



Alat Penghitung Biaya Pemakaian Air Berbasis IoT

Kurniawan Adhi Yulianto*, Muhammad Kusban

Fakultas Teknik, Teknik Elektro – Universitas Muhammadiyah Surakarta
Surakarta, Indonesia

*D400170104@student.ums.ac.id

Abstract— This study developed an IoT-based device to calculate water usage costs within a piping system. The device comprises a flow sensor, solenoid valve, and microcontroller, all housed within a plastic box measuring 10×20 cm. With an LCD screen, water usage data can be displayed directly on the device and transmitted to the Blynk server, accessible in real time via a web dashboard. Testing was conducted to evaluate the device's performance and accuracy, such as the solenoid's open-close function based on pulse values, water flow rate according to faucet opening, water volume accuracy, and water cost calculation accuracy. The results indicate that the device exhibits commendable accuracy with variations ranging between 0.9 – 13.3%. Additionally, IoT testing revealed data transmission delays ranging from 920 ms to 950 ms, depending on the distance from the source. Consequently, this device shows promise as an effective and efficient solution for monitoring and calculating water usage costs in both residential and industrial environments.

Abstrak— Penelitian ini mengembangkan alat berbasis IoT untuk menghitung biaya pemakaian air dalam sistem perpipaan. Alat ini terdiri dari komponen *sensor flow*, *solenoid valve*, dan mikrokontroler yang diletakkan di dalam sebuah boks plastik berdimensi 10×20 cm. Dengan bantuan layar LCD, data penggunaan air dapat ditampilkan secara langsung pada alat tersebut serta dikirimkan ke server Blynk untuk diakses secara *real-time* melalui *dashboard web*. Pengujian dilakukan untuk memeriksa kinerja dan akurasi alat dalam berbagai aspek, seperti: fungsi buka-tutup solenoid berdasarkan nilai pulsa, keluaran debit air berdasarkan bukaan kran, akurasi volume air, dan akurasi perhitungan biaya air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat memiliki akurasi yang baik dengan variasi akurasi antara 0,9 – 13,3%. Selain itu, pengujian IoT menunjukkan *delay* transmisi data antara 920 ms hingga 950 ms tergantung pada jarak dari sumber. Dengan demikian, alat ini menjanjikan sebagai solusi untuk memonitor dan menghitung biaya penggunaan air dalam lingkungan rumah atau industri dengan efektif dan efisien.

Kata Kunci— IoT; *sensor flow*; *solenoid valve*; akurasi; *dashboard Blynk*; perhitungan biaya air.

I. PENDAHULUAN

AIR merupakan sumber kehidupan yang fundamental dan memiliki peranan penting dalam mendukung aktivitas sehari-hari manusia. Seiring dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi, kebutuhan akan sumber daya air bersih semakin meningkat [1–4]. Pada saat yang sama, ketersediaan air bersih yang terbatas memerlukan strategi efisiensi pemakaian yang lebih ketat. Dalam konteks perkotaan, pemakaian air biasanya diatur dan disalurkan oleh instansi seperti PDAM. Namun, terdapat tantangan terkait akurasi pemakaian dan potensi kecurangan melalui modifikasi meteran air [5].

Dalam era digitalisasi saat ini, teknologi *Internet of Things (IoT)* memberikan solusi inovatif dalam berbagai sektor, termasuk pengelolaan sumber daya air [6–9]. Beberapa penelitian terkait telah menunjukkan potensi pemanfaatan IoT dalam monitoring dan manajemen pemakaian air [10, 11]. Integrasi IoT dalam

sistem manajemen air memberikan keuntungan berupa data *real-time*, otomatisasi, serta kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap perubahan kebutuhan [12–14].

Perkembangan teknologi juga menuntut perubahan paradigma dalam pemakaian sumber daya alam. Dengan bantuan IoT, masyarakat dapat memiliki kontrol lebih besar atas konsumsi air dan mendapatkan gambaran yang jelas tentang seberapa efisien penggunaan airnya. Hal ini memungkinkan konsumen untuk membuat keputusan yang lebih bijaksana, mengurangi limbah, dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya konservasi air [15–17]. Namun, implementasi teknologi IoT dalam pengelolaan air juga menghadapi berbagai hambatan. Antara lain tantangan infrastruktur, keamanan data, serta potensi biaya awal yang tinggi [18–21]. Oleh karena itu, solusi yang diusulkan harus mempertimbangkan aspek-aspek tersebut agar dapat diterapkan dengan efektif dan memberikan manfaat maksimal bagi pengguna. Oleh karena itu dibuatlah sebuah alat penghitung biaya pemakaian air di kost - kostan berbasis IoT yang dapat diakses kapanpun, sehingga penghuni kost dapat memantau pengeluaran debit air dan biaya

Naskah diterima 03-08-2022, revisi 11-09-2023, terbit online 29-09-2023. Emitor merupakan Jurnal Teknik Elektro – Universitas Muhammadiyah Surakarta yang terakreditasi dengan Sinta 3 beralamat di <https://journals2.ums.ac.id/index.php/emitor/index>.

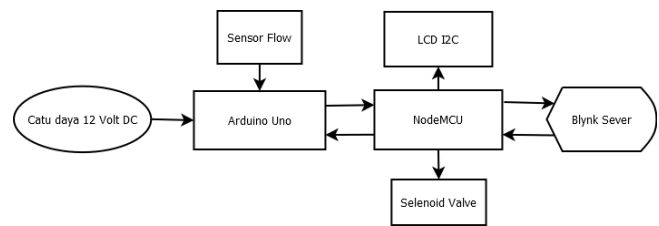
yang dikeluarkan melalui aplikasi Blynk. Nantinya *Flow meter* akan mengirim sinyal ke mikrokontroler sehingga akan dihitung volume airnya. *Solenoid valve* yaitu kran elektrik yang dapat dibuka tutup digunakan dalam alat ini. Ketika nilai pulsa > 1 maka *solenoid valve* tersebut akan terbuka, dan jika nilai pulsa < 1 maka *solenoid valve* akan tertutup. Untuk membatasi penggunaan air agar tidak melebihi harga sewajarnya, pada alat ini disediakan beberapa tombol yaitu tambah, kurang, dan *reset*. Tombol tambah ditekan untuk menambah pulsa senilai 10. Tombol kurang ditekan untuk mengurangi pulsa senilai 10. Tombol *Reset* ditekan untuk mereset nilai pulsa dan nilai volume. Penggunaan tombol ini bisa dilakukan melalui aplikasi Blynk. Yang nantinya tampilan nilai pulsa, nilai harga, nilai *flow*, dan nilai volume akan ditampilkan di LCD I2C dan aplikasi Blynk. Dengan mempertimbangkan semua faktor di atas, penulis bermaksud menyajikan sebuah konsep alat penghitung biaya pemakaian air berbasis IoT. Harapannya, alat ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air, tetapi juga memberikan kontribusi positif dalam upaya konservasi sumber daya air di masa depan.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian yang berjudul alat penghitung biaya air berbasis IoT ini, langkah pertamanya adalah membuat kerangka kerja. Kerangka kerja ini berfungsi sebagai struktur pendukung yang mudah diidentifikasi sebagai rangka untuk mendukung suatu proyek. Kerangka kerja ini menjelaskan urutan proses pembuatan alat. Dalam penelitian ini, Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler untuk menampilkan nilai dari sensor *Flow meter*. NodeMCU berfungsi sebagai mikrokontroler tetapi berbeda dengan Arduino karena NodeMCU menggunakan koneksi Wifi berbasis IoT. *Solenoid Valve* berfungsi sebagai kran elektrik yang dapat dibuka dan ditutup secara otomatis. *Flow meter* berfungsi untuk mengukur debit air yang mengalir melalui pipa. Arduino IDE berfungsi sebagai *text editor* untuk membuat, mengedit, dan memvalidasi program yang akan diupload ke *board* Arduino. Blynk berfungsi untuk mengontrol alat dan memonitor jumlah air yang dikeluarkan dengan *smartphone* atau laptop.

Pembuatan alat ini menggunakan perangkat keras berupa sebuah laptop LENOVO tipe 80T6 dengan processor Intel(R) Celeron(R) CPU N3060 @ 1.60GHz (2 CPUs), 1.6GHz, RAM 4 GB dan menggunakan Windows 10 Pro 64-bit. Perangkat lunak DIA digunakan untuk pembuatan *flowchart* dan blok diagram, Fritzing, dan Arduino IDE digunakan sebagai *text editor* untuk menulis, mengedit, memverifikasi dan memvalidasi program yang akan diupload ke *board* Arduino. Pem-

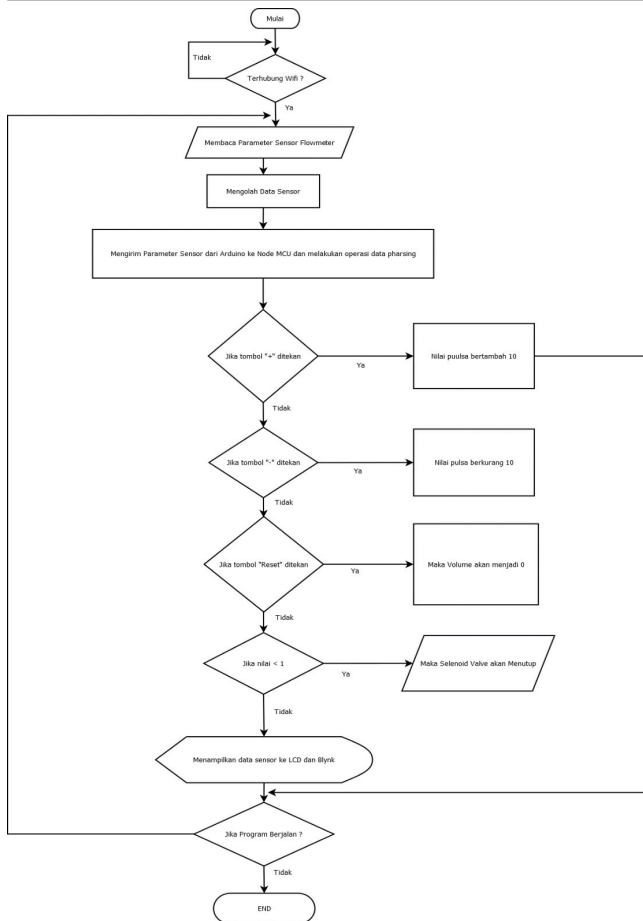
buatan laporan menggunakan MS. Word 2016. Adapun bahan untuk membuat alat ini meliputi Arduino Uno, NodeMCU, *Flow meter*, *Solenoid valve*, *Stepdown*, dan Relay.



Gambar 1: Blok Diagram Perancangan Alat

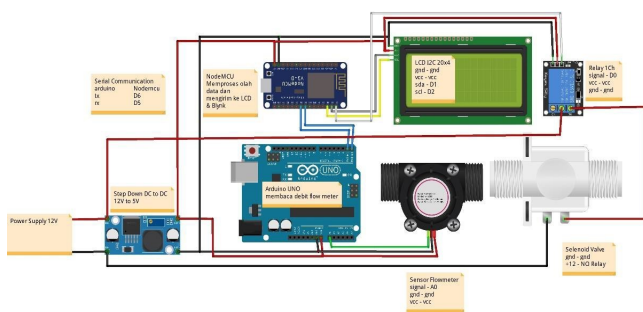
Blok diagram yang digunakan pada perancangan Alat Penghitung Biaya Pemakaian Air Berbasis IoT ini ditunjukkan pada Gambar 1. Cara kerja rangkaian pada Gambar 1 adalah alat ini memakai catu daya berupa *power supply* DC dengan tegangan 12 V untuk menyuplai *solenoid valve*. Arus listrik dari *power supply* akan masuk ke modul *step down* untuk diturunkan tegangannya menjadi 5 V agar bisa menyuplai sensor *Flow meter* dan mikrokontroler. Arduino berfungsi sebagai pembaca dari parameter sensor *Flow meter* dan diolah menjadi sebuah nilai debit aliran air. Parameter sensor dari Arduino akan dikirimkan ke NodeMCU melalui komunikasi serial untuk ditampilkan ke aplikasi Blynk dan juga LCD I2C. NodeMCU juga digunakan untuk melakukan perhitungan biaya air secara otomatis dan juga memberi instruksi ke *solenoid valve* untuk terbuka jika nilai pulsa > 1 atau tertutup jika nilai pulsa < 1 .

Gambar 2 merupakan gambar dari alur program yang nantinya menjadi acuan dalam pembuatan program. Diagram alir dimulai dengan menghubungkan dengan jaringan wifi yang ada. Arduino akan membaca parameter sensor *Flow meter*. Parameter sensor akan diolah oleh Arduino menjadi satuan debit yaitu m^3 /menit. Parameter yang sudah diolah oleh Arduino akan dikirimkan ke NodeMCU melalui komunikasi serial. Data yang sudah diterima oleh NodeMCU merupakan data yang belum terpisah, oleh karena itu perlu dilakukan operasi *data parsing* atau pemisahan data agar dapat diketahui perubahan parameter sensor debit. Debit yang sudah diterima akan dihitung volume yang dikeluarkan. Ada beberapa percabangan antara lain yaitu percabangan tombol (+) yang ketika ditekan akan mengeluarkan *output* yang berupa penambahan nilai pulsa dengan kelipatan 10 pulsa. Percabangan kedua yaitu tombol kurang (-) yang ditekan akan mengeluarkan *output* yang berupa pengurangan nilai pulsa dengan kelipatan 10 pulsa. Percabangan ketiga yaitu *reset* yaitu dengan *output* mengubah nilai volume menjadi 0. Percabangan keempat yaitu jika nilai pulsa ≥ 1 maka *solenoid valve* pada pipa saluran akan menutup.



Gambar 2: Diagram alir program alat penghitung biaya pemakaian air di kost berbasis IoT

Data yang sudah diterima berupa debit, volume, biaya air, dan pulsa akan ditampilkan di LCD dan *dashbord* Blynk IoT agar dapat dimonitoring. Percabangan yang terakhir adalah program bisa berjalan dengan baik atau tidak, jika “tidak” maka program akan berhenti, jika “ya” program akan kembali ke pembacaan data sensor agar memperoleh parameter sensor yang baru.



Gambar 3: Rangkaian Elektronika

Gambar 3 merupakan rangkaian elektronika dari alat penghitung biaya pemakaian air berbasis IoT. Pada bagian catu daya menggunakan *power supply* dengan keluaran 12 V DC yang terhubung pada Solenoid dan relay. Agar catu daya dapat menyuplai mikrokontroler dan sensor, maka diperlukan komponen tambahan berupa modul *step down* DC to DC yang bertujuan untuk menurunkan tegangan *power supply* menjadi 5 V DC. *Sensor flow* pada rangkaian ini terhubung pada A0 sebagai sinyal masukan yang nanti parameternya akan diolah oleh Arduino. Untuk mengirimkan data sensor dari Arduino ke NodeMCU menggunakan metode komunikasi serial. Data yang sudah diterima oleh NodeMCU akan disesuaikan lagi yang nantinya akan ditampilkan pada LCD. Relay yang digunakan merupakan saklar elektronik untuk memutus dan mengalirkan arus listrik dari catu daya ke solenoid dengan konfigurasi *normally open*.

ler dan sensor, maka diperlukan komponen tambahan berupa modul *step down* DC to DC yang bertujuan untuk menurunkan tegangan *power supply* menjadi 5 V DC. *Sensor flow* pada rangkaian ini terhubung pada A0 sebagai sinyal masukan yang nanti parameternya akan diolah oleh Arduino. Untuk mengirimkan data sensor dari Arduino ke NodeMCU menggunakan metode komunikasi serial. Data yang sudah diterima oleh NodeMCU akan disesuaikan lagi yang nantinya akan ditampilkan pada LCD. Relay yang digunakan merupakan saklar elektronik untuk memutus dan mengalirkan arus listrik dari catu daya ke solenoid dengan konfigurasi *normally open*.

III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

i. Desain Alat

Di dalam bagian ini akan dilakukan pembahasan dan pengujian alat berdasarkan perencanaan awal. Proses pengujian alat ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui apakah alat sudah handal dan siap digunakan atau belum, dan mengetahui ketepatan nilai dari sensor *flow*. Alat ini menggunakan media berupa pipa PVC yang disambungkan dengan sensor dan solenoid sebagai aliran air. Untuk rangkaian elektronika menggunakan media berupa boks komponen berbahan plastik sebagai wadah untuk komponen komponen yang digunakan.



Gambar 4: Komponen yang berada di dalam boks

Gambar 4 merupakan gambar bagian dalam dari alat. Boks yang dipakai merupakan boks plastik dengan dimensi 10 x 20 cm yang dimodifikasi agar dapat dipasang LCD dan soket untuk sensor dan *power supply*. Pengkabelan alat menggunakan kabel *jumper* yang disambung langsung dari sensor ke mikrokontroler. Kabel suplai memakai sistem *rail supply* dimana untuk

catu daya 5 V memakai 1 jalur rel Vcc dan gnd yang dicabang ke masing-masing komponen dari modul *step down*. Komponen direkatkan menggunakan baut dan lem agar tidak bergeser saat dipakai.



Gambar 5: Rangkaian pipa PVC dengan solenoid Valve dan Flow meter

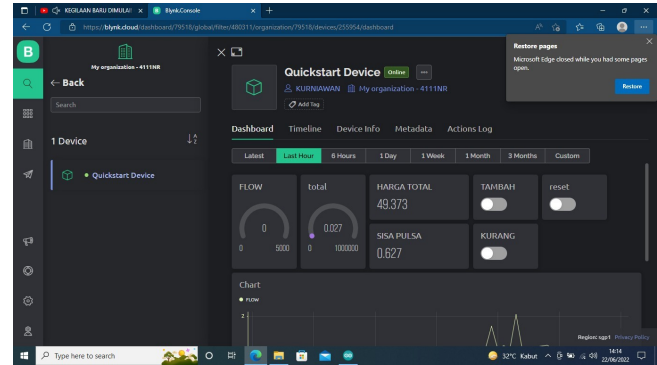
Gambar 5 merupakan bentuk dari pipa sensor dan solenoid valve dimana pada bagian kanan gambar 5 merupakan sensor Flow meter dan bagian kiri gambar 5 merupakan solenoid. Sensor dan solenoid digabungkan menggunakan pipa pvc dengan diameter 1 inch. Pipa ini akan dipasang dibagian sumber air seperti tandon atau cabang pipa PDAM.



Gambar 6: Tampilan dari display LCD

Gambar 6 merupakan gambaran dari alat yang sudah jadi dan siap untuk digunakan. Alat memiliki kemampuan tahan terhadap cipratan air sehingga aman untuk dipakai ditempat yang rawan cipratan air. Pe-

ngoperasian alat hanya membutuhkan suplai listrik dari adaptor dan jaringan wifi untuk mengirim data sensor ke blynk server. Pada alat juga terdapat LCD sebagai penampil data sehingga data dapat dilihat pada dua tempat yaitu pada web dashboard aplikasi blynk dan pada tampilan LCD.



Gambar 7: Tampilan pada Website Blynk

Gambar 7 merupakan tampilan dari dashboard blynk data yang diolah oleh mikrokontroler akan dikirimkan melalui jaringan wifi melalui saluran datastream dengan alamat pin virtual. Data dari alat berupa debit, volume air, biaya air dan sisa pulsa yang ada. Masing-masing data memiliki alamat pin virtual sendiri sesuai dengan pengaturan pada program. Data yang sudah diterima oleh pin virtual nantinya akan tertampil pada widget dari dashboard blynk. Tampilan dari widget adalah nilai dan grafik dan dapat dimonitoring dari manapun secara realtime. Untuk mengetahui kinerja alat yang sudah dibuat pada perencanaan ini, perlu dilakukannya 4 pengujian alat. Untuk pengujian pertama yaitu pengujian terbuka dan tertutupnya solenoid, pengujian kedua yaitu pengujian besaran keluaran air terhadap debit air, pengujian ketiga yaitu pengujian akurasi volume keluaran, dan pengujian terakhir adalah pengujian akurasi biaya air.

ii. Buka Tutup Solenoid Valve

Pengujian pertama ini pada alat ini adalah terbuka dan tertutupnya solenoid valve. Jadi untuk pengujiannya pertama-tama menambahkan nilai pulsa senilai 10. Dan saat air menyala melewati flow meter maka pulsa tersebut akan terus berkurang hingga nilai pulsa ≤ 1 . Jika nilai pulsa ≤ 1 maka solenoid valve ini akan menutup secara otomatis sehingga tidak ada air yang dikeluarkan.

Hasil dari pengujian solenoid valve dengan metode pada tabel 1 menghasilkan sebuah output berupa terbukanya dan tertutupnya solenoid berdasarkan trigger dari nilai pulsa yang dikurangi dengan biaya air yang keluar. Ketika pulsa ≥ 1 rupiah atau memiliki nilai maka solenoid akan terbuka dan mengalirkan air.

Tabel 1: Pengujian terbuka dan tertutupnya solenoid valve

Nilai Pulsa	Kondisi solenoid Valve
Nilai Pulsa \geq 1 Rupiah	TERBUKA
Nilai Pulsa \leq 1 Rupiah	TERTUTUP
Nilai Pulsa = 1 Rupiah	TERBUKA

Kemudian jika nilai pulsa sudah habis atau pulsa \leq 1 rupiah maka solenoid akan tertutup dan menghentikan aliran air.

ii.1 Pengujian besaran keluaran air terhadap debit air

Pengujian ini dilakukan dengan sumber air dari sebuah kran. Dengan metode membuat sebuah variabel pengujian dari bukaan kran yang bervariasi seperti pada Taabel 2:

Tabel 2: Pengujian besaran keluaran air terhadap debit air

Pembukaan Kran	Debit Air
25%	0,004 m^3 /Menit
50%	0,005 m^3 /Menit
75%	0,006 m^3 /Menit
100%	0,007 m^3 /Menit

Hasil dari pengujian di atas dilakukan dengan membuka kran dari 25% sampai 100% dapat dilihat dari hasil debitnya memiliki variasi yang cenderung naik dari 0,004 m^3 /Menit sampai 0,007 m^3 /Menit. Sehingga dapat disimpulkan parameter sensor sudah sesuai yang diharapkan.

iii. Pengujian akurasi volume keluaran

Pada pengujian ini merupakan perbandingan parameter yang dibaca oleh alat dan gelas ukur yang merupakan media pengujian yang sudah dikalibrasi. Hasil dari

Tabel 3: Pengujian akurasi volume keluaran

Gelas Ukur	Pembacaan Alat	Akurasi(%)
0,0010 m^3	0,0009 m^3	10%
0,0020 m^3	0,0018 m^3	10%
0,0030 m^3	0,0026 m^3	13%
0,0040 m^3	0,0037 m^3	7,5%
0,0050 m^3	0,0048 m^3	4%

pengujian di atas memiliki akurasi yang lumayan akurat yaitu berkisar antara 4-13%. Ketidakakuratan hasil pembacaan dikarenakan beberapa faktor antara lain air yang masih tersisa pada pipa dan juga udara yang

masih ada didalam pipa, yang mengakibatkan keliaran air tidak sesuai yang dibaca oleh alat.

iv. Pengujian Akurasi Biaya Air

Pada pengujian ini membandingkan antara jumlah pulsa air yang kita isi dengan volume yang dikeluarkan dengan harga 1 m^3 air adalah Rp. 1.850,00 dengan pembandingan berupa hitungan manual menggunakan perkalian Volume Pembacaan Alat \times 1850 dan hitungan otomatis dari alat tersebut.

Tabel 4: Pengujian Akurasi Biaya Air

Pulsa	Pembacaan Alat	Otomatis (Rp.)	Manual (Rp.)	Akurasi (%)
10	0,005 m^3	9,935,00	9,250,00	7,4%
20	0,010 m^3	19,299,00	18,500,00	4,3%
30	0,016 m^3	30,157,00	26,600,00	13,3%
40	0,021 m^3	39,209,00	38,850,00	0,9%
50	0,027 m^3	49,373,00	49,950,00	1,1%

Tabel 5: Pengujian IoT

Pengukuran	Jarak	Delay
1	1 meter	920 ms
2	10 meter	920 ms
3	50 meter	930 ms
4	100 meter	940 ms
5	200 meter	950 ms

Dari pengujian tabel 4 dapat disimpulkan bahwa alat sudah memiliki akurasi yang bagus dikarenakan selisih dari perhitungan otomatis dan perhitungan manual memiliki selisih yang tidak terlalu jauh yaitu berkisar 0,9-13,3%. Sedangkan untuk pengujian IoTnya disini menguji dengan 5 pengukuran jarak yaitu 1 meter, 10 meter, 50 meter, 100 meter, dan 200 meter. Dengan delay berkisar 920ms- 950ms. Untuk mengetahui perhitungan otomatis akan dihitung oleh alat itu sendiri. Untuk mengetahui perhitungan manual yaitu nilai volume pembacaan alat \times 1850.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan alat penghitung biaya pemakaian air berbasis IoT bahwa rancangan dari alat ini memanfaatkan mikrokontroler untuk membaca debit air agar bisa dimonitoring secara real time dengan memanfaatkan Blynk. Implementasi alat ini menggunakan sensor debit dan solenoid untuk memberi masukan kepada mikrokontroler agar dapat mengeksekusi hasil dari pembacaan sensor yang dirangkai menggunakan pipa paralon dan boks komponen. Proses pengkonversi dari volume air menjadi biaya air menggunakan rumus

perkalian dimana nilai dari volume yang dikumpulkan akan dikali dengan harga air yaitu 1850 rupiah/m³. Sehingga diharapkan alat penghitung biaya pemakaian air berbasis IoT ini dapat direalisasikan agar dapat menjadi parameter tambahan bagi pelanggan air.

Dari hasil pengujian dan pembuatan alat memiliki beberapa saran dalam pengembangan alat dan hasil dari alat ini hal pertama adalah pada bagian jalur kabel masih menggunakan kabel dimana masih kurang dari segi estetika, diharapkan kedepannya memakai PCB untuk rangkaian komponen. Alat yang digunakan belum bisa tahan terhadap cipratan air, diharapkan dalam pengembangan alat menggunakan boks yang memiliki fitur cipratan air sehingga dapat digunakan di luar ruangan. Dan yang terakhir yaitu koneksi wifi yang digunakan masih belum bisa disetting tanpa melalui program. Diharapkan dalam penyetingan wifi dapat memulai cara lain selain mengedit program.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. A. Hasan, M. H. Muhammad *et al.*, "A review of biological drinking water treatment technologies for contaminants removal from polluted water resources," *Journal of Water Process Engineering*, vol. 33, p. 101035, 2020.
- [2] A. Boretti and L. Rosa, "Reassessing the projections of the world water development report," *NPJ Clean Water*, vol. 2, no. 1, p. 15, 2019.
- [3] M. Basharat, "Water management in the indus basin in pakistan: challenges and opportunities," *Indus river basin*, pp. 375–388, 2019.
- [4] G. Di Baldassarre, M. Sivapalan, M. Rusca, C. Cudennec, M. Garcia, H. Kreibich, M. Konar, E. Mondino, J. Mård, S. Pande *et al.*, "Sociohydrology: scientific challenges in addressing the sustainable development goals," *Water Resources Research*, vol. 55, no. 8, pp. 6327–6355, 2019.
- [5] R. Amshari, "Rancang bangun sistem real time watermeter berbasis internet of things (iot)," *Bandung*, vol. 1, no. 1, pp. 1–46, 2020. [Online]. Available: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110>
- [6] R. P. N. Budiarti, A. Tjahjono, M. Hariadi, and M. H. Purnomo, "Development of iot for automated water quality monitoring system," in *2019 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering (ICOMITEE)*. IEEE, 2019, pp. 211–216.
- [7] D. R. Prapti, A. R. Mohamed Shariff, H. Che Man, N. M. Ramli, T. Perumal, and M. Shariff, "Internet of things (iot)-based aquaculture: An overview of iot application on water quality monitoring," *Reviews in Aquaculture*, vol. 14, no. 2, pp. 979–992, 2022.
- [8] X. Nie, T. Fan, B. Wang, Z. Li, A. Shankar, and A. Manickam, "Big data analytics and iot in operation safety management in under water management," *Computer Communications*, vol. 154, pp. 188–196, 2020.
- [9] M. Hadipour, J. F. Derakhshandeh, and M. A. Shiran, "An experimental setup of multi-intelligent control system (mics) of water management using the internet of things (iot)," *ISA transactions*, vol. 96, pp. 309–326, 2020.
- [10] A. Anggiat. (2021) Implementasi internet of things dalam aplikasi monitoring penggunaan air rumah kost dan rumah kontrakan. [Online]. Available: <https://repository.uir.ac.id/9122/1/163510038.pdf>
- [11] D. Asuma, R. S. Ardianto Priramadhi, I. M. P. Pangaribuan, and T. Elektro, "Iot-based smart metering for calculating water use cost," vol. 8, no. 2, pp. 1090–1101, 2021.
- [12] E. Sisinni, A. Saifullah, S. Han, U. Jennehag, and M. Gidlund, "Industrial internet of things: Challenges, opportunities, and directions," *IEEE transactions on industrial informatics*, vol. 14, no. 11, pp. 4724–4734, 2018.
- [13] N. Carvalho, O. Chaim, E. Cazarini, and M. Gerolamo, "Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in sustainable manufacturing," *Procedia Manufacturing*, vol. 21, pp. 671–678, 2018.
- [14] W. Al-Sabhan, M. Mulligan, and G. A. Blackburn, "A real-time hydrological model for flood prediction using gis and the www," *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 27, no. 1, pp. 9–32, 2003.
- [15] L. S. Pereira, I. Cordery, and I. Iacovides, "Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving," *Agricultural water management*, vol. 108, pp. 39–51, 2012.
- [16] M. Lezoche, J. E. Hernandez, M. d. M. E. A. Díaz, H. Panetto, and J. Kacprzyk, "Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture," *Computers in industry*, vol. 117, p. 103187, 2020.
- [17] J. Dedrick, "Green is: Concepts and issues for information systems research," *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 27, no. 1, p. 11, 2010.
- [18] M. S. Alnahari and S. T. Ariaratnam, "The application of blockchain technology to smart city infrastructure," *Smart Cities*, vol. 5, no. 3, pp. 979–993, 2022.
- [19] K. Kimani, V. Oduol, and K. Langat, "Cyber security challenges for iot-based smart grid networks," *International journal of critical infrastructure protection*, vol. 25, pp. 36–49, 2019.
- [20] S. Chen, H. Xu, D. Liu, B. Hu, and H. Wang, "A vision of iot: Applications, challenges, and opportunities with china perspective," *IEEE Internet of Things journal*, vol. 1, no. 4, pp. 349–359, 2014.
- [21] W. Ejaz, A. Anpalagan, W. Ejaz, and A. Anpalagan, "Internet of things for smart cities: overview and key challenges," *Internet of Things for Smart Cities: Technologies, Big Data and Security*, pp. 1–15, 2019.