

DISTRIBUSI AIR LEDENG DAN METERING MENGGUNAKAN *MESH NETWORK* UNTUK PERUMAHAN

Lintang^{1*}, MA Rizqulloh², D Wahyudin³, R Pramudita⁴

Pendidikan Teknik Elektro¹

Pendidikan Teknik Otomasi Industri dan Robotika²

Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudhi 207, Bandung 40154, Indonesia.

*lintang@upi.edu

Abstrak

Air merupakan unsur paling penting dalam kehidupan manusia. Manusia memanfaatkan air untuk konsumsi, mencuci, mandi dan masih banyak kegiatan lainnya. Di Indonesia terdapat dua jenis sumber air, yaitu sumber air perpipaan dan sumber air non perpipaan, sumber air perpipaan dikelola oleh PDAM. PDAM masih menggunakan flowmeter analog. Bagi pelanggan PDAM flowmeter analog ini sulit diakses dan dikonversi ke dalam jumlah tagihan yang harus dibayar. Dengan sistem saat ini, petugas PDAM menghitung jumlah tagihan secara manual. Maka dari itu, dibutuhkan alat untuk memonitor penggunaan air secara realtime. Penelitian ini bertujuan untuk memonitoring volum air yang terpakai serta biaya penggunaan air secara realtime. Alat ini menggunakan *microcontroller* ESP32, *waterflow sensor* YF-S201, *topology mesh* untuk saling berkomunikasi secara *local* dan *protocol* MQTT untuk berkomunikasi dengan *broker*. Hasil pengukuran debit masih memiliki error sebesar 15.5%. Rata-rata waktu yang dibutuhkan agar data yang dikirimkan dapat diterima dari 1 *Node* ke *Node* lainnya sebesar 10.3s, dengan jarak 30m antar tiap *Node*. Rata – rata waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data dari *Gateway* ke *broker* adalah 3.95s.

Kata kunci : *ESP32, Mesh Network, Flowmeter, MQTT*

Abstract

Water is the most important element in human life. Humans use water for consumption, washing, bathing, and many other activities. In Indonesia there are two types of water sources, namely piped water sources and non-piped water sources, piped water sources are managed by PDAM. PDAM still uses analog flowmeters. For PDAM customers, this analog flowmeter is difficult to access and convert into the number of bills that must be paid. With the current system, PDAM officers calculate the amount of the bill manually. Therefore, a tool is needed to monitor water use in real-time. This study aims to monitor the volume of water used and the cost of water use in real-time. This tool uses the ESP32 microcontroller, YF-S201 water flow sensor, mesh topology to communicate with each other locally, and the MQTT protocol to communicate with brokers. The results of the discharge measurement still have an error of 15.5%. The average time it takes for the data sent can be received from 1 Node to another Node is 10.3s, with a distance of 30m between each Node. The average time it takes to send data from the Gateway to the broker is 3.95s.

Keyword : ESP32, Mesh Network, Flowmeter, MQTT

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber utama kehidupan makhluk di bumi ini. Tanpa air tidak ada satupun makhluk yang dapat bertahan hidup. Jenis air yang sering digunakan oleh manusia baik untuk konsumsi ataupun untuk membersihkan yaitu air tawar. Air tawar digunakan keperluan makhluk sehari hari yang terdistribusi dari danau, sungai dan sumber air lain. (Sujit, 2015). Di Indonesia, terdapat dua jenis sumber air, yaitu sumber air perpipaan dan sumber air nonperpipaan. Sumber air perpipaan dikelola oleh PDAM, dan nonperpipaan dikelola oleh masyarakat, kelompok maupun individu (Dian, 2007)

Seiring bertambahnya populasi manusia dan makhluk di bumi, maka semakin banyak pula kebutuhan air yang harus terpenuhi. Namun, penggunaan air belum diimbangi dengan kesadaran masyarakat akan penghematan air. Masyarakat masih belum menyadari berapa banyak air yang sudah mereka habiskan perhari. Pengecekan penggunaan air oleh PDAM masih menggunakan cara manual, yaitu dengan mendatangi rumah rumah pelanggan dan mencatatnya satu per satu. Cara ini dirasa kurang efektif serta memakan banyak tenaga dan waktu. Dan meteran air yang digunakan oleh PDAM masih berupa analog sehingga sulit terbaca oleh pelanggan. (Syahputra)

Sistem monitoring berfungsi untuk mempermudah pengawasan, debit dan level air, sistem monitoring metering air ledeng ini dapat diakses dan dilihat oleh petugas dan juga pelanggan. Sistem monitoring akan mengirimkan sinyal ke *dashboard* melalui *gateway*. Protokol *Wireless mesh network* digunakan untuk mengakuisisi data local yang nantinya akan dikolektifkan untuk dikirim ke *Gateway*.

II. KAJIAN LITERATUR

II.1.ESP 32 Dev Kit V1

Esp 32 merupakan sebuah *System On Chip (SoC)* sudah dilengkapi fitur Wi-fi. Fitur Wi-fi dimanfaatkan untuk menghubungkan antar node dan router. Bahasa yang digunakan sama dengan arduino yaitu C++. NodeMCU ESP 32 memiliki keunggulan di banding arduino uno karena tidak perlu perangkat tambahan untuk terhubung ke internet. ESP32 mampu berjalan pada clock 240MHz serta memiliki 2 *core processor*.



Gambar 1 pinout ESP32

II.2. Flow Meter Sensor YF-S201

Sensor flow meter terdiri dari badan katup plastic, rotor air dan sensor efek hall. Water flow sensor digunakan untuk pengendalian distribusi aliran air dan aplikasi lainnya yang membutuhkan pengecekan debit air. (Nova, 2017). Water flow sensor YF-S201 memiliki diameter input aliran air ½ inch atau sama dengan 1,25 cm, memiliki panjang 5,6 cm. Sensor ini mampu membaca debit air pada rentang 1-30L/min dengan tekanan kurang dari 2MPa.



Gambar 2 Water flow sensor

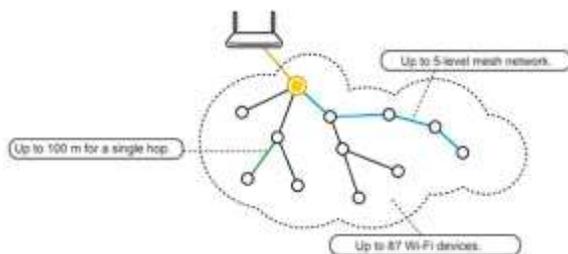
II.3.Mesh Network

Mesh network merupakan jaringan nirkabel yang menghubungkan antar node dengan topologi mesh. Node ini merupakan perangkat komunikasi yang dijadikan sebagai relay data antar tiap *Node* dan data ke *Gateway*. *Wireless mesh network (WMN)* ini memiliki banyak kelebihan dibandingkan topologi lainnya. Ketika 1 node tidak berfungsi maka data akan tetap sampai ke server. Serta jangkauan dari WMN ini lebih luas dibandingkan dengan Wi-Fi biasanya.

Terdapat 2 jenis perangkat pada WMN, yaitu mesh router dan mesh client. Kumpulan mesh router membentuk sebuah jaringan yang dapat dimanfaatkan sebagai perantara untuk

mengirimkan data dari *Node* ke *Node*. Selain itu, mesh routing juga memiliki kemampuan sebagai *Gateway* yaitu jalan keluar masuknya data dari client. (amron, 2016)

Sebuah mesh router pada WMN mempunyai fungsi routing untuk mendukung port mesh networking serta meningkatkan fleksibilitas mesh network. Mesh client dapat berfungsi sebagai router dalam jaringan mesh tetapi tidak memiliki fungsi sebagai gateway, dan hanya memiliki satu wireless interface. Contoh dari mesh client antara lain laptop, desktop komputer, tablet dan smart phone. Berdasarkan fungsi dari sebuah node, WMN dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu Interface WMN, client WMN dan hybrid WMN (Parma & Supeno, 2015)



Gambar 3 Topologi Mesh

II.4. MQTT Broker

Protokol MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) adalah protokol pesan ringan (*lightweight*) berbasis publish-subscribe digunakan di atas protokol TCP/IP. Pola pesan publish-subscribe membutuhkan broker pesan. Broker bertanggung jawab untuk mendistribusikan pesan ke klien tertarik berdasarkan topik pesan.

Berikut merupakan fitur protokol MQTT:

1. *Publish/subscribe message pattern* yang menyediakan distribusi message dari satu ke banyak dan decoupling aplikasi.
2. *Messaging transport* yang agnostic dengan isi dari payload.
3. Menggunakan TCP/IP sebagai konektivitas dasar jaringan. (Galih, 2017)

III. PERANCANGAN DAN ANALISIS

III.1. Perancangan alat

Perancangan alat ini dilakukan dengan merancang perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*)

a. Perancangan perangkat keras

Tahap awal perancangan alat monitoring air menggunakan mesh network yaitu dengan merancang skematik, menggambar rangkaian alat dan menyiapkan komponen.

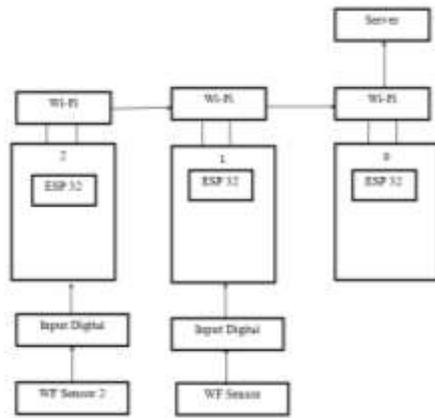
Komponen yang digunakan pada alat ini yaitu water flow sensor, NodeMCU ESP 32, pipa, keran air, pompa air da bak penampungan. Rancangan rangkaian alat dapat dilihat pada pada gambar 4



Gambar 4 Rangkaian alat

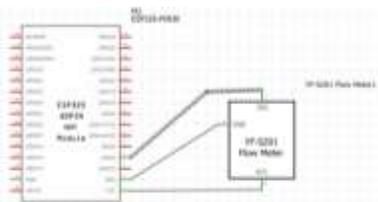
Tiap sensor terhubung dengan satu NodeMCU ESP 32. NodeMCU tersebut terhubung dengan NodeMCU lain membentuk sebuah jaringan mesh secara *wireless*.

Pada rancangan alat ini menggunakan 3 NodeMCU. 2 NodeMCU berfungsi sebagai *Node* yaitu mikrontroler yang menerima data dari sensor dan 1 NodeMCU berfungsi sebagai gateway yaitu mikrokontroler yang berfungsi sebagai jalan keluar masuknya data dari *Node* sensor. Blok diagram rangkaian ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5 Blok diagram rangkaian

Dari blok diagram diatas, dapat dilihat bahwa sinyal digital dari sensor 1 masuk ke ESP 32 dan data dari sensor 2 masuk ke ESP 32. NodeMCU ESP 32 saling terhubung menggunakan Wi-Fi dari router. ESP (0) sebagai gateway.



Gambar 6 Skematik rangkaian

Gambar 6 merupakan skematik dari alat monitoring air. Dapat dilihat sensor water flow YF-S201 terhubung dengan ESP 32. Input pada sensor terhubung pada pin D35 pada ESP 32. Serta vcc sensor terhubung dengan Vin yang mempunyai tegangan 5v. dan ground pada sensor terhubung dengan GND 29.

Komponen yang telah disiapkan disusun menjadi satu bagian yang utuh ditunjukkan pada gambar 7. Perancangan dilakukan dengan menyusun pompa air yang dihubungkan dengan pipa lalu pipa tersebut dipasang sensor water flow yang telah terhubung ke sistem perangkat keras yang telah dibuat.



Gambar 7 perancangan system

b. Perancangan Perangkat lunak

Software firmware dibuat menggunakan Arduino IDE. Pengukuran debit air dilakukan dengan cara menghitung banyaknya interrupt yang terjadi dalam 1 menit.

III.2. Analisa Data

Simulasi pengukuran debit air pelanggan ditunjukkan oleh gambar 8.



Gambar 8 simulasi pengukuran debit

Simulasi ini dilakukan dengan mengukur debit air yang melewati sensor 1 dan 2 untuk kemudian diubah menjadi sinyal digital. Sinyal tersebut diproses oleh ESP 32 untuk kemudian dikirimkan ke server melalui gateway.

a. Analisis pengujian alat

Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui ketelitian hasil pembacaan sensor flow meter yang telah terhubung pada server.

Untuk menguji ketelitian sensor, dilakukan pengujian sebanyak 5 kali dengan jumlah volume air 3 L (3000 mL). Berikut merupakan hasil pengujian

Tabel 2. Pengujian akurasi sensor pada volume air 3 L pada keran 1

No	Volume Air (mL)	Volume Air Terbaca (mL)	Selisih (mL)	Error (%)
1	3000	3281	281	9.36
2	3000	3441	441	14.7
3	3000	3434	434	14.46
4	3000	3266	266	7.53
5	3000	3335	336	11.16
Rata-rata			351.4	11.52

Tabel 3. Pengujian akurasi sensor pada volume air 3 L pada keran 2

No	Volume Air (mL)	Volume Air Terbaca (mL)	Selisih (mL)	Error (%)
1	3000	3729	729	24.3
2	3000	3612	612	20.4
3	3000	3336	336	11.2
4	3000	3567	567	18.9
5	3000	3858	858	28.6
Rata-rata			620.4	19.48

Berdasarkan percobaan diatas dapat disimpulkan bahwa Rata rata selisih pada keran 1 adalah 351.4 mL dengan rata-rata eror 11.52 % dan rata-rata selisih pada keran 2 yaitu 620.4 mL dengan rata rata eror 19.48 % dari kedua percobaan tersebut didapatkan error pembacaan debit air dengan rata rata sebesar 15.5%.

Topologi jaringan yang digunakan pada sistem ini adalah *Mesh Network*. *Mesh network* memiliki kelebihan dapat memperluas jangkauan sistem. Apabila salah satu node rusak, jaringan akan memperbaiki *routing data* dengan sendirinya. Berikut merupakan gambar terminal ketika node 1 dan 2 melewati gateway.



Gambar 9 Tampilan terminal pada saat Gateway menerima paket data

Node 1 dan *Node 2* diletakkan sejauh 30 meter terhadap *Gateway* dan tidak dalam kondisi *Length Of Sight (LOS)*. Waktu yang dibutuhkan

untuk *node 1* dan *node 2* mengirim data ke gateway digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 3 waktu pengiriman data dari node ke gateway

Percobaan	Node 1 (s)	Node 2 (s)
1	04.99	06.93
2	07.92	14.25
3	16.60	20.78
4	06.20	11.22
5	04.25	10.69
Rata-rata		07.99

Dari tabel diatas didapat, bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk tiap node mengirim data ke gateway yaitu untuk *node 1* 7.99 detik dan untuk *node 2* 12.77 detik.

Tabel 4 Waktu pengiriman data dari gateway ke broker

Percobaan	Node 1 (s)	
1	03.94	
2	03.32	
3	04.45	
4	03.76	
5	04.32	
Rata-rata		03.95

Berdasarkan tabel 4 dapat disimpulkan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data dari gateway ke broker yaitu 03.95 s. Lamanya waktu bisa dipengaruhi oleh kecepatan jaringan internet.

Setelah melewati *Gateway*, maka data yang dibawa oleh *node 1* dan *node 2* itu masuk ke *broker*. *Broker* yang digunakan pada penelitian ini adalah *HiveMQ MQTT Broker*. Berikut adalah gambar data yang telah diterima oleh broker.



Gambar 10 Tampilan data di Broker HiveMQ

b. Analisis perbandingan

Penelitian yang dilakukan oleh Dedi Gunawan (2018) dengan judul “Sistem Monitoring Distribusi Air Menggunakan Android Blynk” memperoleh hasil bahwa Durasi atau waktu yang diper lukan sensor flow meter untuk membaca 1 liter air dengan daya dorong dibantu oleh pompa adalah ± 19 detik.

Dalam penelitian Agus Heri(2020) dengan judul “Rancang Bangun Sistem Real Time Watermeter Berbasis Internet Of Things (IoT)” hasil penelitian menunjukkan rata-rata error relative dari sensor water flow sebesar 2,39% dan pengujian pengiriman data volume air diperoleh sistem watermeter dapat bekerja secara real time dan dapat melakukan pemantauan penggunaan volume air .

Selanjutnya penelitian dilakukan oleh Ferry Aryanto (2019) dengan judul “Rancangan bangun control dan Monitoring meteran air PDAM berbasis Internet Of Things” didapatkan hasil pada pengujian waktu rata-rata pengiriman data jaringan smartfren ialah 486,6 ms dan waktu rata-rata pengiriman data dari jaringan Telkomsel ialah 243,9 ms. Pada server rata-rata waktu dalam pengambilan data dari server wemos ke *Firebase* adalah 434,89 ms

Pada penelitian sebelumnya belum ada yang meneiliti pada jaringan lokal. Penelitian kami mencoba mengimplementasikan Topologi Jaringan *Mesh Network*. Hasil penelitian menunjukkan bahwasannya topologi *Mesh Network* bersifat *reliable* untuk diimplementasikan untuk sistem pemantauan air ledeng. Hasil pembacaan debit air yang memiliki tingkat error mencapai 15.5%, error ini membuktikan bahwasannya algoritma pembacaan debit air perlu diperbaiki.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitan ini dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Topologi jaringan *Mesh Network* dapat diimplementasikan pada *microcontroller ESP32*.
2. Jarak antara *Node* dan *Gateway* mampu mencapai 30 meter

3. Algoritma pengukuran debit air berdasarkan banyaknya sinyal *interrupt* dalam interval 1 menit menghasilkan error sebesar 15.5%.
4. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data dari *Node* ke *Gateway* adalah 10.38s.
5. Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data dari *Gateway* ke *Broker* tergantung pada provider internet yang digunakan di *Gateway*.

B. Saran

Saran penulis pada penelitian selanjutnya adalah memperbaiki Algoritma penghitungan debit air. Penghitungan debit air menggunakan sensor *waterflow YF-S201* dapat dilakukan dengan mengukur frekuensi dari sinyal keluaran sensor lalu mengkonversikannya menjadi debit air.

REFERENSI

- Sujit, D., Tejas, B., & Kapil M. (2015) Design and development of cost effective and integrated water distribution system for residential establishment. *International Conference on Information Processing (ICIP)*.
- Dian Vitta Agustina, 2007. “ANALISA KINERJA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM KECAMATAN BANYUMANIK DI PERUMNAS BANYUMANIK (Studi Kasus Perumnas Banyumanik Kel. Sronдол Wetan). Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro
- Syahputra, B. Penyusunan Neraca Air Sebagai Fungsi Kontrol Laju Kehilangan Air Pdam (Studi Kasus Pdam Kota Semarang). *Penyusunan Neraca Air sebagai Fungsi Kontrol Laju Kehilangan Air PDAM*.
- Babiuch, M., Foltýnek, P., & Smutný, P. Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing. 2015, DOI: 10.1109/CarpathianCC.2019.8765944
- Sucardiana,N,M., agung,I.,&Rahayu, P (2017). Rancang bangun system pembacaan jumlah konsumsi air Pelanggan PDaM berbasis mikrolontroler atmega328 dilengkapi SMS. *Teknologi Elektro*. Vol.1 No.1

-
- Amron,K., Sakti,E., & Data, E., (2016). Pemodelan dan analisis wireless mesh network dengan arsitektur publish-subscribe dan protokol MQTT. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 3 No.2
- Rantellingi,P,H., & Djanali,S.,(2015). Kinerja Protokol Routing Pada Lingkungan Wireless Mesh Network Dengan Combined Scalable Video Coding. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*. Vol.13 No.1
- Gunawan, D., (2018). Sistem Monitoring Distribusi Air Menggunakan Android Blynk. *Information Technology Engineering Journals*. Vol. 3 No.1
- ,AHS Budi., Amshari,R., & Mulyanti,B.,(2020). Rancang Bangun Sistem Real Time Watermeter Berbasis Internet Of Things (IoT). *Journal of Industrial & Quality Engineering*.Vol.8 No.2