

Rancang Bangun Sistem Kontrol Watermeter PDAM Berbasis IoT

Design and Build an IoT-Based PDAM Watermeter Control System

Mukhsin^{a,1}, Muh Pauzan^{b,2}, Nurhasanah^{c,3}

^{a,b,c}Prodi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu
mukhsin.ft@unwir.ac.id^{*1}, muhpauzan.ft@unwir.ac.id², achasanah5@gmail.com³

ABSTRAK

Proses pengecekan penggunaan air ke masing-masing pelanggan setiap bulan yang selama ini dilakukan oleh petugas Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dalam pelaksanaannya masih dilakukan secara manual, yaitu masih terjadinya kesalahan dalam pencatatan penggunaan air (Human Error). Dalam penelitian ini akan dibangun sebuah sistem monitoring air berbasis IoT dengan memanfaatkan media website sebagai penyimpanan melalui database. Metode penelitian menggunakan Root Mean Square Error (RMSE) yang merupakan alat seleksi model berdasarkan pada error hasil estimasi. variabel yang digunakan dalam penelitian adalah gelas bervolume 1 liter yang berfungsi sebagai pembandingan dengan nilai yang terbaca pada alat watermeter. Penelitian ini menggunakan 0.005 m³, 0.01 m³, dan 0.015 m³ air, dengan masing-masing dilakukan sebanyak 10 kali percobaan pada watermeter, sehingga hasil yang didapatkan akan lebih akurat. Pengujian menggunakan kalibrasi standar nasional dengan nilai 6,5. Hasil dari penelitian nilai akurasi yang dimiliki pada sampel 0,015 m³ berdasarkan skala perhitungan teori RMS yaitu, bahwa semakin kecil nilai akurasi maka semakin akurat nilai yang dikeluarkan pada LCD watermeter.

Kata Kunci : Sistem Kontrol, Watermeter, Internet of Things

ABSTRACT

The process of checking water usage for each customer every month, which has been carried out by Regional Water Company (PDAM) officials, is still being carried out manually, namely errors in recording water use (Human Error) still occur. In this research an IoT-based monitoring system will be built by utilizing website media as storage through a database. The research method uses the Root Mean Square Error (RMSE) which is a model selection tool based on the estimation error results. The variable used in the study was a 1 liter volume measuring cup which served as a comparison with the value read on the water meter. This study used 0.005 m³, 0.01 m³, and 0.015 m³ of water, each experiment was carried out 10 times on a water meter, so the results obtained would be more accurate. The test uses a national standard calibration with a value of 6.5. The results of the study show that the accuracy value of the 0.015 m³ sample is based on the RMS theoretical calculation scale, namely that the smaller the accuracy value, the more accurate the value issued on the LCD watermeter.

Keywords : Control System, Watermeter, Internet of Things

Info Artikel :

Disubmit: 09 September 2022

Direview: 10 Oktober 2022

Diterima: 11 Oktober 2022

Copyright © 2022 – CSRID Journal. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

PDAM merupakan perusahaan umum milik pemerintah daerah atau kabupaten, yang mengelola distribusi air bersih untuk masyarakat umum. Penyaluran oleh pihak PDAM diperlukan sebuah proses kontrol atau monitoring (sistem kontrol) penggunaan air ke setiap pelanggan yang selama ini dalam pelaksanaannya masih dilakukan dengan pencatatan oleh petugas secara periodik. Namun dalam pelaksanaan pencatatan atau monitoring masih terjadi kesalahan dalam pencatatan penggunaan air yaitu perbedaan pencatatan penggunaan air dengan tagihan yang diterima pelanggan (*Human Error*).

Untuk menanggulangi permasalahan tersebut telah dilakukan penelitian yang membuat alat ukur *watermeter* menggunakan sensor *watermeter* berbasis Arduino Uno seperti penelitian oleh Haidar. Output yang dihasilkan pada alat tersebut hanya tersimpan pada SD card. Kemudian penelitian tersebut

hanya menampilkan penggunaan air pada LCD dan belum terintegrasi pada IoT [1]. Oleh karena itu, penulis mengusulkan penelitian tentang alat yang mampu memonitoring pemakaian air secara digital dengan menggunakan alat pengukur volume air berbasis IoT (*Internet of Things*). Selain itu, proses pengolahan data yang dilakukan pada petugas sudah otomatis dan terkomputerisasi. Pada penelitian ini akan dibahas secara detail dengan menguji kinerja pada alat tersebut.

Beberapa teori yang mendasari penelitian ini seperti Perancangan atau rancangan merupakan serangkaian prosedur untuk menterjemahkan hasil analisa dan sebuah sistem kedalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem dapat diimplementasikan. Bangun sistem adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada secara keseluruhan. Jadi dapat disimpulkan bahwa rancang bangun adalah penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah kedalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi [2]. Sistem kontrol merupakan proses pengendalian terhadap satu ataupun sebagian besaran (*variabel, parameter*) sehingga berada pada suatu harga ataupun dalam suatu rangkuman harga (*range*) tertentu. Tujuan utama dari suatu sistem pengontrolan adalah untuk mendapatkan optimisasi dimana hal ini dapat diperoleh berdasarkan fungsi daripada sistem kontrol itu sendiri yaitu: pengukuran (*measurement*), membandingkan (*comparison*), pencatatan dan perhitungan (*computation*), serta perbaikan (*correction*) [3].

Sensor *watermeter* merupakan salah satu sensor untuk menghitung air yang mengalir. Sensor ini terdiri dari katup plastik, rotor air, dan sensor *effect hall*. Air yang mengalir akan melewati katup plastik dari sensor tersebut dan akan membuat rotor magnetnya berputar dengan kecepatan tertentu sesuai dengan tingkat aliran yang mengalir. Kemudian medan magnet yang ada pada rotor tersebut akan memberikan efek pada sensor *effect hall* yang akan menghasilkan sinyal pulsa berupa tegangan (*pulse width modulator*) [4].

Dengan semakin berkembangnya teknologi, penulis menggabungkan alat pengukur *watermeter* yang terintegrasi dengan IoT yang memanfaatkan media *website*, agar dapat membantu kinerja petugas dalam mengelola data penggunaan air pada PDAM. Penggabungan alat ini dikenal dengan istilah *Internet of Things* (IoT) yang merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Pada dasarnya IoT mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai *representative virtual* dalam struktur berbasis internet [5].

Beberapa penelitian terkait tentang alat ukur *watermeter* telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan Winda Gisella Ginting dengan tema Rancang Bangun Alat Ukur *Watermeter* Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO dengan Menggunakan Sensor YF-S201, dapat ditarik kesimpulan bahwa yang dihasilkan pada penelitian ini hanya menampilkan pengukuran *Watermeter* melalui LCD, perancangan pada penelitian ini tidak menerapkan sistem IoT sehingga pada perekaman data masih adanya sistem manual oleh petugas, sehingga masih rentannya permasalah manipulasi data pada penginputan-penginputan data pelanggan [6]. Penelitian tentang Desain dan Implementasi Pengukuran *Watermeter* Menggunakan Sensor *Waterflow Meter* Berbasis IoT oleh Achmad Brahmantio Ramadhan, dapat ditarik kesimpulan bahwa Penelitian ini menerapkan teknologi mikrokontroler dengan menggunakan sensor *waterflow meter* yang kemudian dikontrol oleh NodMCU ESP8266. output yang dihasilkan adalah menghitung berapa *Watermeter* yang keluar dengan menampilkan kedalam aplikasi android. Akurasi dalam alat ini memiliki nilai rata-rata 97,91% dengan 30 kali percobaan secara berkala. Permasalahan pada penelitian ini adalah kurangnya output LCD untuk menampilkan hasil keluaran *Watermeter* sehingga pengguna tidak mengetahui berapa banyaknya penggunaan air selama satu hari karena pada penelitian ini hanya menampilkan berapa jumlah pengeluaran air yang digunakan selama satu bulan melalui aplikasi android [7]. Penelitian tentang Pengembangan Instrumen Pengukuran Aliran Air Berbasis *Internet of Things* (IoT) oleh M. Irfan Wahyuni, dapat ditarik kesimpulan bahwa Penelitian ini untuk mengetahui penggunaan air di rumah pelanggan yang masih bersifat analog. Penelitian ini berbasis IoT dalam perekaman secara *real time*. Alat yang dibuat mampu memperoleh informasi *Watermeter* dengan sangat baik dengan rata-rata 98,1% dengan metode 10 kali percobaan. *Output* yang dihasilkan melalui *smartphone*. Permasalahannya adalah

data yang terekam pada alat tidak tersimpan di database, fungsi dari *smartphone* hanya menampilkan data perekaman pada alat tersebut [8].

Dalam penelitian ini akan dibangun sebuah sistem monitoring air berbasis IoT. Adapun pembeda dari sistem ini adalah memanfaatkan media *website* sebagai penyimpanan melalui *database* serta. Pada penelitian ini juga menggunakan data sampel lebih banyak yaitu 0.005 m³, 0.01 m³, dan 0.015 m³, dengan masing-masing sampel dilakukan sebanyak 10 kali percobaan, sehingga hasil yang didapatkan akan lebih akurat karena banyaknya data yang digunakan. Serta pada sistem rekapulasi yang dilakukan oleh petugas sudah terkomputerisasi sehingga petugas tidak dapat melakukan kecurangan dalam melaporkan penggunaan air setiap bulannya.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peranan pada sistem kontrol pengukur *watermeter* berbasis *Internet of Things*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengatasi kelemahan pada monitoring *watermeter* yang dilakukan oleh petugas PDAM serta menguji kinerja alat sistem kontrol pengukur *watermeter* berbasis IoT yang bermanfaat dapat memberikan kemudahan akses kepada pelanggan mengenai informasi jumlah konsumsi air pelanggan PDAM dan meminimalisir kecurangan oleh petugas. Manfaat lain dari penelitian ini adalah memberikan kemudahan kepada petugas pencatatan mengenai informasi jumlah konsumsi air pelanggan PDAM dan mengoptimalkan dalam proses pencatatan mengenai jumlah konsumsi air pada pelanggan sehingga mengurangi jumlah petugas pencatatan.

Kebaharuan dalam penelitian ini yaitu dalam pembuatan dan pengujian alat pengukur *watermeter* berbasis IoT, alat yang digunakan hanya untuk satu pelanggan. Sensor *watermeter*, RTC DS3231, modul *connected to internet* yang digunakan adalah NodeMCU ESP8622 dan alat penampil hasil sensor yang digunakan adalah LCD 16x2.

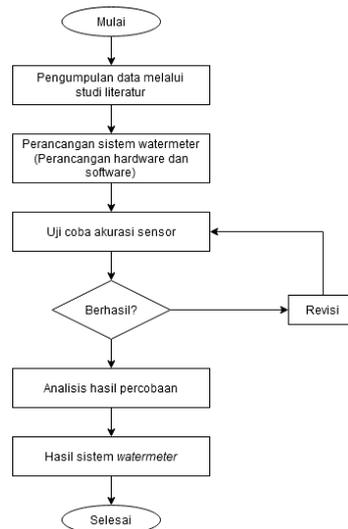
2. METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimen sungguhan (*true experiment design*) merupakan rancangan penelitian eksperimental yang meneliti tentang kemungkinan sebab akibat antara kelompok yang diberi perlakuan (kelompok eksperimen) dengan kelompok kontrol (tidak diberi perlakuan) lalu kemudian membandingkan antara keduanya [9]. Objek dalam penelitian ini adalah merancang dan membuat sistem monitoring *Watermeter* dengan menerapkan *internet of things* sehingga akan menghasilkan sistem kontrol jarak jauh untuk mengontrol pemakaian alat. Tujuan utamanya yaitu membandingkan antara gelas ukur dan alat yang dibuat. Adapun prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

A. Perancangan sistem *watermeter*

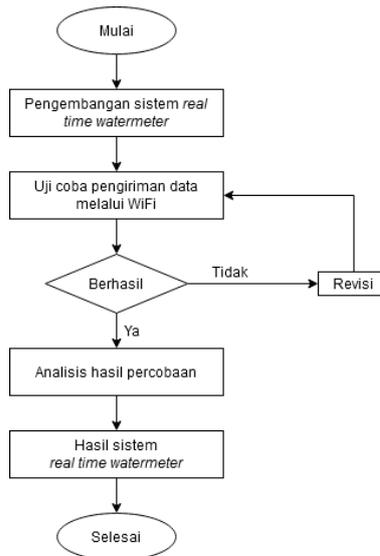
Diagram alur untuk perancangan sistem *watermeter* yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi seperti diperlihatkan pada gambar 1.

Pada tahap pertama dilakukan perancangan *hardware* dan *software* untuk menghasilkan sistem *watermeter* yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Perancangan *hardware* dilakukan dengan menyiapkan sensor *watermeter*, Arduino Nano, dan RTC menjadi satu disambungkan dengan pipa dan pompa air untuk dibuat *prototipenya*. Kemudian diintegrasikan dengan NodeMCU ESP8266. Untuk perangkat *software* dilakukan dengan membuat program yang dapat membaca volume air yang melewati meteran air dan sensor. Program tersebut dibuat menggunakan aplikasi Arduino IDE. Setelah perancangan *hardware* dan *software* selesai dibuat, maka tahap selanjutnya adalah melakukan uji coba akurasi sensor untuk menghasilkan sistem *watermeter* yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

Gambar 1. Diagram alur untuk sistem *watermeter*

B. Pengembangan sistem *real time watermeter*

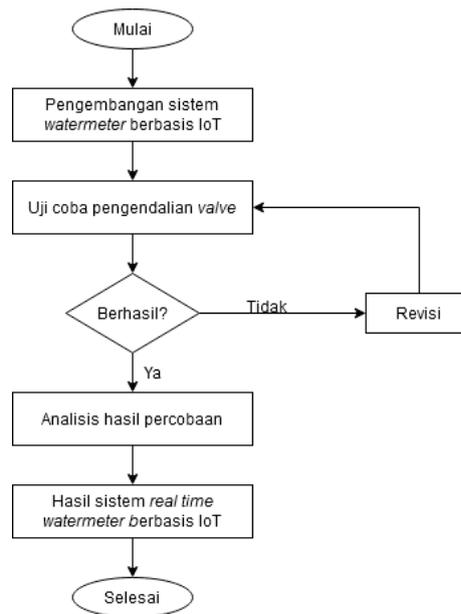
Diagram alur untuk sistem *real time watermeter* yang dapat melakukan pemantauan penggunaan air dan menghitung harga yang harus dibayar pelanggan diperlihatkan seperti pada gambar 2.

Gambar 2. Diagram alur sistem *real time watermeter*

Pada tahap kedua dilakukan pengembangan sistem *watermeter* menjadi sistem *real time*. Sistem tersebut dapat dihasilkan dari pengembangan *software*, program pembacaan volume air ditambahkan dengan program pengiriman data disatukan dan diintegrasikan oleh NodeMCU ESP8266. Sehingga menghasilkan sistem *real time* yang dapat memantau penggunaan volume air dan menghitung harga yang harus dibayarkan.

C. Pengembangan sistem *watermeter* berbasis IoT

Diagram alur untuk sistem *watermeter* berbasis IoT yang dapat melakukan umpan balik (*feedback*) diperlihatkan pada gambar 3.

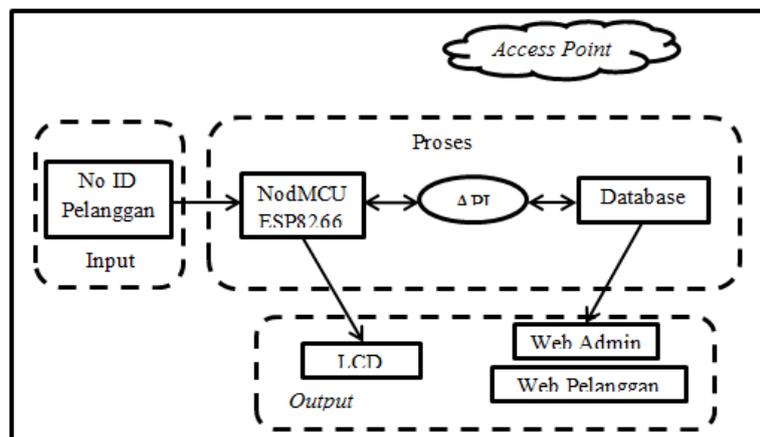


Gambar 3. Sistem *watermeter* yang dapat melakukan umpan balik (*feedback*)

Pada tahap ketiga dilakukan pengembangan sistem *watermeter* berbasis IoT yang dapat melakukan umpan balik (*feedback*). Sistem tersebut dapat melakukan kontrol *valve* dengan menggunakan IoT.

D. Perancangan Sistem

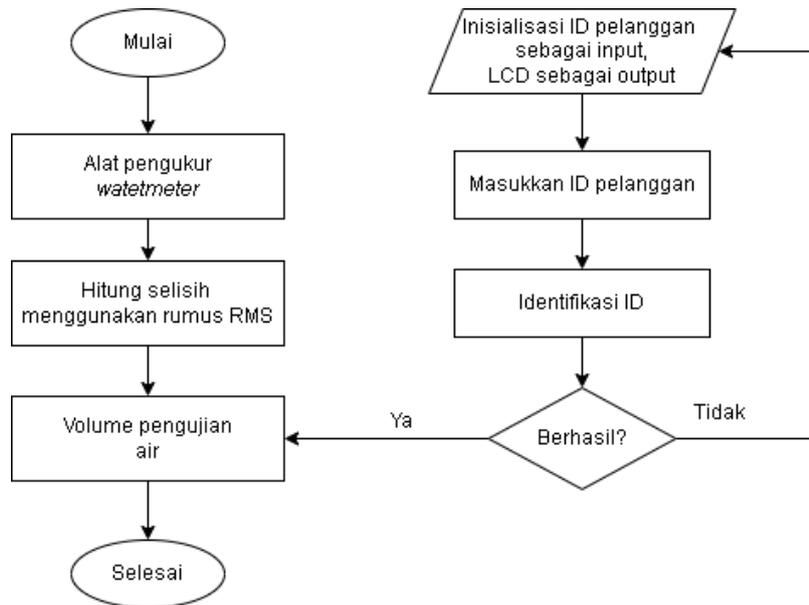
Kebutuhan *user* untuk membangun sistem yang sesuai dengan kebutuhannya monitoring penggunaan air adalah sistem yang berbasis *website*. Berikut adalah gambaran diagram keseluruhan sistem monitoring penggunaan air berbasis *Internet of Things*.



Gambar 4. Blok diagram sistem monitoring air

Gambar 4 menggambarkan tentang perancangan bagaimana cara mengatasi masalah yang diangkat pada penelitian ini, yaitu dengan cara merancang sistem monitoring penggunaan air berbasis *Internet of Things* dengan memanfaatkan *website*. Alasan ini digunakan karena hanya cukup dengan menggunakan nomor ID pelanggan dapat mengetahui konsumsi air setiap bulannya. Dengan melakukan pengecekan melalui *website* merupakan solusi yang memanfaatkan teknologi informasi yang mampu mengatasi proses perekaman data penggunaan air sehingga rekapitulasi dapat dilakukan lebih cepat dan akurat. Sistem menggunakan *mysql* sebagai *database*, sistem tentunya dibuat untuk memudahkan proses perekaman data akan jauh lebih mudah karena data bisa masuk ke *database*. Proses penggunaan

air dan data-data pelanggan akan jauh lebih aman dan tertata karena data akan masuk dan diproses di *database*. Berikut ini adalah *flowchart* perancangan sistem yang dibuat.



Gambar 5. *flowchart* perancangan sistem

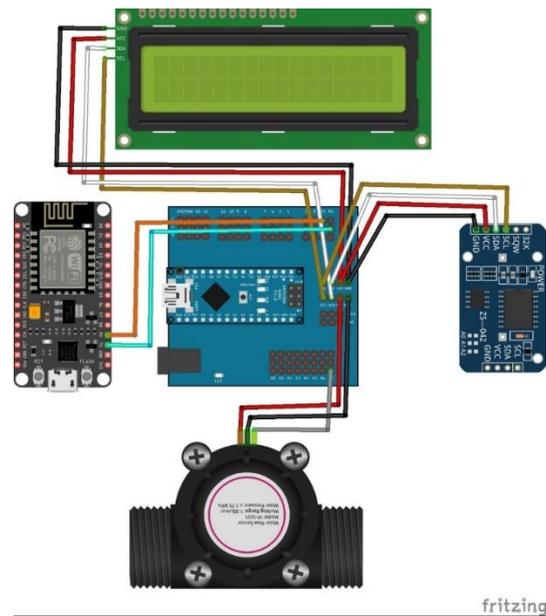
Gambar 5 menjelaskan bagaimana alur perancangan dari sistem monitoring penggunaan air, yang diproses adalah nomor ID pelanggan, pada saat nomor ID pelanggan di masukkan maka akan diidentifikasi oleh sistem. Jika data sesuai dengan *database* maka akan diproses langsung dengan tampilan *website*. Jika nomor ID pelanggan tidak sesuai, maka proses tidak akan berjalan dan hanya akan kembali pada tampilan awal.

E. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan peneliti untuk mengembangkan, mengujicoba dan mengumpulkan data pada sistem ini terbagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

1. Arduino Nano
2. NodeMCU ESP8266
3. RTC DS3231
4. Sensor *Watermeter*
5. LCD I2C 16x2

Skema perancangan ini menggunakan *software fritzing*. *Fritzing* merupakan *software open source* untuk perancangan *hardware* (elektronik). Adapun perancangan *hardware* alat *watermeter* ini dapat dilihat pada gambar 6 adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Wiring diagram menggunakan software fritzing

Berikut adalah tabel koneksi antar pin sebagai berikut:

Tabel 1. Koneksi antar pin Arduino Nano dengan sensor *watermeter*

Arduino Nano	Sensor <i>watermeter</i>
Pin 2	Pin 2
VCC	VCC
GND	GND

Tabel 2. Koneksi antar pin Arduino Nano dengan LCD I2C 16x2

Arduino Nano	LCD I2C 16x2
SCL	SCL
SDA	SDA
5V	VCC
GND	GND

Tabel 3. Koneksi antar pin Arduino Nano dengan RTC DS3231

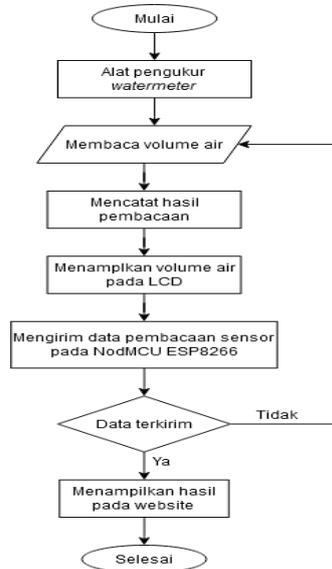
Arduino Nano	RTC DS3231
A5	SCL
A4	SDA
5V	VCC
GND	GND

Tabel 4. Koneksi antar Pin Arduino Nano dengan NodMCU ESP8266

Arduino Nano	NodMCU ESP8266
TX	RX
RX	TX

F. Perancangan *Software*

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat program menggunakan *software* Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C yang akan terintegrasi dengan *website*. Pembuatan program pada Arduino Nano menggunakan *software* Arduino IDE.



Gambar 7. Diagram alir program Arduino Nano

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa Arduino Nano bertugas untuk mengolah data hasil pembacaan sensor *watermeter* yang kemudian dikirimkan pada NodMCU ESP8266. Selain itu Arduino Nano juga bertugas untuk menyesuaikan waktu dengan waktu di RTC kemudian berdasarkan waktu tersebut Arduino Nano memberi perintah berapa jumlah pembayaran yang harus dilakukan dan jumlah pembayaran air, lalu kembalikan ke perhitungan 0 kembali setelah memasuki tanggal dan waktu yang sudah disesuaikan, setelah data pembacaan sensor dikirim kemudian ditampilkan pada *website*.

G. Skenario Pengujian

1. Persiapan

Tahap Persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum pengumpulan dan pengolahan data, pada tahap ini disusun kegiatan yang harus dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan persiapan dalam perencanaan. Skenario pengujian tahapan persiapan ini dilakukan proses percobaan awal pada sensor *watermeter* sebanyak 5 kali pada volume air 0,001 m³ secara berurutan. Selanjutnya untuk menguji akurasi sensor dilakukan pengujian dengan membaca 3 sampel pengujian yaitu 0,005 m³, 0,01 m³ dan 0,015 m³, masing-masing sampel di uji sebanyak 10 kali. Memastikan valid atau tidak nya sensor mengeluarkan volume air yang nanti akan diinputkan.

2. Teknik Pengujian

Teknik pengujian adalah segala kegiatan yang bertujuan untuk mengukur dan menilai kerja suatu instalasi [10]. Tahap selanjutnya setelah peneliti mendapatkan data yang dibutuhkan kemudian menganalisis data dengan pengujian sistem secara *real time*. Merupakan sistem yang dapat memantau penggunaan volume air dan harga yang harus dibayarkan secara *real time* atau waktu yang sebenarnya serta dapat ditampilkan pada *website*. Sampel data yang diambil menghasilkan data yang dapat dibaca oleh volume air yang melewati *watermeter*. Untuk menilai hasil pengujian tersebut, penulis menggunakan teori *Root Mean Square Error* (RMSE) sebagai teori yang paling tepat untuk mengestimasi besarnya kesalahan pengukuran berdasarkan pada RMSE yang dihasilkan. *Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat. Nilai RMSE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- RMSE : *Root Mean Square Error*
- n : Jumlah Sampel
- yi : Nilai Aktual
- Yi : Nilai Prediksi

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan alat seleksi model berdasarkan pada *error* hasil estimasi. *Error* yang ada menunjukkan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan nilai yang akan diestimasi. Berikut merupakan rumus *Error Relative* yang digunakan untuk menghitung hasil akhir perhitungan.

$$e_r = \frac{\Delta S_{rms}}{\bar{S}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Penentuan sampel pada penelitian ini menggunakan metode *Root Mean Square Error*. Dalam beberapa referensi yang mencantumkan rumus RMSE untuk menentukan ukuran sampel yang dibuat untuk kalibrasi. Khususnya dalam buku-buku metodologi penelitian. Sampel kalibrasi yang digunakan pada penelitian ini sebesar 6,5 berdasarkan nilai kalibrasi nasional. Maka dengan demikian sampel kalibrasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 6,5. Artinya dalam hal ini pengambilan sampel penelitian pada tiap 0,005 m³, 0,01 m³ dan 0,015 m³ dengan variabel gelas ukur 1 liter. Maka jumlah data keseluruhan dalam penelitian ini sebanyak 30 kali percobaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Tampilan *Hardware*

Pada perancangan perangkat alat pengukur *watermeter* ini, terdapat no ID pelanggan yang memiliki kode unik yang masing-masing pelanggan mempunyai no ID yang berbeda satu dengan lainnya. No ID ini yang akan didaftarkan pada sistem baik *database* maupun perangkat pembacanya. Terdapat sensor *watermeter* yang digunakan untuk mengukur aliran air yang mengalir. Selain itu juga terdapat Arduino Nano serta NodeMcu ESP8266 yang akan mengolah serta mengidentifikasi dari tiap-tiap pembacaan *watermeter* yang mengalir. NodeMCU ESP8266 didalamnya juga akan diatur tentang jaringan lokal yang digunakan sehingga akan secara otomatis mencari jaringan lokal terdaftar agar dapat meneruskan data pembacaan pada sistem *database*. Sedangkan Arduino Nano ini yang mengolah data pembacaan serta menampilkannya pada LCD sesuai dengan status keberhasilan yang telah diatur dalam program. Pada tahap ini adalah hasil dari perancangan desain perangkat keras seperti ditunjukkan pada gambar 8 tampak bagian dalam dan gambar 9 tampak bagian luar.



Gambar 8. Hasil desain tampak dalam



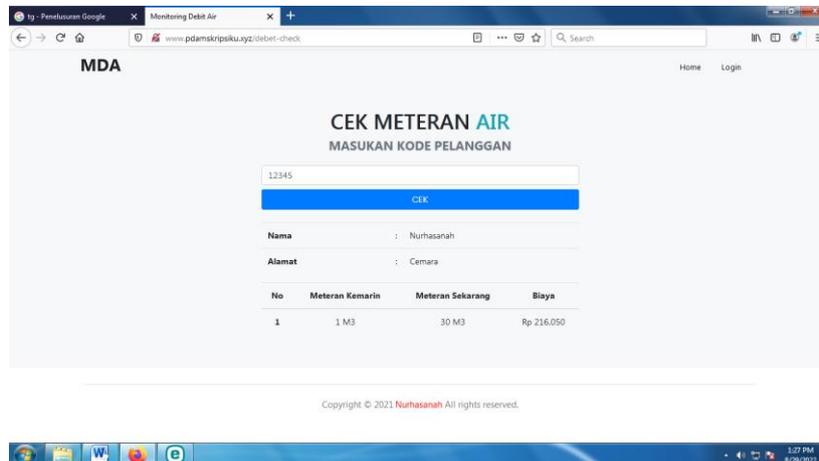
Gambar 9. Hasil desain tampak luar

Dapat dilihat pada Gambar 8 bahwa terdapat modul *watermeter* untuk membaca air yang mengalir. Selain itu juga dilengkapi dengan LCD guna menampilkan hasil pembacaan *watermeter* mengenai status keberhasilan penggunaan *watermeter* dari masing-masing pelanggan.

B. Hasil Tampilan Software

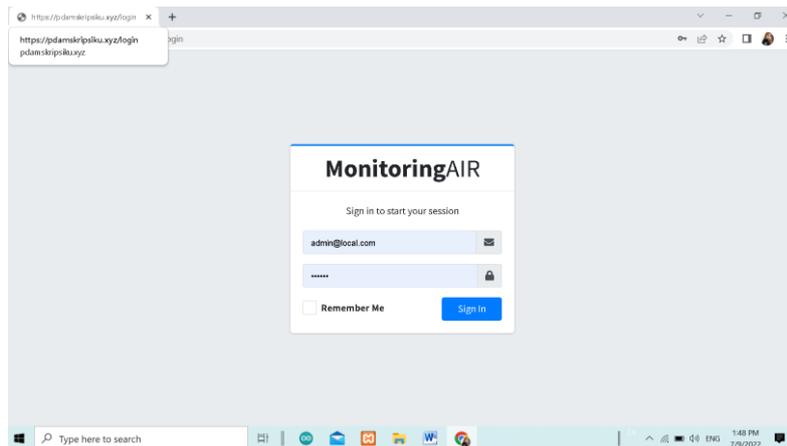
Dalam perancangan sistem *database* MySQL, penulis menggunakan aplikasi XAMPP. Aplikasi XAMPP digunakan untuk menjalankan *server* serta membuka jaringan lokal yang nantinya dapat diakses untuk keperluan *edit table database*. Berikut adalah hasil perancangannya.

Halaman utama (pelanggan) merupakan halaman utama yang menjadi pintu gerbang untuk mengakses sistem yang menampilkan kolom no ID pelanggan yang mana no ID tersebut berbeda satu dengan lainnya. Setiap pelanggan mempunyai no ID untuk memasuki halaman utama *website* untuk melihat konsumsi air yang digunakan. Berikut ini gambar 10 untuk halaman pelanggan:



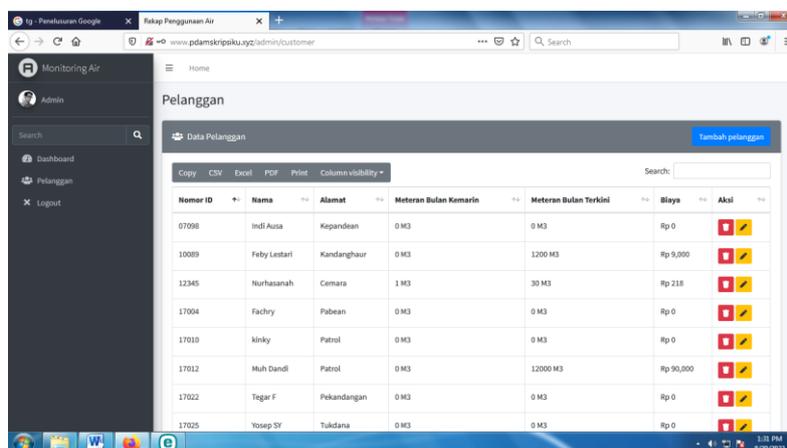
Gambar 10. Halaman utama (pelanggan)

Halaman utama (admin) merupakan halaman utama yang menjadi pintu gerbang untuk mengakses sistem yang menampilkan kolom *username* dan *password*. Setiap admin diwajibkan *login* terlebih dahulu ketika ingin memasuki halaman utama *website* untuk laporan penggunaan air. Berikut ini gambar 11 untuk halaman login:



Gambar 11. Halaman utama (admin)

Halaman data pelanggan yang hanya dapat diakses oleh admin berisikan informasi tentang data pelanggan dan hal-hal yang berkaitan antara lain melakukan tambah, edit, dan hapus data. Berikut adalah gambar 12 tampilan data pelanggan.



Gambar 12. Tampilan menu data pelanggan

Selain dapat melakukan perubahan data, admin juga dapat melakukan pengolahan data laporan, admin dapat melihat laporan periode sesuai yang di perlukan. Berikut implementasi antarmuka laporan:



Gambar 13. Tampilan laporan penggunaan air

C. Pengujian Tahap Awal

Pengujian sensor *watermeter* dapat dilakukan dengan cara data aliran air yang diperoleh dari sensor tersebut dibandingkan dengan volume air sesungguhnya yaitu menggunakan gelas ukur. Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan membaca 3 sampel pengujian yaitu 0,005 m³, 0,01 m³ dan 0,015 m³ dan masing-masing sampel diuji sebanyak 10 kali.

Persiapkan pompa air, lalu siapkan air dan aquarium, siapkan gelas ukur untuk mengukur volume air, selanjutnya nyalakan pompa air sampai *stasioner*/ stabil, setelah volume air terukur menggunakan gelas ukur. Kemudian catat hasilnya, lakukan pengujian sebanyak 10 kali. Berikut adalah tahap awal pengujian alat dengan gelas ukur.

Tabel 5. Pengujian tahap awal

No	Gelas Ukur (m ³)	Alat (m ³)	Selisih (m ³)
1.	0,001	0,00175	0,00075
2.	0,001	0,00119	0,00090
3.	0,001	0,00191	0,00091
4.	0,001	0,00187	0,00087
5.	0,001	0,00189	0,00089
Rata-rata hasil pembacaan		0,001722	0,000864

Dari hasil tabel 5 menunjukkan bahwa sebanyak 5 kali pengambilan sampel awal pada 0,001 m³ air dengan pengujian pada gelas ukur 1 L dengan alat menunjukkan nilai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata selisih} &= \frac{0,00075 + 0,00090 + 0,00091 + 0,00087 + 0,00089}{5} = \frac{0,00432}{5} \\ &= \mathbf{0,000864} \end{aligned}$$

D. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian akurasi sensor bertujuan untuk mengetahui akurasi dari sensor *watermeter* yang telah terhubung sistem minimum. Percobaan dilakukan dengan cara membandingkan hasil air yang telah terukur dan yang terbaca oleh sensor. Untuk menguji akurasi sensor, maka dilakukan pengujian dengan membaca 3 sampel pengujian dan masing-masing sampel diuji sebanyak 10 kali. Hasil dari pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian akurasi sensor pada volume air 0,005 m³
Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali pengambilan sampel data adapun hasil dari akurasi sensor pada volume air 0,005 m³ ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian akurasi sensor pada volume air 0,005 m³

No	Volume air yang diukur (m ³)	Volume air yang dibaca sensor (m ³)	Selisih (m ³)
1.	0,005	0,00519	0,00019
2.	0,005	0,00522	0,00022
3.	0,005	0,00517	0,00017
4.	0,005	0,00519	0,00019
5.	0,005	0,00522	0,00022
6.	0,005	0,00519	0,00019
7.	0,005	0,00519	0,00019
8.	0,005	0,00519	0,00019
9.	0,005	0,00522	0,00022
10.	0,005	0,00519	0,00019
Rata-rata hasil pembacaan		0,005197	0,000197

Dari hasil tabel 6 menunjukkan bahwa sebanyak 0,005 m³ air dengan melakukan 10 kali pengujian, nilai rata-rata *error relative* pada pengujian volume air 0,005 m³ adalah:

Error relative

$$er = \frac{\Delta S_{rms}}{S'} \times 100\%$$

$$er = \frac{0,000197}{0,005197} \times 100\%$$

$$er = 3,791\%$$

2. Pengujian akurasi sensor pada volume air 0,01 m³

Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali pengambilan sampel data adapun hasil dari akurasi sensor pada volume air 0,01 m³ ditunjukkan pada tabel 7

Tabel 7. Pengujian akurasi sensor pada volume air 0,01 m³

No	Volume air yang diukur (m ³)	Volume air yang dibaca sensor (m ³)	Selisih (m ³)
1.	0,01	0,01022	0,00022
2.	0,01	0,01019	0,00019
3.	0,01	0,01019	0,00019
4.	0,01	0,01017	0,00017
5.	0,01	0,01022	0,00022
6.	0,01	0,01019	0,00019
7.	0,01	0,01017	0,00017
8.	0,01	0,01017	0,00017
9.	0,01	0,01019	0,00019
10.	0,01	0,01019	0,00019
Rata-rata hasil pembacaan		0,01019	0,00019

Dari hasil tabel 7 menunjukkan bahwa sebanyak 0,01 m³ air dengan melakukan 10 kali pengujian, nilai rata-rata *error relative* pada pengujian volume air 0,01 m³ adalah:

Error relative

$$er = \frac{\Delta S_{rms}}{S'} \times 100\%$$

$$er = \frac{0,00019}{0,01019} \times 100\%$$

$$er = 1,865\%$$

3. Pengujian akurasi sensor pada volume air 0,015 m³

Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali pengambilan sampel data adapun hasil dari akurasi sensor pada volume air 0,015 m³ ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Pengujian akurasi sensor pada volume air 0,015 m³

No	Volume air yang diukur (m ³)	Volume air yang dibaca sensor (m ³)	Selisih (m ³)
1.	0,015	0,01519	0,00019
2.	0,015	0,01519	0,00019
3.	0,015	0,01519	0,00019
4.	0,015	0,01517	0,00017
5.	0,015	0,01522	0,00022

No	Volume air yang diukur (m ³)	Volume air yang dibaca sensor (m ³)	Selisih (m ³)
6.	0,015	0,01519	0,00019
7.	0,015	0,01517	0,00017
8.	0,015	0,01519	0,00019
9.	0,015	0,01519	0,00019
10.	0,015	0,01519	0,00019
Rata-rata hasil pembacaan		0,015189	0,000189

Dari hasil tabel 8 menunjukkan bahwa sebanyak 0,015 m³ air dengan melakukan 10 kali pengujian, nilai rata-rata *error relative* pada pengujian volume air 0,015 m³ adalah:

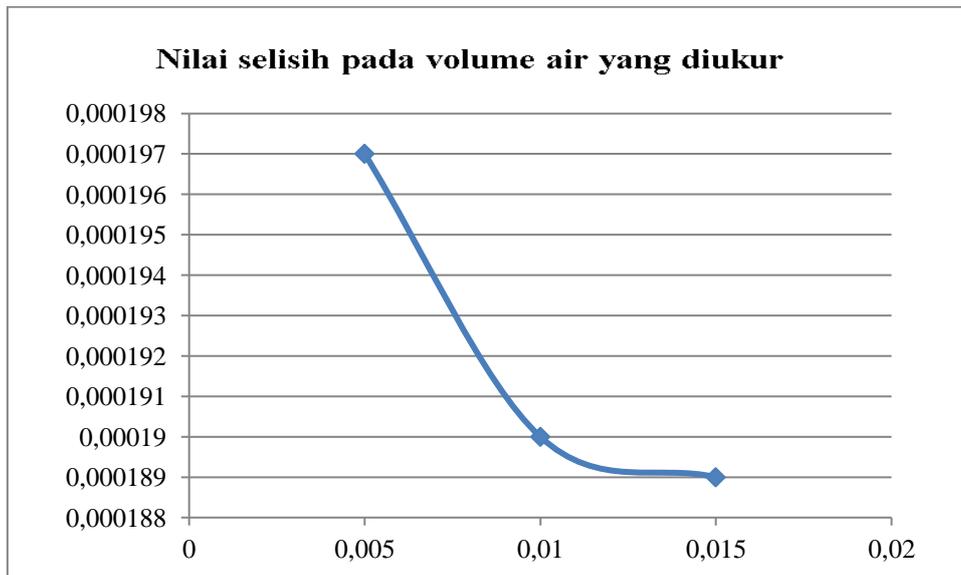
Error relative

$$er = \frac{\Delta S_{rms}}{S'} \times 100\%$$

$$er = \frac{0,000189}{0,015189} \times 100\%$$

$$er = 1,244\%$$

Berdasarkan hasil pengujian, dengan menggunakan volume air 0,005 m³, 0,01 m³, 0,015 m³, dapat dilihat bahwa nilai selisih yang didapatkan pada hasil pengujian memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Hal ini dilihat dari rata-rata besar persentase tingkat akurasi *error* masing-masing pengujiannya, seperti terlihat pada gambar 14 berikut.



Gambar 14. Nilai selisih volume air yang diukur

E. Analisis Hasil Pengujian

Analisis ini akan membahas secara detail pada sistem monitoring untuk penggunaan air berbasis *Internet of Things* (IoT). Berikut ringkasan Tabel hasil pengujian alat yang di dapat dari penelitian ini.

Tabel 9. Hasil pengujian alat

Jumlah sampel (m ³)	Jenis Pengujian	
	Selisih (Alat)	Akurasi
0,005	0,005197	3,791%

0,01	0,01019	1,865%
0,015	0,015189	1,244%

Tabel 9 menunjukkan bahwa dalam menganalisa kinerja akurasi pada alat pengukur *watermeter* peneliti menggunakan teori RMS. Merupakan metode akurasi dengan berfokus pada tingkat keerroran pada alat. Pengujian ini menggunakan kalibrasi standar nasional dengan nilai 6,5, dengan jumlah pengujian sebanyak 30 kali. Besaran akurasi masing-masingnya yaitu pada 0,005 m³ memiliki nilai akurasi 3,791%, pada 0,01 m³ memiliki nilai akurasi 1,865%, dan pada 0,015 m³ memiliki nilai akurasi 1,244%. berdasarkan hasil tersebut yang memiliki tingkat akurasi terkecil adalah 0,015 m³ dengan nilai akurasi 1,244%. Nilai akurasi yang dimiliki pada sampel 0,015 m³ dikatakan **AKURAT** karena berdasarkan skala perhitungan teori RMS mengatakan bahwa semakin kecil nilai akurasi maka semakin akurat nilai yang dikeluarkan pada alat *watermeter*, sedangkan pada pengujian sampel 0,005 m³ memiliki nilai akurasi terbesar yaitu senilai 3,791%. Hal itu dikarenakan ada beberapa hambatan yang peneliti temukan seperti *human error* pada saat penelitian sehingga dapat menyebabkan ketidak akurasian pada alat dengan gelas ukur.

Pada tahap analisis pengujian ini volume air yang dihitung dengan yang terbaca oleh sensor berbeda dengan masing-masing selisih pada sampel pengujian 0,005 m³ dengan 10 kali percobaan memiliki nilai selisih 0,005197, kemudian pada sampel pengujian 0,01 m³ memiliki nilai selisih 0,01019 dan pada sampel pengujian 0,015 m³ memiliki nilai selisih 0,015189. Nilai selisih pada masing-masing sampel itu terjadi karena air yang melewati sensor berubah-ubah tergantung kondisi pompa air dan kondisi air yang tidak bercampur dengan gelembung udara. Kondisi pompa air yang dimaksud adalah jika air tercampur gelembung udara maka bacaan sensor dengan kondisi air yang terbaca akan berbeda, itu disebabkan karena sensor *watermeter* tidak bisa membedakan air yang memiliki banyak gelembung dengan air yang tanpa gelembung. Sedangkan maksud dari kondisi air yang tidak bercampur dengan gelembung udara yaitu jika air melewati sensor *watermeter* maka sensor tetap akan membaca sejumlah air yang melewati sensor *watermeter* meskipun air tersebut tidak memiliki banyak gelembung udara.

Faktor utama dari munculnya selisih pada pengujian ini disebabkan oleh kurang efektifnya rotor air yang digunakan, kinerja *watermeter* tergantung pada besar dan kecilnya volume keran yang ditetapkan, serta kurang stabilnya peneliti dalam melakukan pengujian, seperti terlambat menekan tombol *stopwatch*, ketidaksamaan dalam menyalakan alat dengan memutar keran air serta tidak stabilnya pada keadaan fisik peneliti pada saat memegang gelas ukur. Dengan demikian penelitian ini menghasilkan data yang valid dengan semakin banyaknya data yang digunakan maka semakin kecil nilai akurasi yang didapatkan. Hal itu dibuktikan dengan teori RMS.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada sistem monitoring untuk penggunaan air berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat disimpulkan bahwa Hasil perancangan yang didapat yaitu alat yang mampu memonitoring pemakaian air secara digital dengan memanfaatkan media *website* sebagai penyimpanan melalui *database*, sehingga sistem rekapulasi yang dilakukan oleh petugas sudah terkomputerisasi sehingga petugas tidak dapat melakukan kecurangan dalam melaporkan penggunaan air setiap bulannya.

Saran yang bisa penulis sampaikan untuk pengembangan penelitian berikutnya adalah:

- 1) Peningkatan komponen yang lebih berkualitas dan lebih bagus agar performa yang dihasilkan lebih baik lagi.
- 2) Penelitian berikutnya lebih ditekankan pada alat yang mampu membedakan air yang mengandung gelembung udara dan air yang tidak mengandung gelembung udara.
- 3) Rancang bangun *watermeter* berbasis token atau Prabayar perlu dikembangkan.

REFERENSI

- [1] Haidar Dwi Y., 2020, Rancang Bangun Alat Ukur Watermeter Menggunakan *Water Flow Sensor* Berbasis Arduino Uno, *Jurnal Theta Omega : Journal Of Electrical Engineering, Computer and Information Technology*, Vol.1, No.1, hal 16-19, <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/thetaomega/article/view/3065>
- [2] Pressman, Roger S., 2010, *Software Engineering: A Practitioner's Approach, 7th ed. McGraw Hill*, New York
- [3] Syarif H. Irsyadi Akbar., 2017, Analisa DCS (*Distributed Control System*) Pada Proses Polimerisasi". *Jurnal Ilmiah Sutet*, Vol.7, No.1. Hal 54-62. <https://stt-pln.e-journal.id/sutet/article/view/160>
- [4] Vermesan, Ovidiu; Friess, Peter, 2013, *Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems*, Aalborg, River Publishers, Denmark.
- [5] Nurul Hidayati LD., 2017, *Prototype Smart Home* Dengan Modul *NODEMCU ESP8266* Berbasis *Internet of Things (IoT)*. *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit, Mojokerto.
- [6] Winda Gisella G., 2017, Rancang Bangun Alat Ukur *Watermeter* Berbasis *Mikrokontroler Arduino UNO* Dengan Menggunakan Sensor *YF-S201*", *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [7] Ahmad Brahmantio R., 2019, Desain dan Implementasi Pengukuran *Watermeter* Menggunakan Sensor *Waterflow Meter* Berbasis IoT, *Skripsi*, Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung.
- [8] M. Irfan Wahyuni, dkk., 2021, Pengembangan Instrumen Pengukuran Aliran Air Berbasis *Internet of Things (IoT)*, *Jurnal ELEMENTER*, Vol.7, No.1, Hal 47-56. <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/article/view/4627>
- [9] Fathnur Sani K., 2016, *Metodologi penelitian farmasi komunitas dan eksperimental*, Deepublish, Yogyakarta.
- [10] Adi Krimadi, dkk, 2019, Pengujian Black Box berbasis Equivalence Partitions pada Aplikasi Seleksi Promosi Kenaikan Jabatan, *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Aplikasi*, Vol.2, No.4, Hal 155-161 <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JTSI/article/view/3771>