Flow Resistor*. Komponen tersebut berfungsi sebagai pengubah besaran panas, magnetis serta besaran sinar menjadi besaran listrik. Komponen tersebut juga digunakan sebagai alat untuk menghitung laju debit air yang mengalir melalui media penghantar yang akan menggerakkan motor. Laju debit air tersebut dikonversi kedalam nilai satuan liter. Debit air adalah volume fluida yang mengalir melewati sensor per satuan waktu. Sensor ini juga sering disebut dengan istilah meteran air, *flow meter* air.

Sensor air memiliki dua katup plastik, yakni berupa rotor air atau *valve body*, dan *half effect* yang merupakan sensor pembaca debit air [13] Pada saat air mengalir pada media penghantar yang dipasang rotor, rotor tersebut akan berputar sesuai kecepatan aliran air yang masuk. Pulsa sinyal yang dihasilkan rotor akan diterima oleh sensor *hall effect*, kemudian data tersebut akan di proses oleh mikrokontroler.

b. NodeMCU ESP8266.



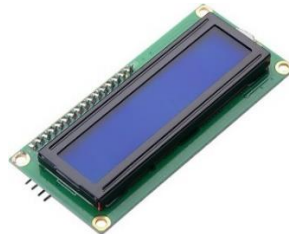
Gambar 6. NodeMCU ESP3266

Sumber : <https://www.arduinoindonesia.id/2024/04/proyek-iot-canggih-dengan-arduino-dan-nodemcu.html>

NodeMCU, *board* elektronik yang dilengkapi dengan *chip* ESPP826, yang berfungsi sebagai mikrokontroler untuk memprogram dan mengontrol komponen elektronika yang dilengkapi modul *wifi* melalui perangkat *internet*, yang terlihat pada Gambar 6.

Board ini dapat dianalogikan seperti arduino yang dapat di program, serta memiliki port-port serial yang dapat dihubungkan melalui kabel USB. NodeMCU, turunan dari pengembangan dari modul *Internet of Things (IoT)* yang didesain terkoneksi dengan *internet*.

c. LCD

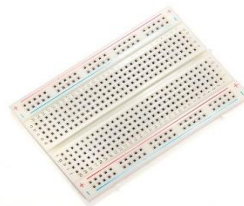


Gambar 7. LCD

Sumber : <https://www.electronicwings.com/sensors-modules/lcd-16x2-display-module>

LCD, perangkat elektronika yang berfungsi sebagai *display*, menampilkan *input* yang ingin ditampilkan [14]. Hal ini dilakukan saat melakukan pengkodean untuk menampilkan volume dalam satuan liter dan biaya dalam satuan rupiah dari penggunaan air, yang terlihat pada Gambar 7.

d. *Breadboard*



Gambar 8. *Breadboard*

Sumber: <https://www.nesabamedia.com/pengertian-breadboard/>

Gambar 8 adalah *Breadboard*, yang merupakan komponen elektronika yang berbentuk papan dan memiliki fungsi khusus. Papan ini didesain untuk menempatkan atau menyusun komponen elektronika menjadi rangkaian elektronika tanpa penyolderan [15].

Papan ini juga bisa dijadikan sebagai *jumper* atau penghubung arus dari sebuah komponen yang satu dengan yang lainnya atau saat di hubungkan dengan input pada arduino ataupun sebagai indikator output. Selain dari itu komponen ini juga memiliki aturan dalam merangkai komponen elektronika.

e. Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* digunakan sebagai kabel penghubung suatu komponen dengan komponen lainnya. Kabel ini memiliki tipe: *male to male*, *male to female*, serta kabel bertipe *female to female*. Jenis kabel tersebut disesuaikan dengan pin pada komponen elektronika seperti arduino atau *breadboard*, yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kabel *Jumper*

Sumber: <https://www.aksesoriskomputerlampung.com/2019/02/male-to-female-jumper.html>

2.5. Software

Merupakan perangkat lunak yang dibutuhkan dalam merancang sistem.

a. Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino IDE, perangkat lunak yang bersifat *opensource* difungsikan sebagai tempat untuk memprogram dan mengunggah kode program kedalam Arduino. Perangkat lunak ini untuk mengembangkan berbagai macam proyek prototipe elektronik dan *IoT*, seperti untuk menuliskan perintah atau *coding* dan mengunggah program ke dalam perangkat NodeMCU ESP8266 [16].

Arduino IDE memakai bahasa pemrograman C atau C++ dalam menuliskan logika program dengan antarpengguna yang sederhana serta mudah dalam penggunaannya baik sebagai pemula atau *expert*. Perangkat lunak ini memiliki 3 bagian utama yaitu [17] :

- a) *Editor program*, bagi ini digunakan sebagai tempat untuk menulis dan mengedit logika program yang akan ditanamkan kedalam arduino bahasa processing.
- b) *Compiler*, fitur ini digunakan untuk mengubah logika program menjadi kode biner.
- c) *Uploader*, Fitur ini difungsikan sebagai modul untuk mentransper kode biner hasil kompailer ke dalam memori papan arduino atau perangkat berbasis IoT.

b. *Blynk*

Blynk, platform untuk Ios atau bahkan Android yang difungsikan sebagai pengendali modul arduino, Rasbery Pi, nodeMCU atau modul sejenis melalui internet [18] dan berfungsi sebagai *software* untuk menampilkan hasil atau *output* dari perangkat NodeMCU ESP8266 yang telah di program dalam Arduino IDE melalui jaringan internet.

2.6. *Intenet of Things (IoT)*

IoT merupakan sebuah konsep arsitektur yang berfungsi sebagai komponen yang memperluas manfaat dari konektivitas suatu jaringan internet secara terus menerus, sehingga dimungkinkan terjadinya dihubungkan antara mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya menggunakan sensor jaringan dan bahkan aktuator yang digunakan untuk mendapatkan data kemudian diolah sendiri. IoT memungkinkan suatu mesin dapat melakukan kolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan intruksi serta informasi baru yang diperoleh secara independen [19]. Secara umum, prinsip kerja IoT merupakan benda yang dapat diidentifikasi secara unik, sebagai *representative* virtual dalam sruktur berbasis internet [20].

IoT dapat bekerja ketika setiap komponen yang digunakan sudah diberi dan memiliki alamat *Internet Protocol (IP)*. Selanjutnya, alamat IP tersebut yang dimiliki oleh setiap komponen dikoneksikan dengan jaringan internet [21]. Selain dari itu, IoT akan berinteraksi antara sesama

komponen yang sudah terhubung secara otomatis tanpa melalui bantuan manusia (user) lagi pada jarak tertentu. Agar IoT dapat bekerja maksimal, maka internet menjadi komponen utama sebagai penghubung antara interaksi berbagai komponen. Sementara itu, *user* hanya bertugas sebagai pengontrol jalannya proses serta melakukan pengaturan terhadap komponen-komponen pada IoT secara langsung. Manfaat yang diberikan oleh konsep IoT kepada penggunaanya berupa kemudahan, kecepatan dan efisiensi data. Dalam membangun IoT, dibutuhkan:

- a) *Hardware* atau fisik (*Things*),
- b) Koneksi Internet yang digunakan sebagai media penghubung,
- c) *Cloud Data Center*, pusat tempat penyimpanan data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini, peneliti melaksanakan tahap pengujian sesuai metode yang diusulkan terhadap sistem yang sudah dirancang.

3.1. Pengujian *Water Flow Sensor*

Pada sensor aliran air ini terdapat tiga kabel yaitu warna merah, warna hitam dan warna kuning. Adapun rangkaianannya sebagai berikut:

- a. Kabel warna merah sebagai sumber tagangan dari pin VV NodeMCU. Tegangan kerja DC sensor 5V-24V.
- b. Kabel warna hitam sebagai ground yang dihubungkan ke sumber tegangan negatif.
- c. Kabel warna kuning sebagai kabel data/signal yang dihubungkan ke pin D4/GPIO02 pada NodeMCU.

Untuk detailnya dapat diperhatikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Rangkain Water Flow Sensor

3.2. Pengujian Pada LCD I2C Module

LCD i2c yang tergambar pada Gambar 12 memiliki empat bagian pin, yaitu pin GND, VCC, SDA dan SCL. Rangkaianannya sebagai berikut:

- a. GND dan VCC dihubungkan ke GND dan pin 5V.
- b. SDA dan SCL dihubungkan ke pin D2/GPIO04 dan D1/GPIO05 berfungsi untuk menampilkan hasil baca sensor



Gambar 11. Tampilan pada LCD

3.3. Pengujian *Water Flow* Untuk Menghitung Laju Aliran Air

Peneliti melakukan pengujian untuk memperoleh perbandingan nilai hasil pembacaan

sensor terhadap laju aliran air melalui media penghantar dan untuk memperoleh nilai persentase *error* yang dihasilkan oleh sistem pada setiap kali pembacaan sensor. Tahapan pengujian dimulai dari *Water flow sensor*, apakah sensor tersebut membaca laju aliran air dan dapat mengubahnya menjadi nilai, kemudian nilai tersebut apakah dapat ditampilkan pada serial monitor dalam *software Arduino IDE, Blynk dan LCD*.

Rumus menghitung Selisih dan Tingkat error:

Selisih = Pembacaan sensor – Jumlah air

$$\text{Error} = \frac{\text{Selisih}}{\text{Jumlah Air}} \times 100\%$$

Tabel 1. Pengujian Pembacaan Sensor dengan Jumlah Debit Air 500ml

| Percobaan | Jumlah air (ml) | Pembacaan sensor (ml) | Selisih | Error |
|------------------|-----------------|-----------------------|---------|--------|
| 1 | 500 | 496 | -4 | -0.8% |
| 2 | 500 | 509 | 9 | 1.8% |
| 3 | 500 | 506 | 6 | 1.2% |
| 4 | 500 | 505 | 5 | 0.4% |
| 5 | 500 | 500 | 0 | 0 |
| Rata-Rata | | 503,2 | 3,2 | 0,64 % |

Tabel 2. Pengujian Pembacaan Sensor dengan Jumlah Debit Air 1000ml

| Percobaan | Jumlah air (ml) | Pembacaan sensor (ml) | Selisih | Error |
|------------------|-----------------|-----------------------|---------|---------|
| 1 | 1000 | 1019 | 19 | 1.9% |
| 2 | 1000 | 1016 | 16 | 1.6% |
| 3 | 1000 | 1016 | 16 | 0,01.6% |
| 4 | 1000 | 1014 | 14 | 1.4% |
| 5 | 1000 | 1007 | 7 | 0.7% |
| Rata-rata | | 1014,4 | 14,4 | 1.44% |

Tabel 3. Pengujian Pembacaan Sensor dengan Jumlah Debit Air 1500ml

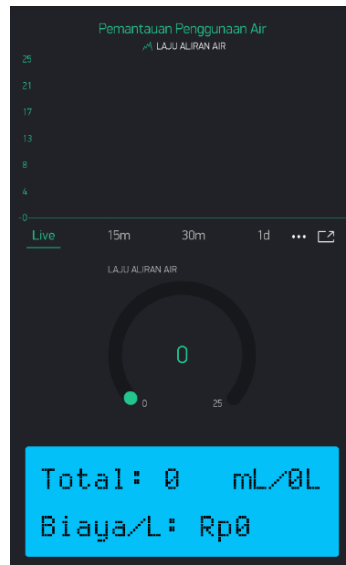
| Percobaan | Jumlah air (ml) | Pembacaan sensor (ml) | Selisih | Error |
|------------------|-----------------|-----------------------|---------|-------|
| 1 | 1500 | 1527 | 27 | 1.8% |
| 2 | 1500 | 1527 | 27 | 1.8% |
| 3 | 1500 | 1505 | 5 | 0.33% |
| 4 | 1500 | 1516 | 16 | 1.06% |
| 5 | 1500 | 1509 | 9 | 0.6% |
| Rata-Rata | | 1516,8 | 16,8 | 1.12% |

Berdasarkan data-data yang disajikan pada Tabel 1 sampai Tabel 3, dapat dirumuskan beberapa kesimpulan:

- Percobaan pertama yang dilakukan oleh peneliti menggunakan debit air sebesar 500 ml, diperoleh selisih ketepatan sensor dalam membaca debit air rata-rata sebesar 3,2 dengan persentase error yang dimiliki sebesar 0,64%.
- Untuk pengujian menggunakan debit air sebesar 1000 ml, diperoleh nilai rata-rata selisih ketepatan pembacaan sensor sebesar dimana nilai persentase error yang didapatkan sebesar 1.44%.
- Pada pengujian yang menggunakan debit air sebesar 1500 ml menghasilkan nilai presentasi error sebesar 1.12% dengan rata-rata selisih ketepatan pembacaan sensor sebesar 16,8.

3.4. Pengujian *Blynk*

Menampilkan hasil dari pengujian *water flow meter* yaitu volume dan biaya dari penggunaan air.



Gambar 12. Tampilan Pada Blynk

Gambar 12 diakses dari *smartphone*, dimana akan menampilkan penggunaan dalam bentuk ml air dan tarif yang akan dibayar oleh pelanggan PDAM.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan perancangan sistem pemantauan debit air ini menggunakan *water flow sensor* sebagai modul utama dan LCD sebagai *display* yang dirangkai menjadi satu dengan NodeMCU dan diprogram agar bisa ditampilkan pada *blynk* menggunakan *software* Arduino IDE. *Water Flow Sensor* berfungsi untuk mengukur laju aliran air/debit air dan telah ditempatkan di lokasi penelitian dan berjalan sesuai dengan usulan rancangan. Nilai dari pembacaan sensor tersebut akan ditampilkan pada LCD dan *Blynk*. *Blynk* digunakan untuk membuktikan bahwa program yang dibuat bisa menerapkan sistem *Internet of Things*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Purba, M. Yahya, and N. Nurbaiti, "Revolusi Industri 4.0: Peran Teknologi Dalam Eksistensi Penguasaan Bisnis dan Implementasinya," *Jurnal Perilaku dan Strategi Bisnis*, vol. 9, no. 2, pp. 2021.
- [2] R. Susanti, "Revolusi Industri 4.0," In *Chapter*, Yogyakarta: Andi, 2024.
- [3] H. Mukhsin and B. Yulianti, "Remote Control Berbasis Internet of Things (IoT)," *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (Senastindo)*, vol. 3, pp. 157–168, 2021.
- [4] W. Sofyan, et al, "Sistem Pengontrolan Kendaraan Bermotor Jarak Jauh Berbasis GPS Tracker dan Mikrokontroler Pada Platform Android," *Insologi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, vol. 1, no. 3, pp. 195–203, 2022.
- [5] H. Shara *et al.*, "Smart Farming Teknologi Monitoring Produksi dan Pemasaran Kebun Organik," *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, vol. 7, no. 1, pp. 20-31, 2022.
- [6] S. Fakultas and M. Pemerintahan, "Penerapan Konsep Smart City Dalam Tata Kelola Pemerintahan Kota Semarang Affiliation," *Jurnal Ilmiah Administrasi Pemerintahan Daerah*, vol. 14, no. 1, pp. 97–116, 2022.

- [7] Usnul Latipah, Dwi Sartika Simatupang, And Hermanto, "Sistem Otomatisasi Pada Tanaman Hidroponik Deep Flow Technique Menggunakan IoT Berbasis Web," *Jurnal Coscitech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 4, no. 2, pp. 322–331, 2023.
- [8] Azhar Jauharul Umam, D. Setiana, And A. Pradana, "Rancangan Radio Frequency Identification (RFID) Smart Door Lock System Berbasis Internet of Things Untuk Manajemen Membership Fitness Center," *Jurnal Coscitech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 4, no. 2, pp. 359–365, 2023.
- [9] Y. Pernando and Y. Roza, "Perancangan Prototype Kapal Untuk Monitoring Sensor Ultrasonik," *Jurnal Sensi*, vol. 09, no. 02, pp. 131-140, 2022.
- [10] A. Soemarmi, E. Indarti, A. Diamantina, J. Soedarto, and T. Semarang, "Konsep Negara Kepulauan Dalam Upaya Perlindungan Wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia," *Masalah-Masalah Hukum*, vol. 48, no. 3, pp. 241-248, 2019.
- [11] M. Ulfarina, G. Yudana, and I. Aliyah, "Efektivitas Sistem Penyediaan Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Di Kawasan Permukiman Sekitar Universitas Sebelas Maret, Surakarta," *Region: Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif*, vol. 16, no. 1, pp. 29-44, 2021.
- [12] E. W. Fridayanthie, H. Haryanto, And T. Tsabitah, "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web," *Paradigma: Jurnal Komputer Dan Informatika*, vol. 23, no. 2, pp. 151-157, 2021.
- [13] R. B. A. Hastariyadi, D. A. Firmansyah, and M. Rozaki F., "Prototipe Pengukuran Besaran Aliran Menggunakan Sensor Alir," *Jurnal Imiah Sain dan Teknologi*, vol. 2, no.8, pp. 221–229, 2024.
- [14] Y. Roza, M. Kh, And Y. Pernando, "Pemanfaatan Switch Button Dalam Konversi Sistem Bilangan Biner Ke Desimal Untuk Media Pembelajaran," *JoDENS: Journal of Digital Ecosystem for Natural Sustainability*, vol. 4, no. 1, pp. 01-05, 2024.
- [15] M. Muchlas, C. Bailey, and M. Freeman, "*Simulator Breadboard: Perangkat Pembelajaran Teknik Digital*," Yogyakarta: UAD Press, 2020.
- [16] E. Aris Prastyo, "*Software Arduino Ide*," <https://Www.Arduinoindonesia.Id/2018/07/Software-Arduino-Ide.Html>.
- [17] E. Mardianto, *Panduan Belajar Mikrokontroler Arduino*. 2021.
- [18] M. Artiyasa *et al.*, "Aplikasi Smart Home Node Mcu IoT Untuk Blynk," *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp.1-7, 2020.
- [19] Y. Efendi, "Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 19-26, 2018.
- [20] N. H. F. R. Z. Lusita Dewi, "Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (IoT)," *JUIT: Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 1, no. 2, pp. 101-107, 2019.
- [21] W. Wilianto, and A. Kurniawan, "Sejarah, Cara Kerja dan Manfaat Internet of Things," *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 36-41, 2018.