

MONITORING KEBOCORAN AIR MENGGUNAKAN MIKROKONTROL ARDUINO UNO BERBASIS APLIKASI MOBILE

I Wayan Sugara Yasa ¹, I Wayan Suriana ², I Wayan Sukadana ³

^{1 2 3} Universitas Pendidikan Nasional

Jalan Bedugul No.39 Sidakarya, Denpasar Selatan, Kota Denpasar Bali 80224

¹ sugarayasa@undiknas.ac.id, ² wayansuriana@undiknas.ac.id, ³ sukadana@undiknas.ac.id

Abstract

So far, the monitoring system for clean water installations has not been good enough to detect leaks in water pipes. There are many losses, namely the volume of wasted water which is the difference between the volume of wasted water before and after implementing the system. For example, if previously there was a leak of 100 liters per month and after implementing the system it became 20 liters per month, then the reduction in the volume of wasted water is 80 liters per month, and the cost of wasted water is the cost of water wasted due to leaks. For example, if the price of water is IDR 10,000 per cubic meter, and there is a leak of 100 liters (0.1 cubic meters) per month, then the wasted costs are IDR 1,000 per month. To reduce these losses, the author designed a leak monitoring tool using an Arduino Uno microcontroller based on a mobile application. To detect leaks, this tool uses air discharge data from the flowmeter sensor and Arduino Uno as microcontrol, while to send sensor data to the mobile application (Blynk) it uses a modem and router with an ethernet shield as a LAN function on the Arduino mega 2560. The test results show that This tool can detect leaks with an air flow rate of $\rightarrow 0.1$ L/m when the tap is in the OFF position.

Keywords: *Arduino uno, flowmeter sensor, Blynk, modem and router, ethernet shield.*

Abstrak

Kurang baiknya sistem monitoring instalasi air bersih selama ini dimana tidak bisa mendeteksi terjadinya kebocoran pada pipa saluran air. Banyak kerugian yaitu volume air terbuang yang merupakan selisih antara volume air terbuang sebelum dan sesudah penerapan sistem. Misalnya, jika sebelumnya terjadi kebocoran sebesar 100 liter per bulan dan setelah penerapan sistem menjadi 20 liter per bulan, maka pengurangan volume air terbuang adalah 80 liter per bulan, dan untuk biaya air terbuang yaitu biaya air yang terbuang akibat kebocoran. Misalnya, jika harga air adalah Rp 10.000 per meter kubik, dan ada kebocoran 100 liter (0,1 meter kubik) per bulan, maka biaya yang terbuang adalah Rp 1.000 per bulan. Untuk mengurangi kerugian tersebut penulis membuat rancang bangun alat monitoring kebocoran menggunakan mikrokontrol Arduino Uno berbasis aplikasi *mobile*. Untuk mendeteksi terjadinya kebocoran, alat ini memanfaatkan data debit air dari sensor *flowmeter* dan Arduino Uno sebagai mikrokontrol, sedangkan untuk pengiriman data sensor ke aplikasi *mobile* (Blynk) menggunakan modem dan *router* dengan *ethernet shield* sebagai fungsi LAN pada Arduino mega 2560. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini dapat mendeteksi terjadinya kebocoran dengan laju debit air $\rightarrow 0,1$ L/m pada saat kondisi keran pada posisi OFF.

Kata kunci : Arduino uno, sensor flowmeter, Blynk, modem dan router, ethernet shield.

1. PENDAHULUAN

Air adalah sumber kehidupan yang esensial bagi semua makhluk hidup, oleh karena itu, dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan akan air juga semakin meningkat, sehingga diperlukan sistem penyaluran air bersih yang baik untuk meminimalkan dampak dan kerugian yang

diakibatkan oleh terjadinya kebocoran[1]. Monitoring penggunaan air selama ini masih memanfaatkan meteran air yang dipasang di setiap rumah pelanggan dimana hanya bisa memonitor penggunaan air tanpa harus mendeteksi terjadinya kebocoran[2]. Perancangan alat monitoring ini memberi kemudahan untuk memonitor penggunaan air dan mendeteksi terjadinya

kebocoran[3]. Misalkan pada saat melakukan pengecekan penggunaan air kita tidak lagi harus selalu melihat meter air melainkan kita bisa melakukan pengecekan di mana pun dan kapan pun melalui smartphone.

Sebelum penelitian rancang bangun alat monitoring kebocoran pada pipa saluran air dilakukan, ada beberapa penelitian sebelumnya yang menjadi referensi antara lain ; 1) Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis IoT. 2) Sistem Monitoring Kebocoran Pipa Distribusi Air Berbasis SCADA[4] , 3) Sistem Monitoring Penggunaan Air Pdam Berbasis Iot Menggunakan ESP32 (REGOWO, B, 2022Esp[5]. Flow liquid meter sensor adalah alat yang digunakan untuk membantu proses pemantauan. Sensor ini memanfaatkan hall effect sensor di dalamnya untuk mengukur kecepatan aliran air dan dipasang pada pipa yang memiliki diameter sama dengan diameter sensor tersebut. Sensor akan menghasilkan data dari laju aliran air yang melewatinya, berupa jumlah putaran kincir pada sensor. Sebuah mikrokontroler dibutuhkan untuk mengolah data ini sehingga dapat diketahui berapa laju aliran air yang melewatinya. Selanjutnya, data ini dikirimkan oleh mikrokontroler ke titik akhir (end node) melalui koneksi internet.

Oleh karena itu, peneliti merancang sistem pemantauan penggunaan air berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini memungkinkan setiap konsumen bisa mendeteksi terjadinya kebocoran pada pipa saluran. Alat ini dilengkapi dengan modem dan router, memungkinkan untuk menghubungkannya dengan aplikasi di smartphone.

Di penelitian ini menggunakan aplikasi blynk yang merupakan sebuah layanan yang memungkinkan pengguna untuk mengendalikan mikrokontroler melalui jaringan internet. Penggunaan layanan gratis Blynk dapat menjadi titik awal yang baik untuk mengembangkan dan menguji sistem dasar monitoring kebocoran air. Namun, jika diperlukan fitur yang lebih canggih dan skala yang lebih besar, maka layanan berbayar Blynk harus dipertimbangkan untuk memastikan sistem yang lebih andal dan berkapasitas tinggi. Karena perangkat ini digunakan untuk monitoring kebocoran air pada pipa dan dipasang permanen maka diperlukan pemantuan yang lebih canggih, maka digunakan layanan Blynk yang berbayar (paid). Penerapan aplikasi Blynk dalam penelitian ini dipilih karena kemudahan dalam mengintegrasikan program Blynk dengan mikrokontroler, kemudahan dalam pemasangan di

smartphone, dan fleksibilitas dalam penyesuaian tampilan aplikasi sesuai preferensi pengguna. Juga dalam penelitian ini akan di bahas tentang : cara merancang dan membuat alat monitoring digital dengan sensor flowmeter sehingga memiliki sifat yang serupa dengan perangkat tersebut ukur sebelumnya, cara mengembangkan dan menciptakan susunan konversi sinyal analog dari sensor menjadi sinyal digital yang dapat diproses oleh Arduino. Mega 2560, cara kerja alat dalam mendeteksi terjadinya kebocoran, cara penggunaan aplikasi smartphone sebagai output untuk mengakses data

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah terkait kebocoran air pada pipa saluran dan perlunya sistem monitoring yang efektif. Tujuan penelitian adalah merancang dan membangun alat monitoring kebocoran air berbasis Arduino Uno yang terintegrasi dengan aplikasi mobile. Komponen hardware yang digunakan meliputi Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama untuk mengolah data dari sensor, sensor flowmeter untuk mengukur debit air yang mengalir melalui pipa, modul Wi-Fi untuk menghubungkan sistem dengan jaringan internet dan mengirim data ke aplikasi mobile, serta pipa dan katup untuk simulasi sistem pipa dalam pengujian alat. Pada komponen software, aplikasi Blynk digunakan untuk memonitor data secara real-time dari smartphone, dan Arduino IDE digunakan untuk pemrograman serta pengunggahan kode ke Arduino Uno.

Proses pengembangan dimulai dengan perancangan skematik sistem untuk menghubungkan semua komponen hardware. Pemrograman Arduino Uno dilakukan dengan mengembangkan kode untuk membaca data dari sensor flowmeter dan mengirim data ke aplikasi Blynk melalui modul Wi-Fi[6]. Pengembangan aplikasi mobile mencakup pembuatan antarmuka pengguna di aplikasi Blynk untuk menampilkan data aliran air dan deteksi kebocoran.

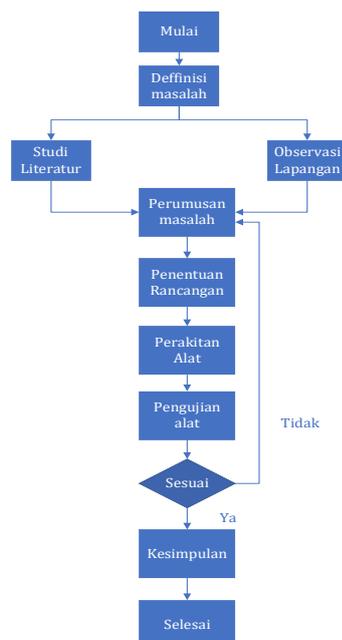
Pengujian dan kalibrasi dilakukan dalam dua tahap utama. Pertama, pengujian sensor flowmeter dilakukan dengan kalibrasi untuk memastikan akurasi pengukuran volume air. Penyesuaian pengaturan dilakukan untuk mengurangi kesalahan pengukuran. Kedua, pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dalam kondisi aliran air normal dan saat terjadi kebocoran. Data dikirim dan diterima oleh aplikasi

Blynk diverifikasi, dan notifikasi kebocoran dipastikan diterima di aplikasi mobile.

Analisis data mencakup analisis akurasi sensor dengan menghitung persentase kesalahan antara volume air yang diukur oleh sensor dan volume air yang sebenarnya. Evaluasi kinerja sistem menilai kecepatan dan keandalan sistem dalam mendeteksi kebocoran serta mengumpulkan umpan balik pengguna mengenai kemudahan penggunaan aplikasi. Kesimpulan penelitian mencakup keberhasilan sistem dalam mendeteksi kebocoran air dan kemudahan penggunaan aplikasi mobile, serta memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut seperti peningkatan akurasi sensor atau pengembangan fitur tambahan di aplikasi. Prosedur penelitian meliputi pengumpulan komponen hardware dan software, perakitan hardware sesuai skematik sistem, pemrograman dan pengujian awal pada Arduino Uno, pengembangan aplikasi mobile dan pengaturan antarmuka di aplikasi Blynk, pengujian dan kalibrasi sensor serta seluruh sistem, pengumpulan data aliran air dan deteksi kebocoran melalui pengujian berulang, analisis data yang dikumpulkan untuk menilai kinerja sistem, dan penyusunan laporan penelitian yang mencakup seluruh proses, hasil, analisis, dan kesimpulan.

2.1 Skema Alur penelitian

Dalam penelitian ini rancangan penelitian bisa dilihat pada gambar dibawah ini, yang merupakan alur untuk menyelesaikan penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 1. Gambar Flowchat Penelitian

2.2 Pecatatan Data.

Dalam pencatatan data yang perlu dipersiapkan seperti alat dan bahan yang digunakan yaitu :

1. Sensor flow Meter
Spesifikasi:
Tegangan 5-24 VDC
Arus operasional 15 mA
Range debit air 1-30 L/menit
Bekerja pada tekanan air < 1,75 MPa
Temperatur Operasional 0 ° - 80 ° C
kondisi operasi 35% - 90% RH
2. Keran air
3. Pipa
4. Mikrokontroler Arduino Mega 2560.
5. Ethernet Shield.
6. Kabel + konektor Ethernet RJ45.
7. Portable Router merek TP-Link TL-MR3020.
8. USB Modem Huawei E3276.
9. Kabel jumper.
10. Seperangkat Laptop untuk mengolah data.
11. Smartphone.
12. Aplikasi Blynk untuk memonitoring penggunaan air.
13. Software ArduinoIDE untuk merancang dan mengunggah program pada mikrokontroler.

2.3 Analisa data

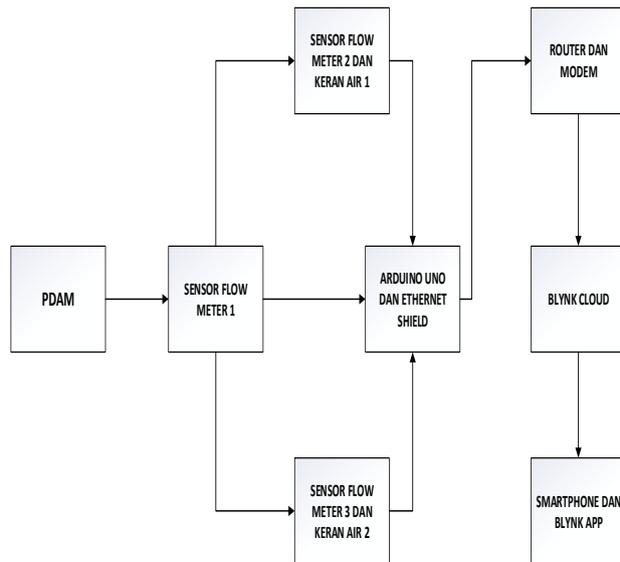
Dalam melakukan Analisa yang perlu dilakukan adalah membuat program dalam computer yang berupa program Arduino, yang akan di masuk ke Arduino. Program tersebut akan menjalankan perangkat yang akan dirancang.

2.4. Tahapan Perancangan

2.4.1 Rancangan Perangkat Keras

Perangkat keras sistem direncanakan melalui rancangan rangkaian elektronika yang membangun sistem. Biasanya, diagram blok digunakan untuk menggambarkan rancangan rangkaian elektronika pembangun sistem.

Blok diagram untuk sistem pemantauan penggunaan air mencakup beberapa rangkaian, termasuk sensor flowmeter dan mikrokontroler. Atmega2560 dan ethernet shield, router dan modem GSM, blink cloud, smartphone yang dijelaskan pada Gambar 2.2 .



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

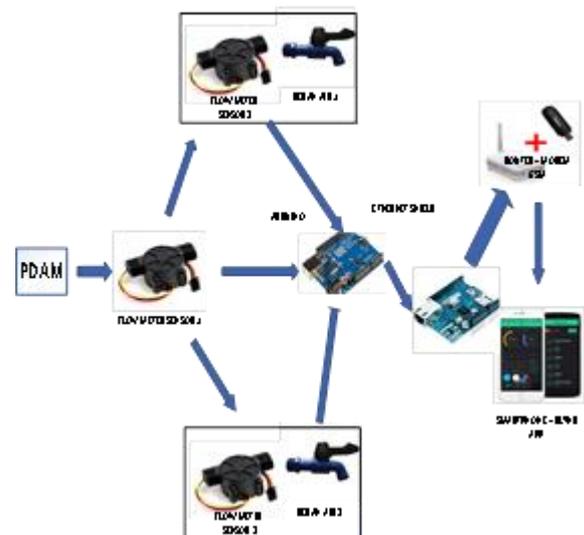
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa sistem pengukur jumlah aliran air menggunakan sensor flow meter menggunakan mikrokontroler Atmega2560. Data dari flow sensor akan diolah oleh mikrokontrol dan ethernet shield yang akan dikirim melalui router dan modem dan ditampilkan pada aplikasi blynk pada smartphone.

2.4.2 Rancangan Perangkat Lunak

Langkah awal yang harus dilakukan adalah dengan menentukan logika yang akan diterapkan, kemudian membuat algoritmanya dan menanamkannya ke mikrokontroler Arduino. Ketika sensor aliran air menerima tekanan dari air atau angin, sensor akan menghasilkan gerakan putar. Putaran ini menghasilkan pulsa frekuensi Data tersebut akan diambil oleh Arduino untuk diproses, yang kemudian menghasilkan informasi tentang debit air dan volume air yang mengalir dari sensor.

2.4.3 Perancangan Sistem

Dalam perancangan system gambar konfigurasi system dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Konfigurasi Umum Sistem

Keterangan Sensor

1. Sensor flowmeter 1 berperan dalam mengukur aliran air dengan cara menghitung jumlah putaran kincir air di dalamnya yang berputar secara otomatis saat ada aliran air yang melewati sensor tersebut.
2. Flowmeter sensor 2 dan 3 berfungsi mengukur aliran air dan mendeteksi kondisi ON dan OFF pada keran air.
3. Arduino berfungsi sebagai pusat pemrosesan data.
4. Ethernet Shield untuk menambahkan fungsi LAN/Ethernet pada Arduino agar bisa melakukan komunikasi data ke jaringan internet.
5. Router berfungsi sebagai media untuk menghubungkan mikrokontroler Arduino melalui ethernet shield dengan modem GSM.
6. Modem GSM berfungsi mengirimkan data menuju jaringan internet.
7. Smartphone berfungsi sebagai media untuk memonitoring data debit air oleh flowmeter sensor dan mendeteksi kebocoran dengan menggunakan aplikasi Blynk.
8. Aplikasi Blynk berfungsi untuk memonitoring data debit air oleh flowmeter sensor dan mendeteksi kebocoran.

3. ANALISA DAN HASIL

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, hasil yang diperoleh adalah sebuah sistem informasi monitoring menggunakan aplikasi mobile Blynk dari sensor flowmeter yang mampu menampilkan data debit, volume dan kondisi keran ON atau OFF serta kondisi saat terjadi kebocoran pada instalasi pipa saluran air.

3.1 Pembuatan Prototype Dan Pemasangan Komponen

Pada tahapan ini, seluruh komponen dipasang mulai dari pembuatan prototype dan menyiapkan tempat untuk menempatkan perangkat hingga instalasi komponen elektronik. Pembuatan dan penempatan prototype kedalam kotak



Gambar 4. pembuatan prototype dan pemasangan

1. Pemasangan pin tegangan, ground dan output dari sensor pada Arduino mega.



Gambar 5. Pemasangan pin-pin dari sensor ke Arduino mega

1. Konfigurasi router dan modem pada Ethernet Shield untuk memungkinkan data dikirim dan ditampilkan di aplikasi mobile Blynk.



Gambar 6. konfigurasi Modem Huawei E3372, Router TP-Link TL-MR3020 ke ethernet shield

3.2 Pembuatan Program Sistem Monitoring

Pada tahap ini dimana penulis membuat program yang dapat memonitoring penggunaan air dan mendeteksi terjadinya kebocoran pada pipa saluran air yang nanti dapat diakses melalui aplikasi Blynk pada *smartphone*. Pemrograman pada Arduino dilakukan menggunakan software Arduino IDE yang telah diinstal pada laptop. Berikut adalah beberapa program dalam *project* ini:

1. Kode untuk mendefinisikan fungsi dari Ethernet Shield dengan tujuan agar mikrokontrol dapat bisa terkoneksi dengan aplikasi Blynk yang sudah diinstal pada *smartphone* [7].

```
monitoring_send_data_blynk2 | Arduino 1.8.12
File Edit Sketch Tools Help
monitoring_send_data_blynk2
int flagnotify=0;
//int flagpompa=0;
//WidgetLED led0 (V6);

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <BlynkSimpleEthernet.h>

char auth[] = "0c45vk49-n1eMk3aw-TOB4_Vwo8Tv0w=";

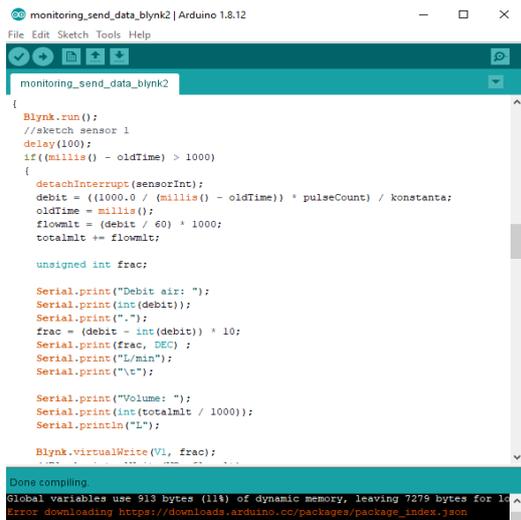
#define WS100_CS 10
#define SDCARD_CS 4
WidgetLED led0 (V6);
WidgetLED led1 (V7);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(flowsensor, INPUT);
  digitalWrite(flowsensor, HIGH);
  pulseCount = 0;
}

Done compiling
Global variables use 913 bytes (11%) of dynamic memory, leaving 7279 bytes for 14
Error: downloading https://downloads.arduino.cc/packages/package_index.json
Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM4
```

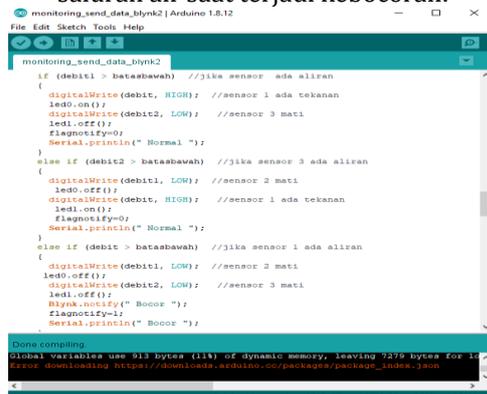
Gambar 7. nkode untuk menghubungkan mikrokontrol dengan aplikasi blynk

2. Program untuk membaca data debit dan volume air pada pipa saluran air



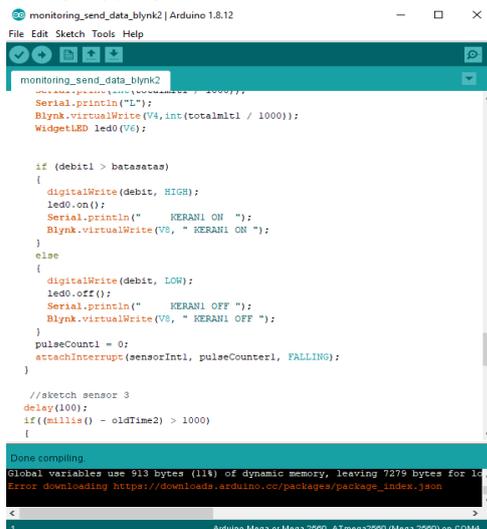
Gambar 8. Program membaca nilai debit dan volume air

3. Program untuk membaca kondisi pipa saluran air saat terjadi kebocoran.



Gambar 9. Program membaca kondisi kebocoran

4. Program untuk membaca kondisi keran ON dan OFF



Gambar 10. Program untuk membaca kondisi ON dan OFF pada keran

3.3 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk menguji apakah semua perangkat keras dan perangkat lunak telah berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian terhadap sensor *flowmeter*, koneksi Arduino ke aplikasi Blynk, pengujian sensor dalam menghitung data debit air dan mendeteksi kebocoran pada pipa saluran air lalu hasil pembacaan ditampilkan ke aplikasi Blynk.

1. Pengujian Sensor *Flowmeter*

Pengujian dilakukan dengan cara sensor dialiri air dan apabila Arduino mendapat data debit oleh putaran sensor maka pengujian dinyatakan berhasil. Selain itu pengujian kalibrasi sensor juga diperlukan untuk melihat tingkat akurasi sensor.

Penjelasan Detil:

1. Flowmeter 1 (Input) mengukur air yang masuk dan mengirimkan data jumlah air ke Arduino Uno.
2. Flowmeter 2 (Output) mengukur air yang keluar dan mengirimkan data jumlah air ke Arduino Uno.
3. Arduino Uno memproses data dari kedua flowmeter dan mengirimkan informasi ke aplikasi Blynk.
4. Aplikasi Blynk menampilkan data real-time kepada pengguna, memungkinkan pemantauan aliran air dan deteksi kebocoran secara efisien.

Dengan penjelasan ini, diharapkan penelitian ini dapat dengan mudah dipahami dalam hal cara kerja kedua flowmeter dan bagaimana data yang dikumpulkan digunakan untuk mendeteksi kebocoran dalam sistem pipa.

Hasil pengujian sensor *flowmeter* dengan menggunakan gelas ukur.

TABEL I HASIL PENGUJIAN SENSOR FLOWMETER

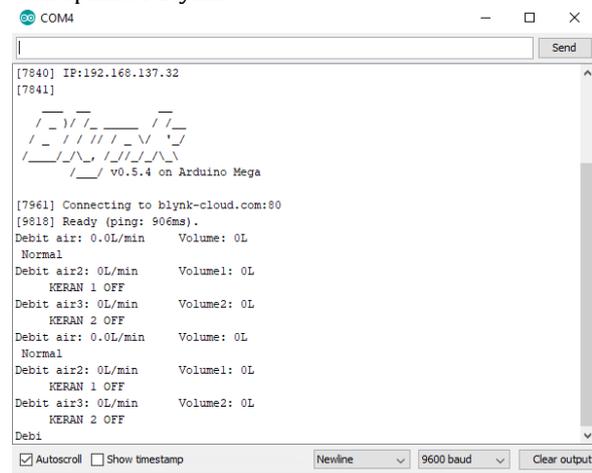
Input (ml)	Terukur (ml)	Persentase keberhasilan (%)	Persentase error (%)
500	408	81,6	18,4
1000	861	86,1	13,9
1500	1340	89,34	10,66
2000	1837	91,85	8,15
2500	2293	91,72	8,28
Jumlah		440,61	59,39
Rata rata		88,122	11,878

Berdasarkan tabel hasil pengujian diatas didapatkan persentase keberhasilan sebesar 88,122% dan persentase kegagalan 11,878%. Kegagalan terjadi karena tekanan air dari gelas

ukur yang kecil sehingga tidak cukup kuat untuk memutar rotor pada sensor.

3.4. Pengujian Koneksi Arduino

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor sudah terhubung dengan internet dan aplikasi Blynk.



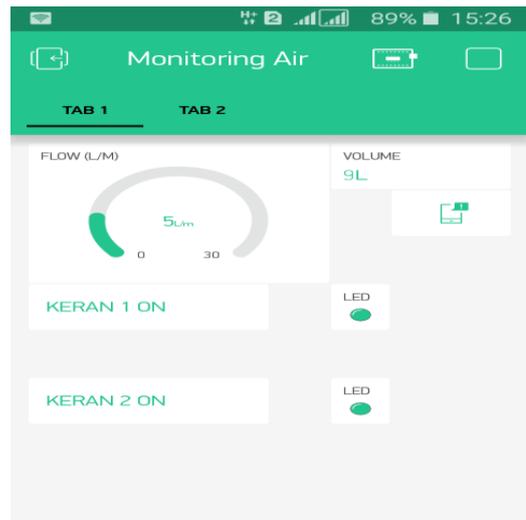
Gambar 11 Pengujian koneksi Arduino

Pada gambar 5 terlihat bahwa Arduino sudah berhasil membaca sensor dan sudah terhubung ke status aplikasi Blynk “connecting to blynk cloud” yang dimana jika sudah terkoneksi data hasil pembacaan sensor sudah langsung otomatis terkirim ke aplikasi Blynk.

3.5 Pengujian Sistem Monitoring di Aplikasi Blynk

Pengujian sistem monitoring yang dilakukan di aplikasi Blynk adalah untuk memverifikasi keakuratan data yang ditampilkan sesuai dengan hasil pembacaan sensor. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian monitoring penggunaan air seperti pada gambar 4.6 dan pengujian deteksi terjadinya kebocoran seperti pada gambar 13.

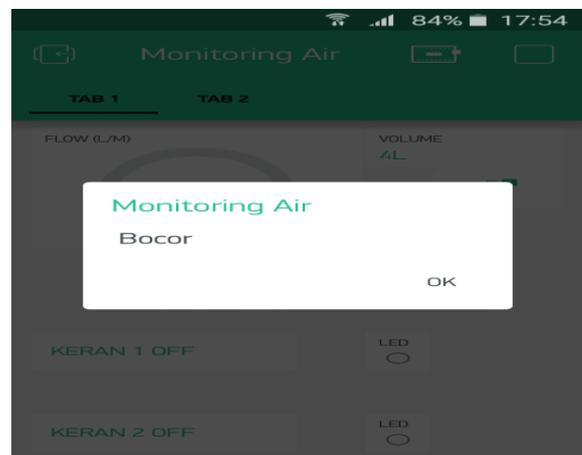
1. Pengujian dimana prototipe dialiri air dengan kondisi keran pada posisi ON



Gambar 12 Pengujian monitoring penggunaan air

Pada gambar 3.6 data dari sensor serta status terlihat kondisi keran diperlihatkan secara langsung dalam format *Gauge* untuk data debit air (*flow*), *Labeled Value* untuk data volume air, *Notification* agar pemberitahuan saat terjadi kebocoran, dan *Value Display* untuk data kondisi keran dari 2 sensor *flowsensor*.

2. Pengujian dimana prototipe dibuat lubang dan dialiri air dengan kondisi keran pada posisi OFF.



Gambar 13 Pengujian deteksi terjadinya kebocoran



Gambar 14 Notifikasi saat terjadinya kebocoran

Pada gambar 13. terlihat program mendeteksi adanya kebocoran yang terjadi. Pada gambar 14 terlihat notifikasi yang dikirim Blynk pada *client* saat terjadinya kebocoran. Pada pengujian ini penulis sengaja membuat lubang pada prototipe untuk membuat kondisi bocor saat ke-2 keran pada posisi OFF. Prototipe ini bisa mendeteksi kebocoran saat sensor dialiri air dengan debit (*flow*) -> 0.1 L/m pada posisi keran OFF.

4. KESIMPULAN

Setelah merancang dan menguji sistem pemantauan kebocoran air berbasis Arduino Uno dan aplikasi mobile Blynk, dapat disimpulkan bahwa:

1. Keakuratan Kalibrasi Sensor:

Keakuratan kalibrasi sensor flowmeter dalam menghitung volume air masih memiliki persentase error. Hal ini disebabkan oleh tekanan air pada gelas ukur yang tidak cukup kuat untuk memutar rotor pada sensor dengan sempurna. Pengujian lebih lanjut dan penyesuaian sistem kalibrasi diperlukan untuk meningkatkan akurasi.

2. Keandalan Pengiriman Data ke Aplikasi Blynk:

Data yang dikirim ke aplikasi mobile Blynk telah sesuai dengan hasil pembacaan sensor flowmeter. Sistem ini mampu mengintegrasikan data dari dua flowmeter (input dan output) secara akurat dan mengirimkannya ke aplikasi Blynk untuk pemantauan real-time.

3. Stabilitas Sensor dalam Mendeteksi Kebocoran:

Sensor flowmeter dapat bekerja dengan stabil dalam menentukan kebocoran dengan laju debit air (*flow*) sebesar 0.1 L/m pada saat kondisi keran pada posisi OFF. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mendeteksi kebocoran kecil yang mungkin tidak terdeteksi oleh sistem monitoring konvensional.

4. Pengiriman Notifikasi Kebocoran

Pengiriman notifikasi terjadinya kebocoran ke aplikasi Blynk dilakukan setiap 1 menit sekali. Hal ini memungkinkan pengguna untuk menerima peringatan dini mengenai kebocoran yang terjadi, sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan dengan segera untuk mengurangi kerugian akibat kebocoran air.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penelitian ini kami bersyukur kepada Tuhan YME, kepada Lembaga, kepada temen-temen yang sudah mendukung dalam penyelesaian penelitian ini serta terima kasih kepada penerbit Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Christiansjah, *Upaya Penurunan Kehilangan Air Akibat Kebocoran Pipa Distribusi PDAM Kota Malang DMA Sarangan (TL 1N)*. eprints.itn.ac.id, 2018. [Online]. Available: <http://eprints.itn.ac.id/1206/>
- [2] E. Azizah, *SISTEM MONITORING PENDETEKSI KEBOCORAN PIPA AIR BERBASIS IOT*. eprints.poltektegal.ac.id, 2023. [Online]. Available: <http://eprints.poltektegal.ac.id/3340/>
- [3] A. T. Daffa, *SISTEM MONITORING ISI GALON AIR DAN TABUNG GAS SERTA PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS MIKROKONTROLER*. scholar.unand.ac.id, 2022. [Online]. Available: <http://scholar.unand.ac.id/104178/>
- [4] T. Sundana, F. A. Johari, and F. Al Ariiq, "Sistem Monitoring Kebocoran Pipa Distribusi Air Berbasis SCADA," *Jurnal Indonesia Sosial ...*, 2022, [Online]. Available: <https://jst.publikasiindonesia.id/index.php/jst/article/view/328>
- [5] F. Dahlan, I. V. Paputungan, and ..., "Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis IoT," *Syntax Literate; Jurnal ...*, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.syntaxliterate.co.id/index.php/syntax-literate/article/view/11871>
- [6] N. Jihan, *Sistem Monitoring dan Notifikasi Penggunaan Air PDAM Berbasis Arduino dan Telegram*. scholar.unand.ac.id, 2021. [Online]. Available: <http://scholar.unand.ac.id/73367/>
- [7] Q. Fitriyah, T. V. Putri, A. Wirangga, and ..., "Rancang Bangun Alat Monitoring Energi Listrik Pada Kulkas Berbasis Smartphone," *Jurnal Integrasi*, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/1/article/view/2097>

- [8]. Novelliani J, Wildian W Sistem Monitoring dan Notifikasi Penggunaan Air PDAM Berbasis Arduino dan Telegram. *Jurnal Fisika Unand (2021)*
- [9] Hakim D, Budijanto A, Widjanarko B Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone Android *jurnal Iptek (2018)*
- [10] THORIQ R Rancang Bangun Monitoring Penggunaan Air Dan Estimasi Tagihan Pdam Berbasis Internet Of Things (IoT) *eprints.unram.ac.id, (2023)*
- [11] I. W. Suriana, A. Feldiansah, and ..., "RANCANG BANGUN ALAT PENGHITUNG PENGUNJUNG BERBASIS ARDUINO ATMEGA328," *Jurnal Informatika ...*, 2023, [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire/article/view/838>
- [12] Agustian Noor, 2022 Purwarupa Sistem Rumah Pintar Berbasis Internet Of Things Vol. 5 No. 2 (2022): JIRE Nopember 2022.
- [13] Martono M, Afrizal F, 2022 Prototype Sistem Monitoring Penggunaan Air Berbasis Internet of Things Pada Pdam Tirta Benteng Kota Tangerang.
- [14] Diba F, Rachmawati R, Hayati R RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PENGGUNAAN AIR PDAM MENGGUNAKAN PLATFORM MIT APP INVENTOR DAN MySQL BERBASIS IoT *Jurnal TEKTR0 (2022)*
- [15] Afrizal A, Desain Dan Implementasi Alat Deteksi Kebocoran Pipa Air Menggunakan Sensor Pressure Transmitter Studi Kasus Pdam Kabupaten Madiun *Proceedings (2022)*,
- [16] Usman U Prototype Alat Monitoring Penggunaan Air Bersih Pada Pelanggan PDAM Kota Samarinda Dengan Arduino Uno Berbasis Short Message Service (SMS) *repository.wicida.ac.id, (2019)*