

Monitoring Debit Air Pada Pipa Menggunakan *Ultrasonic Flowmeter* Berbasis Internet of Things (IoT)

Zaenurrohman¹, Riyani Prima Dewi², Fadhilah Hazrina³

1. Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia | zaenur@pnc.ac.id
2. Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia | ryanipd@pnc.ac.id
3. Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia | fadhilah@pnc.ac.id

Abstrak

Pengukuran dan *monitoring* debit air pada media pipa telah banyak dilakukan. Pengukuran debit air dapat menggunakan sensor supaya data dapat lebih mudah dibaca dan memungkinkan dapat dimonitoring dari jarak jauh menggunakan jaringan internet. Penggunaan sensor debit air jenis insersi atau penyambungan langsung dengan pipa merupakan teknik yang kurang praktis serta hasil pengukurannya kurang akurat. Pada penelitian ini, pengukuran dan monitoring debit aliran air pada pipa telah dilakukan menggunakan modul UFM TUF-2000M yang diintegrasikan dengan beberapa perangkat modul elektronik. Beberapa modul elektronik tersebut yaitu Arduino Mega2560, modul RS458, modem SIM800L, modul RTC dan juga LCD 20x4. Debit air diukur menggunakan UFM TUF-2000M dan selanjutnya bersama dengan data waktu dari RTC dikirimkan ke webserver melalui modem sim800L yang terkoneksi dengan internet. Performa sistem ini dapat memonitoring debit air dengan baik melalui halaman website dengan tampilan grafik maupun tabel. Pengujian dilakukan menggunakan model pembacaan dan monitoring debit aliran air pada pipa. Berdasarkan hasil pengujian pembacaan data debit air pada register memory TUF-2000M, diketahui bahwa Kontroler dapat membaca data debit air tersebut dengan persentase nilai error sebesar 0,0%. Data debit air yang ditampilkan di LCD Kontroler sama atau sesuai dengan data debit air yang ditampilkan di UFM TUF-2000M. Pada model pengujian monitoring sistem dapat menampilkan data debit air dalam bentuk grafik secara *relatime*. Selain itu data debit air yang telah disimpan dalam database dapat ditampilkan dalam bentuk tabel dan juga grafik.

Kata Kunci

Monitoring, TUF-2000M, UFM, IoT

1. Pendahuluan

Penerapan teknologi yang mutakhir pada sistem pengukuran saat ini telah banyak dilakukan pada pengukuran debit air. Sensor flowmeter dapat untuk mendeteksi besarnya debit air yang mengalir pada media pipa. Pada penelitian (Dwi, 2018), bertujuan melakukan pengukuran debit air dan menampilkannya di halaman web. Pada penelitian ini dilakukan simulasi pengukuran debit air berbasis IoT menggunakan modul Raspberry PI3, Arduino Nano, dan sensor flowmeter. Modul Raspberry digunakan sebagai webserver yang diinstal software website apache, mysql, dan php. Arduino nano digunakan memproses data dari sensor flow meter (YF-S201) yang selanjutnya dikirim ke modul Raspberry untuk ditampilkan di halaman web.

Erfani Eko Paksi, dkk. Telah merancang sistem monitoring pemakaian air pada PDAM Tirta Kencana kota Samarinda. Pada penelitian tersebut, nilai debit air diketahui menggunakan sensor flowmeter tipe G1. Besarnya pemakaian air ditentukan dengan perhitungan nilai debit air tersebut dan diproses menggunakan Arduino Uno. Modul ESP8266 digunakan untuk koneksi ke internet (Yoan dan Edi, 2019).

Dewi Ariessanti, dkk. merancang sebuah prototype alat pengukur penggunaan air berdasarkan debit dan volume air berbasis IoT. Pada penelitian ini, nilai debit air diukur menggunakan sensor flowmeter tipe YF-S201. Data debit air dan data biaya pemakaian air diproses menggunakan modul Wemos D1 Mini. Data-data tersebut dikirim ke database server My-Sql untuk dimonitoring melalui website local host. Data debit dan biaya pemakaian ditampilkan pada halaman monitoring berupa grafik (Hani dkk, 2020).

Penelitian Agus Syamsul Arifin, dkk. menerapkan IoT pada sistem informasi penggunaan air rumah tangga di BLUD UPT SPAM Kabupaten Musi Rawas. Dalam penelitian ini digunakan sensor Waterflow tipe YF-S201 untuk membaca aliran air. Data pembacaan sensor diproses menjadi data debit air dan data biaya pemakaian air menggunakan modul Arduino Uno. Data debit air dan biaya pemakaian air dikirim ke database server melalui modul Ethernet Shield yang terkoneksi dengan internet (Arifin dkk, 2019).

Beberapa jenis sensor yang telah digunakan pada beberapa penelitian tersebut, yaitu sensor YF-S201 dan G1 merupakan sensor flowmeter yang dipasang secara *insertion* pada pipa saluran air. Pada pemasangannya, sensor tersebut harus disambung dengan pipa yang digunakan, sehingga hal ini kurang praktis, terlebih jika pengukurannya berpindah-pindah tempat. Untuk mendukung pengukuran debit air pada pipa yang cukup praktis, dapat menggunakan sensor flowmeter yang dapat dipasang dan dilepas pada pipa dengan mudah. Salah satunya yaitu sensor Ultrasonic Flowmeter (UFM). Sensor UFM merupakan pengukur jenis inferensial (mengukur secara tidak langsung) yang menentukan kecepatan alir cairan (*liquid flow rate*) dengan mengukur waktu transit pulsa suara frekuensi tinggi (*high-frequency sound pulses*) yang melintasi pipa aliran (Wiranata, 2019).

Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh (Hidayatulloh dan Abdul, 2018) yang merancang alat yang dapat mengukur debit air pada pipa berdasarkan kecepatannya dengan memanfaatkan sifat gelombang ultrasonik. Salah satu keunggulan pengukuran debit air dengan gelombang

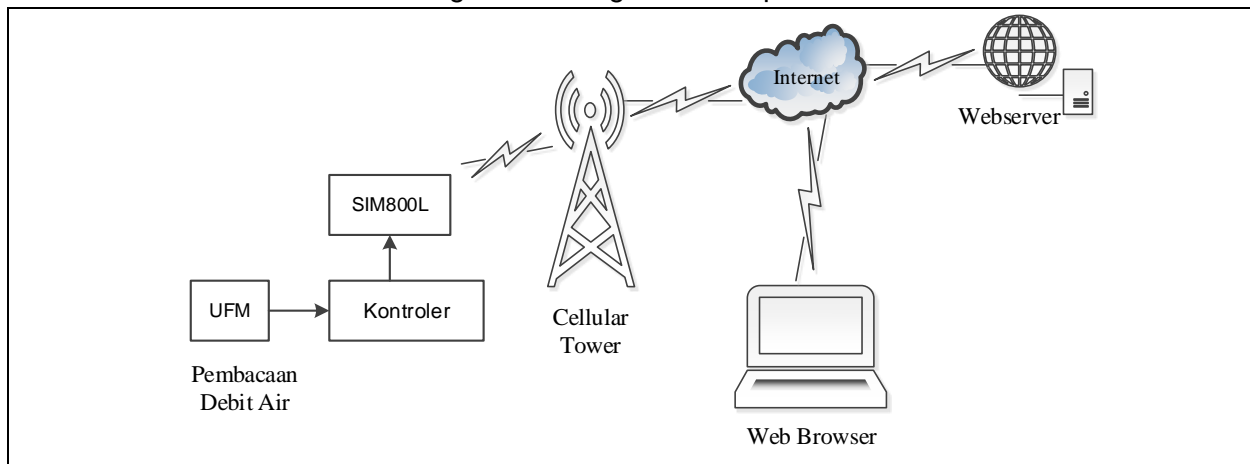
ultrasonik yaitu tidak merusak distribusi profil aliran, tidak menyebabkan penurunan tekanan, dan instalasi yang relatif lebih mudah. Alat tersebut dirancang dengan dilengkapi dua pasang *transmitter* dan *receiver* ultrasonik pada posisi *upstream* dan *downstream* terhadap arah aliran air. Hasil perancangan flowmeter ultrasonik untuk pengukuran debit air pada penelitian ini sudah cukup baik, namun pada penelitian ini tidak ada monitoring debit air dari jarak jauh.

Berdasarkan masalah penggunaan sensor flowmeter yang pemasangannya secara *insertion*, maka pada makalah ini dirancang sistem monitoring debit air menggunakan sensor ultrasonik flowmeter (UFM). Modul UFM TUF-2000M digunakan untuk membaca debit aliran air pada pipa berdasarkan prinsip gelombang ultrasonik. Sensor flowmeter pada modul UFM tersebut dipasang secara *clamp-on* pada pipa. Pemasangan secara *clamp-on* dengan cara ditempelkan pada pipa dengan posisi atau konfigurasi tertentu. Metode pemasangan ini lebih praktis daripada pemasangan secara *insertion* (User Manual, 2020).

2. Metode

a. Arsitektur Sistem Monitoring

Arsitektur sistem monitoring debit air menggambarkan keseluruhan bagian yang terkait. Bentuk arsitektur sistem monitoring debit air digambarkan pada Gambar 2.



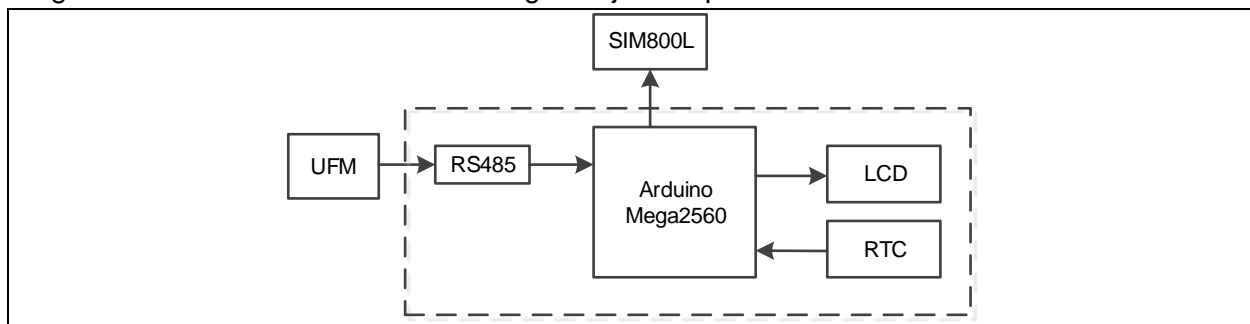
Gambar 1 Arsitektur sistem monitoring debit air

Besarnya Debit air dibaca menggunakan modul UFM kemudian ditransfer ke bagian kontroler dan dikirim ke webserver melalui koneksi jaringan internet GPRS (SIM800L). Bagian kontroler menentukan kapan dan kemana data akan dikirim. Bagian kontroler dilengkapi papan Arduino Mega2560 yang berfungsi sebagai pusat kontrol sistem. Selain itu ada beberapa perangkat pendukungnya, yaitu modul RS485, LCD dan modul RTC. Modul RS485 berfungsi sebagai perantara komunikasi antara Arduino Mega2560 dengan modul UFM. LCD berfungsi menampilkan data debit air dan juga menampilkan status proses yang sedang dijalankan oleh Arduino Mega2560. Modul RTC berfungsi sebagai sumber informasi waktu secara realtime yang

digunakan sebagai acuan kapan data debit air dikirim ke webserver. Webserver ini merupakan server yang menggunakan basis data SQL dan pemrograman PHP. Data-data yang telah dikirim dari kontroler ke webserver selanjutnya dapat dimonitoring secara realtime melalui web browser (website). Data yang ditampilkan pada website yaitu berupa tampilan grafik dan juga data log (tabel) debit air. Grafik dan tabel data log memungkinkan untuk dapat melihat kembali data-data debit air yang telah lampau untuk keperluan tertentu.

b. Perancangan perangkat Keras Kontroler

Beberapa *Hardware* yang digunakan terdiri dari Arduino Mega2560, UFM TUF-2000M, modem GSM SIM800L, modul RS485, RTC dan LCD, yang diintegrasikan dalam satu sistem. Diagram blok kontroler sistem monitoring ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar. 2 Rancangan *hardware* kontroler sistem *monitoring*

1) Arduino Mega2560

Arduino Mega2560 berfungsi sebagai pusat kontroler yang mengatur pembacaan data debit air dari UFM TUF-2000M dan mengirimkannya ke webserver melalui SIM800L.

2) UFM TUF-2000M

Ultrasonic Flowmeter (UFM) TUF-2000M berfungsi untuk membaca debit air pada pipa melalui transduser. Tipe Transduser yang digunakan pada penelitian ini yaitu tipe TM1 DN50. Data debit air yang terbaca oleh UFM disimpan dalam *register memory* yang selanjutnya diakses melalui komunikasi serial RS485 dan protokol Modbus.

3) RS485

Modul RS485 berfungsi sebagai media komunikasi antara kontroler dengan UFM TUF-2000M. Modul ini merupakan pengubah serial TTL ke serial RS485. Dalam komunikasinya, kontroler mengakses data debit air pada *register momory* TUF-2000M.

4) DS1307 (RTC)

Modul RTC DS1307 berfungsi untuk mendapatkan informasi data waktu terkait detik, menit, hari, bulan dan tahun. Data ini dikirimkan ke webserver bersama dengan data debit air sebagai acuan kapan debit air dikirimkan dari kontroler ke webserver.

5) LCD

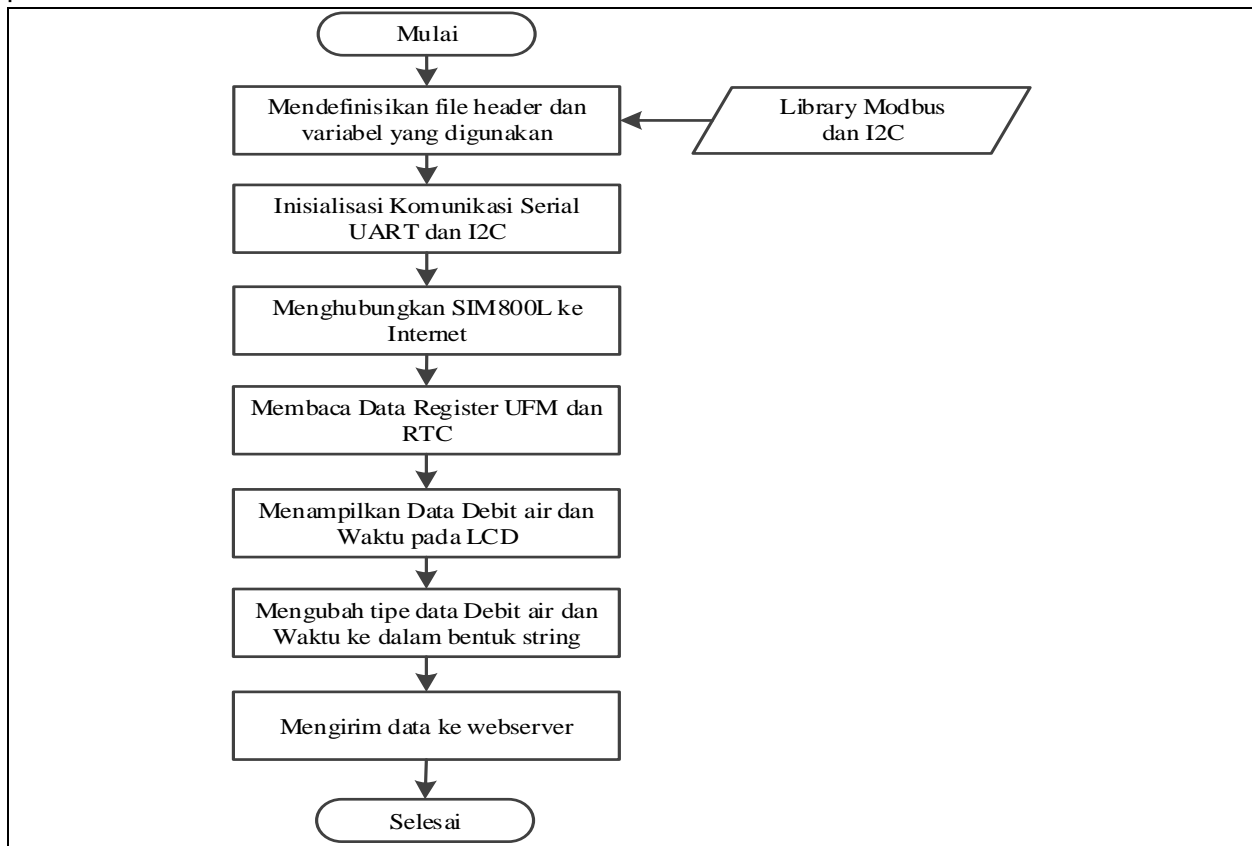
Liquid Crystal Display (LCD) berfungsi sebagai penampil data debit air yang telah dibaca oleh kontroler dari *register memory* UFM TUF-2000M.

6) Modem SIM800L

Modem SIM800L berfungsi untuk mengirimkan data debit air dan data waktu ke webserver melalui koneksi internet GPRS.

C. Perancangan *Software*

Software yang dirancang meliputi program pembacaan data UFM TUF-2000M, pembacaan data RTC, pengiriman data melalui SIM800L, serta program penampilan data pada LCD. Program-program tersebut di tanamkan ke Arduino supaya sistem dapat berfungsi sebagai mana mestinya. Desain program (*software*) yang dirancang dalam bentuk diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar. 3 Diagram alir program sistem keseluruhan

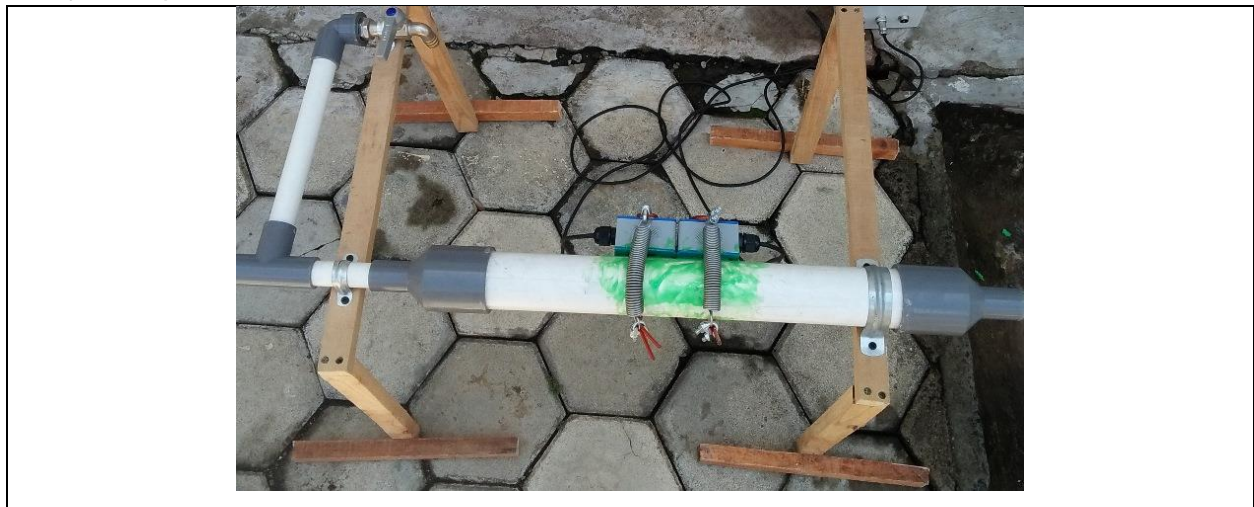
Berdasarkan Gambar 3 proses pertama yang dilakukan pada sistem yaitu pendefinisian file *header* dan variabel-variabel yang digunakan. File *header* yang didefinisikan merupakan

beberapa file *library* yaitu, *library* modbus yang digunakan untuk program (protokol) pembacaan data UFM TUF-2000M dan *library* I2C digunakan untuk komunikasi RTC dan LCD. Proses selanjutnya adalah inialisasi komunikasi antara arduino dengan beberapa perangkat yang terhubung melalui komunikasi UART yaitu SIM800L dan RS485, serta perangkat yang terhubung melalui komunikasi I2C yaitu RTC dan LCD.

Proses selanjutnya adalah menghubungkan SIM800L dengan internet pada jaringan GPRS. Kemudian proses membaca data debit air melalui Register yang terdapat pada UFM serta membaca data waktu pada RTC. Setelah itu data debit air dan data waktu ditampilkan pada LCD. Berikutnya proses mengubah/mengkonversi tipe data debit air dan waktu ke dalam bentuk tipe data string. Selanjutnya data tersebut dikirim ke webserver melalui koneksi internet GPRS SIM800L. Beberapa proses tersebut dilakukan secara terus menerus oleh sistem, sehingga data pada tampilan monitoring akan selalu diperbarui setiap saat secara *realtime*.

D. Model Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan model pembacaan dan monitoring debit aliran air pada pipa. Ukuran diameter pipa yang digunakan yaitu sebesar 6 cm. Besarnya ukuran ini menyesuaikan dengan tipe Transduser yang digunakan. Sebuah pompa air digunakan untuk menghasilkan aliran air di dalam pipa yang berasal dari bak penampungan air. Pada ujung pipa dipasang sebuah keran yang digunakan untuk mengatur banyaknya debit air yang mengalir melewati pipa. Proses pengujian dilakukan dengan cara membuka keran dengan persentase bukaan dari yang kecil ke yang besar. Pembukaan keran akan mempengaruhi besarnya debit air yang mengalir pada pipa. Besar-kecilnya debit air selanjutnya ditampilkan pada LCD dan juga dimonitoring melalui website. Model alat pengujian pembacaan dan monitoring debit air ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar. 4 Model alat pengujian pembacaan dan monitoring debit air

3. Hasil dan Pembahasan

a. Pembacaan Debit Air

Pengujian pembacaan debit air bertujuan untuk mengetahui performa pembacaan data debit air yang terdapat pada register UFM TUF-2000M oleh kontroler (Arduino Mega2560) yang selanjutnya ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke webserver. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan data debit air yang ditampilkan pada UFM TUF-2000M dengan data debit air yang ditampilkan pada LCD yang terdapat pada kontroler.

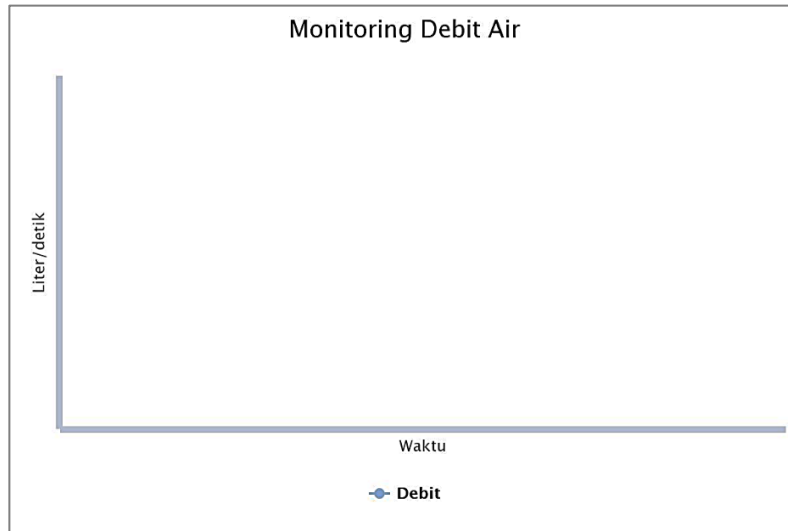
Tabel 1 Hasil pengujian pembacaan debit air

No	Pembacaan UFM TUF-2000M (l/s)	Pembacaan Kontroler (l/s)	Nilai Error (%)
1	0,1022	0,1022	0,0
2	0,1162	0,1162	0,0
3	0,1250	0,1250	0,0
4	0,1440	0,1440	0,0
5	0,1580	0,1580	0,0
6	0,1730	0,1730	0,0
7	0,1960	0,1960	0,0
8	0,2178	0,2178	0,0
9	0,2390	0,2390	0,0
10	0,2700	0,2700	0,0

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa data debit air pada register UFM dapat dibaca dengan baik oleh kontroler. Data debit air yang dibaca oleh kontroler dan ditampilkan pada LCD nilainya sama dengan data debit air yang ditampilkan pada UFM TUF-2000M. Hal ini dapat disimpulkan bahwa persentase error pembacaan debit air yaitu sebesar 0,0 %.

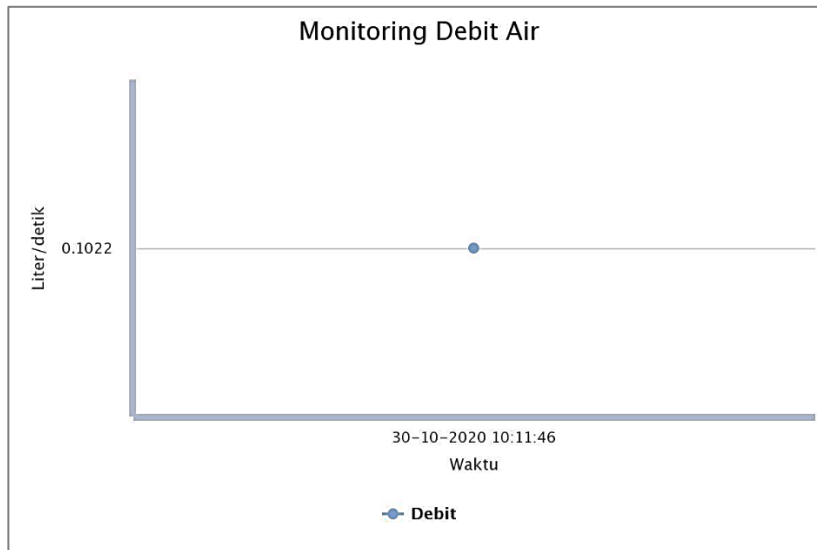
b. Grafik Monitoring

Data debit air yang dikirim dari kontroler ke webserver pada saat pengujian, kemudian ditampilkan dalam bentuk tampilan grafik secara *relatime* pada website, sehingga grafik menampilkan data yang terbaru secara otomatis. Grafik monitoring debit air sebelum pengiriman data oleh kontroler ditunjukkan pada Gambar.



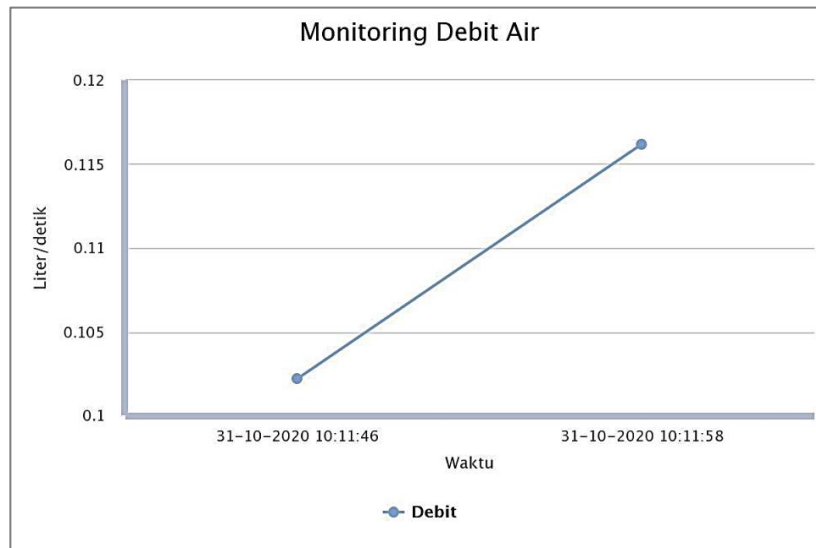
Gambar. 5 Tampilan grafik monitoring sebelum pengiriman data

Grafik monitoring debit air setelah pengiriman data pertama ditunjukkan pada Gambar 6. Data debit air yang ditampilkan pada gambar grafik ini merupakan data yang dikirim pertama kali oleh kontroler.



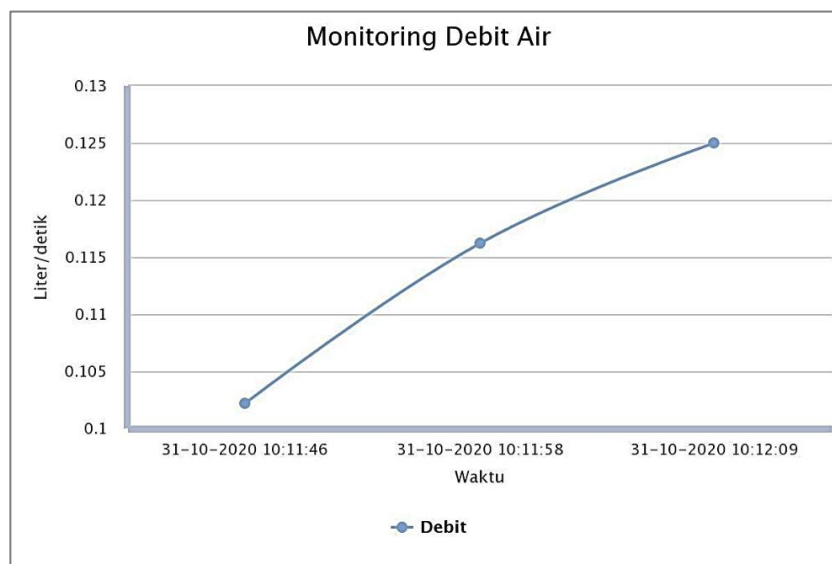
Gambar. 6 Tampilan grafik monitoring setelah pengiriman data pertama

Grafik monitoring debit air setelah pengiriman data kedua ditunjukkan pada Gambar. 7. Data debit air yang dikirimkan urutan kedua oleh kontroler dapat ditampilkan diposisi sebelah kanan data sebelumnya.



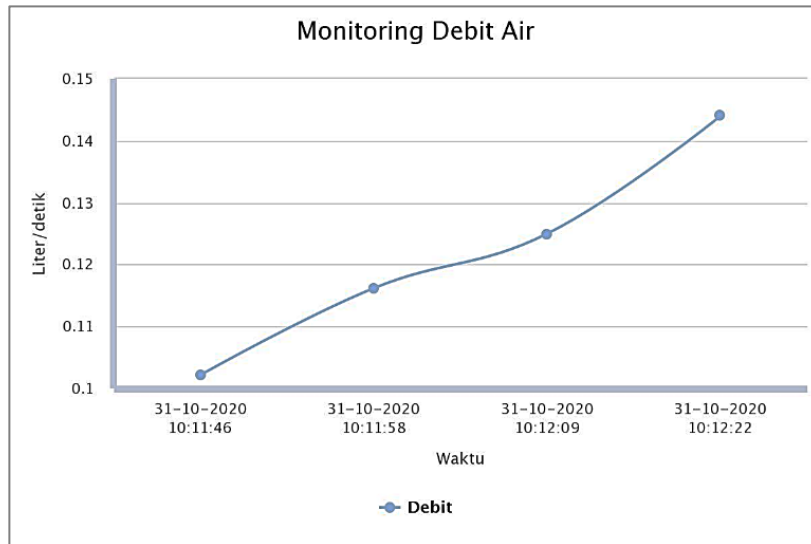
Gambar. 7 Tampilan grafik monitoring setelah pengiriman data kedua

Grafik monitoring debit air setelah pengiriman data ketiga ditunjukkan pada Gambar. 8. Data debit air yang dikirimkan urutan ketiga oleh kontroler dapat ditampilkan diposisi sebelah kanan data sebelumnya.



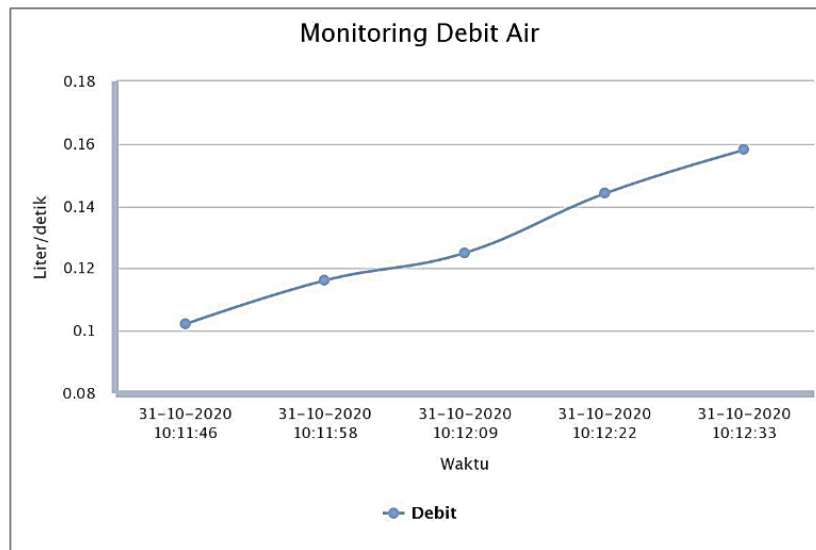
Gambar. 8 Tampilan grafik monitoring setelah pengiriman data ketiga

Grafik monitoring debit air setelah pengiriman data keempat ditunjukkan pada Gambar. 9. Data debit air yang dikirimkan urutan keempat oleh kontroler dapat ditampilkan diposisi sebelah kanan data sebelumnya.



Gambar. 9 Tampilan grafik monitoring setelah pengiriman data keempat

Grafik monitoring debit air setelah pengiriman data kelima ditunjukkan pada Gambar. 10. Data debit air yang dikirimkan urutan kelima oleh kontroler dapat ditampilkan diposisi disebelah kanan data sebelumnya.



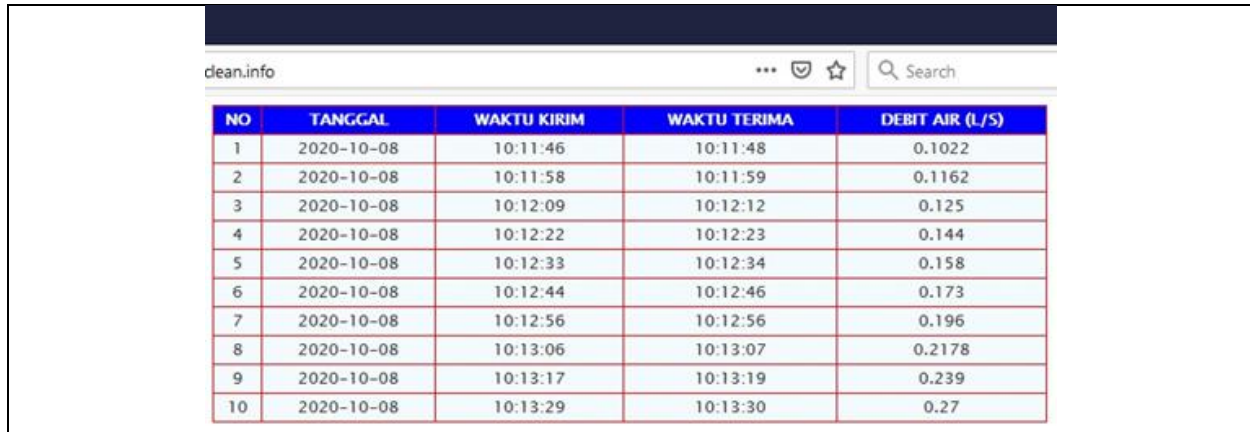
Gambar. 10 Tampilan grafik monitoring setelah pengiriman data kelima

Berdasarkan beberapa grafik monitoring mulai dari Gambar 5 sampai Gambar 10 diketahui bahwa setiap kali ada penambahan data baru, tampilan grafik secara otomatis memperbarui

(*updating*) data yang ditampilkannya. Hal ini menunjukkan bahwa data debit air dapat dimonitoring secara *realtime* melalui tampilan grafik pada halaman website.

c. Tabel Data Log

Data debit air yang dikirim ke webserver juga disimpan dalam database, sehingga dapat ditampilkan pada tabel. Performa website monitoring dalam menyajikan data debit air dalam bentuk tampilan tabel ditunjukkan pada Gambar. 11.

The image shows a screenshot of a web browser displaying a data table. The browser's address bar shows 'clean.info'. The table has five columns: 'NO', 'TANGGAL', 'WAKTU KIRIM', 'WAKTU TERIMA', and 'DEBIT AIR (L/S)'. It contains 10 rows of data, all from the date 2020-10-08. The debit values range from 0.1022 to 0.239 L/S.

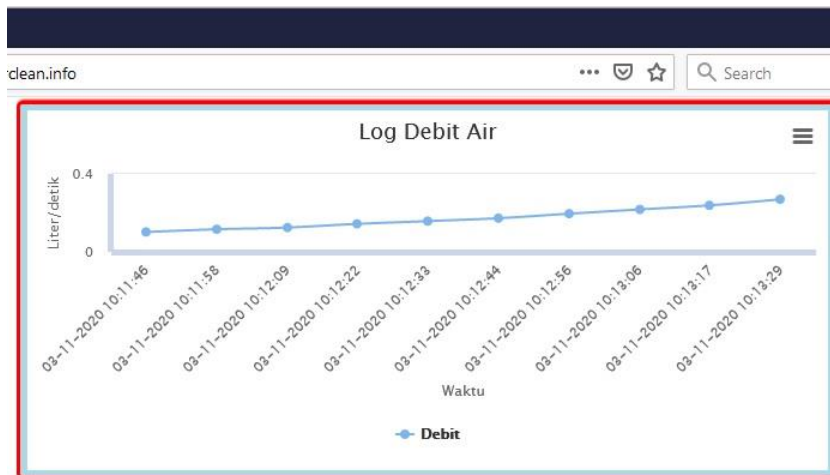
NO	TANGGAL	WAKTU KIRIM	WAKTU TERIMA	DEBIT AIR (L/S)
1	2020-10-08	10:11:46	10:11:48	0.1022
2	2020-10-08	10:11:58	10:11:59	0.1162
3	2020-10-08	10:12:09	10:12:12	0.125
4	2020-10-08	10:12:22	10:12:23	0.144
5	2020-10-08	10:12:33	10:12:34	0.158
6	2020-10-08	10:12:44	10:12:46	0.173
7	2020-10-08	10:12:56	10:12:56	0.196
8	2020-10-08	10:13:06	10:13:07	0.2178
9	2020-10-08	10:13:17	10:13:19	0.239
10	2020-10-08	10:13:29	10:13:30	0.27

Gambar. 11 Tampilan tabel data debit air pada website

Berdasarkan Gambar. diketahui bahwa data debit air dapat ditampilkan pada website monitoring debit air dengan baik. Pada gambar tersebut ditampilkan informasi data-data terkait debit air. Di kolom "TANGGAL" terdapat informasi hari, tanggal dan tahun ketika data dikirim serta data telah sampai di webserver. Di kolom "WAKTU KIRIM" terdapat informasi jam, menit dan detik ketika pengiriman data debit air. Di kolom "WAKTU TERIMA" terdapat informasi jam, menit dan detik ketika data debit air telah sampai di webserver. Di kolom "DEBIT AIR (L/S)" terdapat informasi nilai debit air yang dimonitoring dengan satuan Liter per *Second*.

d. Grafik Data Log

Selain ditampilkan dalam bentuk tabel, data debit air yang telah disimpan dalam database dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik data log debit air ditunjukkan pada Gambar. 12.



Gambar. 12 Tampilan grafik data log debit air

Berdasarkan Gambar. dapat diketahui bahwa data debit air dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dengan baik. Pada grafik tersebut dapat ditampilkan bentuk garis naik dan turunya nilai debit air. Selain itu juga dapat ditampilkan informasi waktu (tanggal, bulan, hari, jam, menit, detik) saat data dikirim.

e. Waktu Tunda Data Terkirim

Kontroler sistem monitoring selain mengirimkan data debit air juga mengirimkan data waktu *realtime*. Data waktu *realtime* ini digunakan sebagian acuan untuk mengetahui kapan data debit air tersebut dibaca oleh sistem kontroler yang kemudian dikirimkan ke webserver. Berdasarkan data waktu yang ditampilkan pada tabel website, lamanya waktu tunda terkirimnya data sampai ke webserver dapat ditentukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Waktu tunda terkirimnya data sampai ke webserver

No	Waktu Kirim	Waktu Terima	Waktu Tunda (detik)
1	10:11:46	10:11:48	2
2	10:11:58	10:11:59	1
3	10:12:09	10:12:12	3
4	10:12:22	10:12:23	1
5	10:12:33	10:12:34	1
6	10:12:44	10:12:46	2
7	10:12:56	10:12:56	0
8	10:12:06	10:12:07	1
9	10:12:17	10:12:19	2
10	10:12:29	10:12:30	1
Rata-rata			1,4

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa hampir keseluruhan proses data dikirim hingga data diterima oleh webserver terdapat waktu tunda (*delay*). Waktu tunda tersebut dapat dipengaruhi

oleh kualitas jaringan internet (GPRS) yang digunakan untuk mengirimkan data debit air ke webserver. Dari tabel tersebut diketahui nilai rata-rata waktu tunda sebesar 1,4 detik

4. Kesimpulan

Sistem monitoring debit air menggunakan UFM TUF-2000M berbasis IoT telah berhasil dirancang. Sistem telah diuji dengan dua pengujian, yaitu pengujian pembacaan debit air dan pengujian monitoring debit air melalui website. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada pengujian yang pertama kontroler dapat membaca data debit air pada *register memory* UFM dengan tingkat keberhasilan 100% atau error 0,0 %. Data debit air yang ditampilkan di LCD Kontroler sama atau sesuai dengan data debit air yang ditampilkan di UFM TUF-2000M. Pada pengujian yang kedua sistem monitoring dapat menampilkan data debit air dalam bentuk grafik secara *realtime*. Selain itu data debit air yang telah disimpan dalam database dapat ditampilkan dalam bentuk tabel dan juga grafik.

Penelitian ini hanya membaca dan memonitoring data debit air yang tersimpan pada *register memory* UFM TUF-2000M. Selain data debit air yang ada pada *register memory* UFM TUF-2000M seperti data lajur air, data volume air dan lain sebagainya dapat digunakan sebagai topik pada penelitian selanjutnya. Oleh karena UFM TUF-2000M tidak ada fitur pembacaan tekanan air, maka lebih dari itu juga dapat ditambahkan sensor tekanan untuk pembacaan tekanan air.

Daftar Rujukan

- Abdi Robhani, Hidayatullah. Rouf, Abdul. (2018). "Perancangan Flowmeter Ultrasonik untuk Mengukur Debit Air Pada Pipa". Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS). Vol.8, No.1, April 2018, pp. Hal. 83-94.
- Agus Syamsul Arifin, M. Pebriansyah, Robi. & Santoso, Budi. (2019). Prototipe Penerapan Internet of things pada Sistem Informasi Penggunaan Air Rumah Tangga Di BLUD UPT SPAM Kabupaten Musi Rawas". Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan. Vol. 08, No. 02, hal. 82-90.
- Anie Gunastuti, Dwi. (2018). "Pengukuran Debit Air Pelanggan Air Bersih Berbasis IoT Menggunakan Raspberry Pi". Journal Of Electrical Power, Instrumentation and Control (EPIC). Vol.1, No.2, Hal.167-175.
- Anonim. Internet Of Things. <https://www.techopedia.com/definition/28247/internet-of-things-iot>, 2012, diakses tanggal 3 maret 2017.
- Arduino. (2020). "Arduino Mega2560 Rev 3". Online: <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>. Diakses tanggal 17 April 2020.
- Dewi Ariessanti, Hani. Martono. Ferry afrizal. (2020). "Prototype Sistem Monitoring Penggunaan Air Berbasis Internet Of Things Pada Pdam Tirta Benteng Kota Tangerang". ICIT (Innovative Creative and Information Technology). Vol.6 No.1. hal. 82-93.

- Erfani Eko Paksi, Yoan. Prihartono, Edi. (2019). "Sistem Monitoring Pemakaian Air Pdam Tirta Kencana Kota Samarinda Berbasis Arduino". JIMP - Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan, Vol 4 No 2 Agustus 2019, hal.10-17.
- Faudin Agus. (2019). "Apa itu protokol komunikasi RS485?". Online: <https://www.nyebarilmu.com/apa-itu-protokol-komunikasi-rs485/>. Diakses tanggal 4 Mei 2020.
- Nurpadmi. (2015). "Studi Tentang Protocol Modbus" Forum Teknologi ,Vol. 01 No. 2.
- SIMcom. (2015). Datasheet SIM800.http://simcom.ee/documents/SIM800/SIM800_Hardware%20Design_V1.08.pdf, diakses tanggal 5 Juli 2017.
- User Manual. "Ultrasonic Flow Meter User Manual Type: TUF-2000M". Online:<https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/91CvZHsNYBL.pdf>. Diakses pada 16 April 2020.
- Wiranata, Rudy. (2019). "Prinsip Kerja Ultrasonic Flow Meter", <https://rudywinoto.com/flow-measurement/type-flow-meter/prinsip-ultrasonic-flow-meter/>. Diakses pada 1 Mei 2020.