

RANCANG BANGUN ALAT METERAN AIR PINTAR BERBASIS IoT SEBAGAI PENUNJANG LAYANAN DISTRIBUSI PDAM

Bayu Saputra¹, Slamet Winardi², Aryo Nugroho³

^{1,2,3}Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Narotama
Jl. Arief Rachman Hakim 51, Sukolilo
Surabaya, Indonesia

e-mail: bayu.saputra@msh.fasilkom.narotama.ac.id¹, slamet.winardi@narotama.ac.id²,
aryo.nugroho@narotama.ac.id³

Received : June, 2020

Accepted : November, 2020

Published : April, 2021

Abstract

Various public service institutions have increasingly improved their service quality. The existing constraints are corrected for the sake of consumer satisfaction. One of the public services is the clean water distribution system at Surabaya water enterprise. The water will be distributed as per the postpaid-metered or prepaid-metered recording user's clean water consumption. Existing postpaid-metered or prepaid-metered device in every household must be checked by field officers regularly. This manual checking often causing problems of human errors. This study applied the Internet of Things (IoT) concept in automatic checking of postpaid-metered and prepaid-metered device in households. The customized and automatic clean water consumption recording device is built using the ESP32 module. The ESP32 will send the rest of the water consumption data to the server (cloud). This method is expected to automate solution and to create better services to the customers. The accuracy of the test results holds error tolerance value of 10.6%, in the test results with units of mL. The device is believed to be able to provide and alternative in water usage recording purpose.

Keywords: IoT, Water Enterprise, ESP32

Abstrak

Berbagai institusi pelayanan publik semakin memperbaiki kualitas layanannya. Kendala yang ada diperbaiki semaksimal mungkin demi kepuasan konsumen. Salah satu layanan publik adalah pada sistem distribusi air bersih pada PDAM Surabaya. Rangkaian distribusi air akan menuju ke pelanggan dengan mencatat penggunaan melalui metering yang ada di sisi pelanggan. Alat pengukur penggunaan air (metering) yang telah ada membuat PDAM harus menyediakan tenaga pencatat meter ke tiap pelanggan. Pencatatan secara manual ini sering dikeluhkan dari sisi akurasi akibat kehadiran petugas yang tidak konsisten. Penelitian ini mengusulkan sistem berbasis web dengan alat meter berbasis Internet of Things (IoT). Alat meter ini menggunakan modul ESP32 yang akan mencatat penggunaan air secara otomatis tanpa diperlukan petugas pencatat meter. Selanjutnya dari modul ESP32 ini akan mengirimkan sinyal hasil pencatatan melalui transmisi data menuju cloud server. Metode ini diharapkan menciptakan layanan yang lebih baik kepada pelanggan. Hasil uji akurasi alat ini menunjukkan memiliki sedikit perbedaan error 10.6% pada hasil uji dengan satuan mL, Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem ini mampu memberikan alternatif pencatatan meter secara tepat.

Kata Kunci: IoT, PDAM, ESP32

1. PENDAHULUAN

Menteri perindustrian telah mencanangkan revolusi industri 4.0 dengan parameter IoT, Statistics and Big data dan dengan tujuan dapat memberikan keseimbangan antara sector teknologi dan sector perekonomian Indonesia. Dalam hal ini salah satu Badan Usaha Milik Negara yang mengakomodir sumber daya listrik telah berupaya dalam mengelola layanan listrik masyarakat dengan menerapkan teknologi informasi, dapat diambil contoh hampir pelanggan sekarang telah menggunakan MPB (Meter PraBayar) yang dapat melakukan pembayaran pemakaian listrik melalui online. Dilansir pada halaman (LAPOR! - Tagihan penggunaan PDAM, 2019) masyarakat kota Semarang resah terhadap tagihan penggunaan air bersih (PDAM) dari BUMD yang lonjakannya sangat fantastis sehingga banyak yang melakukan pengaduan pada lapor.go.id dan obusdman.go.id.

Perlu disadari bahwa penggunaan alat pengukur air yang terpasang di setiap rumah itu setiap saat akan di cek oleh petugas dari BUMD PDAM, sistem ini tentu kurang efisien dalam era teknologi informasi saat ini [1]. Oleh sebab itu dalam penelitian ini mengambil topik tentang alat pengukur air bersih yang terpasang di rumah – rumah dengan menerapkan konsep IoT yang dapat membantu pengelola memonitoring penggunaan air secara sentralisasi serta dari sisi pemakai juga dapat melihat langsung dari gadget penggunaannya serta tagihannya.

Dari data yang didapat maka dapat dirumuskan bahwa belum ada laporan secara terperinci kepada pengguna PDAM, terkait penggunaannya selama ini meskipun sudah ada alat metering konvensional namun susah untuk dibaca dan dimengerti oleh orang awam.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan membuat sebuah rancang bangun alat metering digital yang didukung oleh IoT agar dapat dicontrol oleh distribusi PDAM sebagai penunjang layanan distribusi PDAM.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Distribusi Air Bersih

Perusahaan Daerah Air Bersih (PDAM) adalah perusahaan yang menjalankan distribusi air bersih ke masyarakat melalui peraturan

pemerintah No. 28 tahun 1975 tentang pengelolaan dan distribusi air bersih yang mengalihkan bentuk perusahaan dinas daerah menjadi ke pemerintahan daerah yang terintegrasi dengan perusahaan dalam bentuk badan yang berada pada pemerintahan pusat[2]. Pada peraturan pemerintahan No. 32 tahun 1980 juga mengatur tentang prosedur dan ketentuan dalam pelaksanaan perusahaan distribusi air bersih baik di daerah maupun di pusat, dan dalam setiap daerah atau wilayah juga memiliki skema pembayaran yang berbeda – beda menyesuaikan dengan wilayah strategis wilayah masing – masing, namun segala pelaksanaan tersebut tentu akan diawasi oleh dewan legislative guna untuk meningkatkan mutu pelayanan pemerintahan pada masyarakat[3].

2.2 Sistem Layanan Distribusi Air Bersih

Pengertian Sistem menurut (Mulyadi, 2014) adalah berbagai komponen yang saling berkaitan untuk mencapai suatu tujuan yang sama, selanjutnya sistem menurut *Savolainen V* dalam bukunya *Technical Specification of an Information System* adalah kumpulan entitas komponen yang berbeda yang saling terhubung untuk mencapai suatu tujuan yang sama. Dengan kata lain dapat disimpulkan bahwa sistem adalah suatu konstruksi yang dibuat untuk bisa saling terintegrasi sehingga tersusun sebuah Breakdown yang dapat membuat tolok ukur tujuan yang dicapai[4].

Adapun sistem yang dapat dikelompokkan untuk mempertajam pengetahuan mengenai sistem adalah Sistem Informasi, sebelumnya ada banyak macam kelompok sistem, namun dalam penelitian ini berkaitan dengan sistem informasi oleh sebab itu dijelaskan lah mengenai Sistem Informasi[5].

Sistem yang digunakan perusahaan negara untuk mendistribusikan air bersih mengacu pada 2 hal utama, yaitu kebutuhan air (*Water Demand*) dan tekanan air yang bersifat terus menerus serta keamanan infrastruktur yang digunakan. Dalam melakukan distribusi air bersih ada beberapa prosedur yang diterapkan diantaranya sistem penjamin mutu, baik dari kualitas air yang didistribusikan, pengelolaan air agar tetap bersih sampai pada masyarakat hingga sistem tagihan layanan yang dibebankan oleh masyarakat guna perusahaan

meningkatkan layanannya maupun infrastruktur yang dimiliki baik itu pengembangan maupun pemeliharaan.

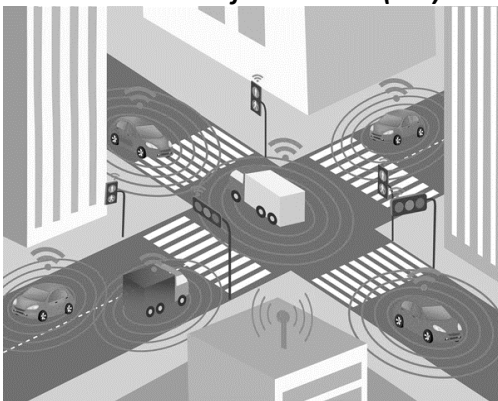
2.3 Internet of Things (IoT)

IoT adalah interkoneksi antara suatu benda ke infrastruktur yang telah dibuat untuk memudahkan komunikasi data dengan media internet[6], pemanfaatan IoT dalam berbagai aktifitas seperti berikut melakukan pembelian secara elektronik tanpa perlu datang ke penjual barang atau penggunaan uang elektronik yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan pembayaran toll atau hal lain, dan masih banyak lagi pemanfaatan IoT pada kehidupan sehari-hari[7].

Dalam menerapkan disiplin ilmu ini membutuhkan banyak pemahaman diantaranya pemahaman terkait jaringan computer sebagai media transmisi data, infrastruktur computer sebagai base integrasi data serta keterampilan dalam membuat sebuah program enterprise. Pengertian IoT, "Things" dapat diartikan sebagai sekumpulan benda fisik yang dihubungkan dengan sebuah sensor kemudian hasil sensing tersebut dikirimkan ke sebuah pangkalan data melalui media transmisi internet[8].

Namun, hasil sensing dari sensor tersebut tidak langsung dikirimkan karena perlu dilakukannya pengkajian data secara automation dengan tujuan agar data yang diinginkan sesuai dengan perencanaan agar memudahkan system dalam melakukan penyimpanan data sesuai dengan polaritasnya. Proses tersebut adalah termasuk dalam teknologi *Semantic* yang dapat diadopsi untuk implementasi teknologi IoT ini[9].

2.3.1 Vehicles to Infrastructure (V2I)



Gambar 2.1 Skema IoT Vehicles to Infrastructure
[sumber: <https://www.transportationops.org/V2I/V2I-overview>]

Yang dimaksud dengan V2I atau Vehicles to Infrastructures adalah dimana sebuah benda atau alat yang dapat menghasilkan nilai dalam hal ini yang dimaksud adalah sensor dapat mengenali infrastruktur disekitarnya dapat saling bertukar data dengan infrastruktur tersebut[9].

Seperti yang dilakukan oleh [10] tentang implementasi program ganjil genap yang berada di jabodetabek guna memperkecil penggunaan kendaraan pribadi, singkat penjelasan dari penelitian tersebut menggunakan chip ESP8266 yang ditanamkan pada kendaraan, yang dimana kendaraan tersebut akan memancarkan signal untuk ditangkap oleh infrastruktur terdekatnya yang sebelumnya telah diprogram untuk menangkap frekuensi signal yang dikeluarkan oleh chip ESP8266. Dari hasil tersebut infrastruktur dapat mengetahui plat nomor nya berapa kendaraan yang lewat tersebut.

2.4 Metode Evaluasi

Setiap penelitian akan memiliki metode yang dilakukan untuk melihat sebuah perubahan atau pengembangan dari penelitian sebelumnya dengan hasil penelitian yang sudah dilakukan. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode untuk mencari *Maximum tolerable margin of error* dengan kata lain metode untuk mencari nilai toleransi dari kesalahan yang dihasilkan saat dilakukannya uji coba yang didasari oleh 3 variable yaitu nilai tetap, nilai yang dihasilkan oleh alat yang ada sebelumnya dan nilai yang dihasilkan oleh alat hasil rancangan pada suatu penelitian.

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan evaluasi untuk mencari nilai toleransi yaitu

$$MoE = z * s : \sqrt{n} \quad (1)$$

dimana *MoE* adalah singkatan dari *Margin of Error*, *z* adalah nilai yang diinginkan (*Static Value*), *s* adalah simpangan baku, biasanya menggunakan nilai tetap 0.5 dan *n* adalah nilai yang dihasilkan (*Dinamic Value*)[11].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan gambaran tentang sistem yang akan dibuat. Pada perancangan sistem dan alat metering digital ini menggunakan Flowchart Diagram, untuk

mempermudah dalam penggambaran suatu sistem itu berjalan. Berikut penjelasan perancangan sistemnya.

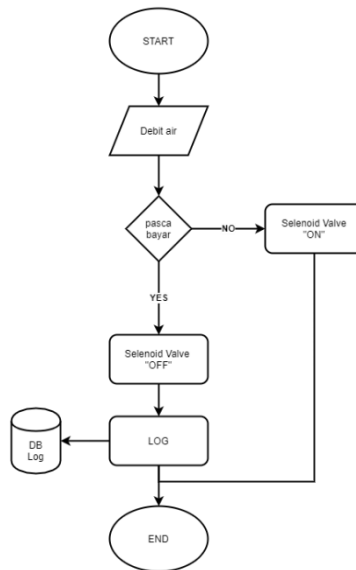


Diagram 3.1 Flowchart hardware

Input debit air dihasilkan dari alat yang telah dibuat, selanjutnya dalam inputan tersebut sudah terlihat juga pemilik dari alat yang terpasang. Alat tersebut akan secara berkala mengirimkan debit air yang telah didapat selama alat tersebut berjalan.

baik maka solenoid yang terpasang pada alat tersebut akan menutupkan katup – nya dengan arti bahwa penghubung dari pipa utama ke pipa rumah telah ditutup. Namun jika proses tagihan penggunaan debit air berlangsung baik, maka pengguna akan dapat memonitoring hasil dari penggunaan debit air yang telah dipakai.

Jika dalam proses tagihan penggunaan debit air yang telah digunakan tidak berlangsung dengan

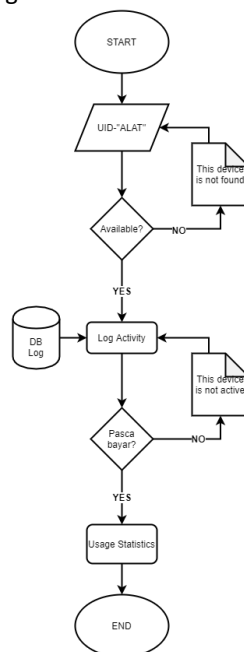


Diagram 3.2 Flowchart system berbasis web

Pada diagram flowchart diatas menunjukkan bagaimana sistem yang memproses data menjadi informasi bekerja, dimana sebuah alat yang telah dirancang memiliki sebuah UID atau identitas alat yang akan dikenali oleh sistem beserta relasi data kepemilikan alat tersebut.

Selanjutnya sistem akan check terlebih dahulu Log atau History dari alat tersebut beserta

proses pembayaran layanannya. Ketika semua proses bekerja dengan baik maka User atau pengguna akan mendapatkan sebuah Usage Statistics yang mempermudah pengguna untuk memonitoring penggunaan air selama berlangganan.

3.2 Perancangan Block Diagram

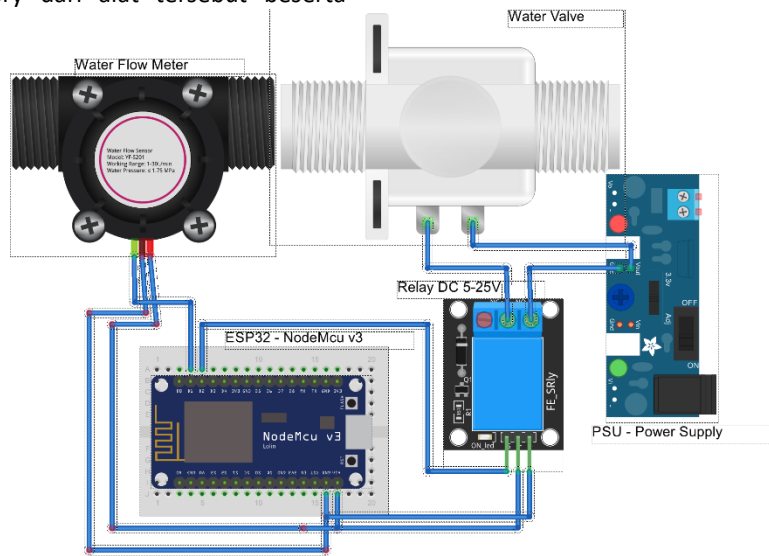


Diagram 3.3 Perancangan hardware dengan diagram block

Pada gambar diagram diatas menunjukkan hubungan atau integrasi dari module – module yang digunakan untuk membuat suatu alat yang sesuai dengan perancangan hardware yang sudah dijelaskan pada bagian sebelumnya, berikut penjelasan terkait setiap module yang digunakan.

3.2.1 ESP32

ESP32 adalah board yang sangat *capable* karena hampir semua kebutuhan dalam suatu

perancangan alat itu ada dalam board yang satu ini, seperti contoh transmisi data dapat memanfaatkan *Bluetooth* atau *WiFi*. Seringkali penggunaan board ESP32 untuk membuat suatu alat yang mempunyai hubungan dengan *Delivery* data ke suatu penyimpanan data dengan menggunakan *Service* yang ada pada Board ESP32 tersebut seperti menggunakan jaringan *Bluetooth* atau *WiFi* berikut adalah diagram block dari ESP32[12].

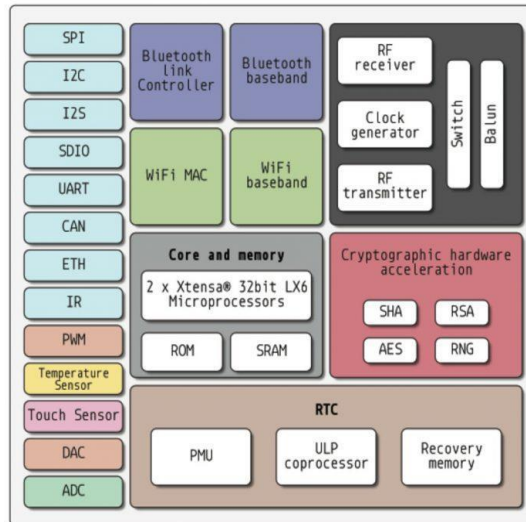


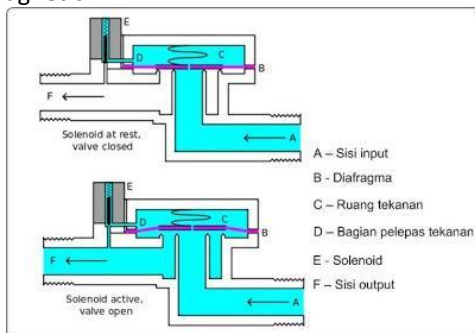
Diagram 3.4 Block ESP32

[Sumber: "ESP32, System On Chip Suksesor ESP8266," embeddednesia.com, 19 mei 2018.]

Diagram block diatas adalah kumpulan service yang dapat dimanfaatkan dari board ESP32, salah satu yang menarik dalam kumpulan service diatas adalah, ESP32 mendukung *Cryptographic Hardware Acceleration* yang dapat meningkatkan performa dari board ini[13].

3.2.2 Solenoid Valve

Solenoida atau Solenoid adalah perangkat elektromagnetik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerakan[14]. Proses dorong / *Push* dan Tarik / *Pull* terjadi karena energi gerak yang dihasilkan oleh perubahan energi listrik menjadi elektromagnetik sehingga terjadinya energi gerak untuk menggerakkan solenoida yang berada dalam tabung untuk melakukan Plunger dengan actuator ferromagnetic.



3.5 Sistem kerja Solenoid Valve

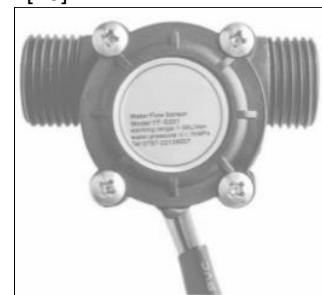
Solenoid valve akan bekerja jika actuator dalam tabung tersebut mendapatkan konsumsi listrik sesuai dengan kebutuhannya yaitu 100/200 VAC atau dengan tegangan 12/24 VDC, jika tidak sesuai dengan kebutuhannya kemungkinan yang terjadi adalah actuator tidak bekerja

dengan baik dan yang paling fatal adalah actuator tersebut terbakar dan tidak bisa digunakan kembali.

3.2.3 Water Flow Sensor

Water flow sensor YF-S201 adalah sensor untuk mengukur debit air yang melewati sensor ini, mengukur kuat tekanan air yang mengalir, mengukur suhu air yang telah melewati dan masih banyak lagi[15].

Secara umum sensor ini dimanfaatkan untuk kebutuhan sensing air yang selanjutnya diolah menjadi suatu informasi yang menghasilkan Knowledge dan Acknowledge. Kemampuan dari alat sensor ini salah satunya adalah dapat mendeteksi dengan baik air yang melewatinya hingga 30L/M[16].



Gambar 3.6 Tampak module Water Flow Sensor

Untuk mendapatkan nilai aliran dalam satuan L/detik (Q) didapat dengan persamaan seperti berikut.

$$Q = \frac{\text{Pulse Frequency} \times 60}{7.5}$$

untuk mendapatkan nilai aliran air dalam satuan L/detik. Q merupakan nilai aliran air dalam

satuan L/detik. Angka 7.5 adalah konstanta untuk water flow sensor YF-S201 dalam keadaan horizontal. Angka 60 adalah faktor pengali waktu untuk satuan L/detik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Dari hasil perancangan alat yang sudah dijelaskan pada bagian sebelumnya maka, terbuat juga sistematis dari alat tersebut untuk bisa mengirimkan sebuah data pada *cloud storage*. Data yang dikirimkan oleh alat ke system cloud storage adalah data terkait debit air yang melewati alat tersebut dalam satuan angka, status alat tersebut dalam satuan angka jika 0 maka alat tersebut menghentikan lajur air jika 1 maka alat tersebut, dari data tersebut akan diproses lagi dengan data sesuai skema

pelayanan distribusi air bersih oleh PDAM sehingga tercipta lingkungan system yang baru dengan dukungan teknologi *Internet of Things* serta system informasi berbasis *WEB Progressive*

4.2 Pembahasan

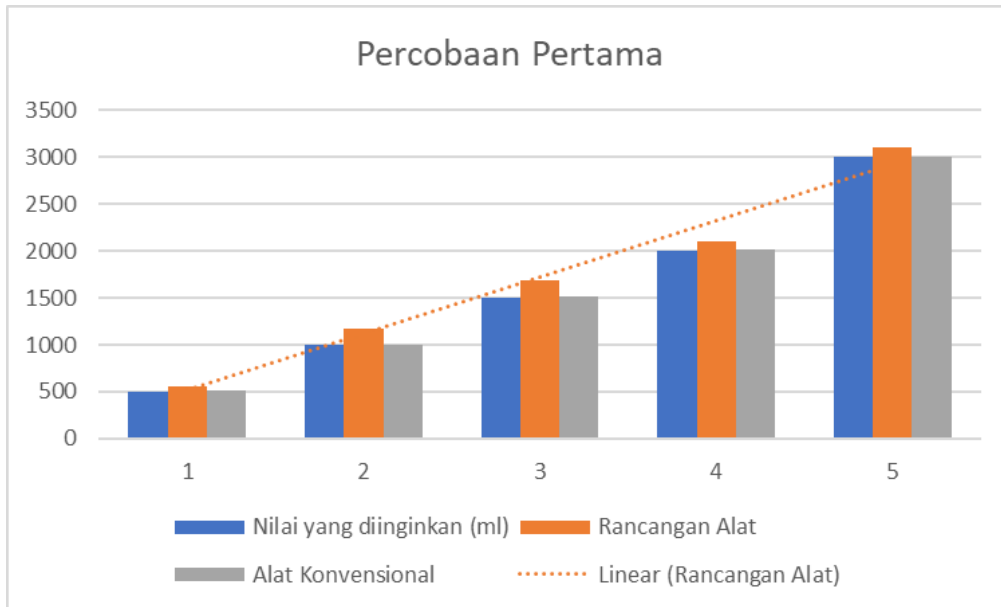
Dalam bagian pembahasan akan dimulai dengan pengujian alat hasil rancangan dengan alat konvensional yang sudah dipakai sebelumnya oleh masyarakat, uji coba dilakukan dengan menggunakan sebaran nilai yang diinginkan dan menggunakan satuan (ml). berikut table hasil percobaan.

Tabel 4.1 percobaan alat hasil rancangan dengan alat konvensional

Alat Konvensional Hasil rancanga	Nilai yang diinginkan (ml)				
	500	1000	1500	2000	3000
Percobaan ke - 1	510	1000	1520	2020	3008
Percobaan ke - 2	552	1169	1679	2100	3105
Percobaan ke - 3	515	1050	1510	2005	3014
Percobaan ke - 4	579	1157	1566	2155	3100
Percobaan ke - 5	521	1000	1510	1940	3010
Percobaan ke - 6	537	1151	1588	2088	3188
Percobaan ke - 7	490	1010	1530	2000	3030
Percobaan ke - 8	540	1100	1576	2178	3190
Percobaan ke - 9	500	1005	1508	2090	3000
Percobaan ke - 10	570	1156	1656	2134	3098
Rata - rata	507,2	1013	1515,6	2011	3012,4
Error	7%	10%	13%	11%	12%

Table diatas menunjukkan ada 5 percobaan dan 5 sebaran nilai yang diinginkan, setiap percobaan ada 2 variable yang memiliki nilai yaitu variable alat hasil rancangan dengan variable alat

konvensional, salah satu percobaan akan di gambarkan dalam bentuk *Column chart* agar dapat melihat grafik perbedaannya, seperti berikut.



Gambar 4.1 Column chart dari percobaan pertama

Dari grafik percobaan diatas maka dapat dengan mudah melihat perbedaan nilai yang dihasilkan oleh kedua alat secara detail dengan didukung oleh *Trend* dari hasil rancangan alat secara *Linear*. Dari grafik diatas juga dapat dilihat bahwa perbedaan nilai yang dihasilkan dari alat hasil rancangan dengan alat konvensional yang sudah ada tidak begitu jauh dan cenderung memiliki perbedaan 10 – 50 mL. begitu pula pada grafik – grafik di percobaan kedua sampai kelima, memiliki kecenderungan perbedaan yang tidak begitu jauh antara nilai tetap atau nilai yang diinginkan dengan nilai dari hasil rancangan dan nilai dari hasil alat konvensional.

Pada table 4.1 menunjukan bahwa ada 5x percobaan yang dilakukan terhadap alat hasil rancangan dengan alat konvensional yang sudah ada, disertakan juga nilai tetap yang ingin dicapai dari percobaan ini. Hasilnya menunjukan bahwa tingkat perbedaan yang dihasilkan oleh alat hasil rancangan dengan alat konvensional yang sudah ada terhadap nilai tetap yang ingin dicapai adalah sedikit dan rata – rata perbedaan yang dihasilkan yaitu 10 – 40 mL air, dengan begitu maka dapat evaluasi dari metode yang sudah dijelaskan pada bagian dasar teori bahwa *Margin of Error Maximum* adalah 10,6% dari seluruh hasil percobaan yang sudah dilakukan.

Selanjutnya adalah pengujian hasil integrasi dari alat hasil rancangan dengan system informasi berbasis *WEB Progressive* yang sudah dirancang sesuai dengan pelayanan distribusi air bersih oleh PDAM, berikut adalah hasil dari system

informasi berbasis *WEB Progressive* yang didukung dengan *Usage Log*.



Gambar 4.2 Usage log system informasi

Pada gambar diatas menunjukan persentase dari penggunaan air bersih oleh pengguna, angka tersebut dipersentase menggunakan data setoran awal pengguna lalu dikurangi dengan kelompok skema pembayaran sesuai PDAM wilayah Surabaya, sehingga terbentuk nominal pemakaian sebesar Rp. 21.730,- dan menghasilkan persentasi 22%.

4. KESIMPULAN

Hasil rancangan baik alat maupun system dapat dipergunakan dengan baik oleh masyarakat

namun ketika proses pengkajian data, ada beberapa data yang tidak boleh disampaikan pada penelitian ini. Rancangan ini memiliki keunggulan yaitu mudahnya orang awam untuk melihat penggunaannya, pembayaran yang cukup mudah serta efisiensi birokrasi dari sisi PDAM. Namun kekurangan dari alat ini adalah sumber power atau sumber listrik yang belum independent karena masih memanfaatkan dari listrik PLN dan konektivitas alat ini masih dari WiFi Router terdekat.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengembangkan atau memperbaiki dari sisi kebutuhan listrik yang mungkin bisa digabungkan dengan *water turbin* yang menghasilkan 12V DC, serta bisa juga mengembangkan atau memperbaiki dari sisi konsumsi konektivitas mungkin bisa mengganti board ESP32 dengan *Board GY-NEO series* yang memiliki keunggulan dapat menggunakan sim card sebagai konektivitas sehingga alat dapat *Standalone* tidak bergantung pada koneksi lain.

5. Daftar Pustaka

- [1] F. Istiani, "KINERJA KARYAWAN PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) TIRTA SIAK DALAM PENYEDIAAN KEBUTUHAN AIR BERSIH DI KOTA PEKANBARU," vol. 4, no. 2, p. 15, 2017.
- [2] R. G. E. Bhaskoro and T. E. Ramadhan, "EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM (IPAM) KARANGPILANG I PDAM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA SECARA KUANTITATIF," *J. Presipitasi Media Komun. Dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, vol. 15, no. 2, Art. no. 2, Sep. 2018, doi: 10.14710/presipitasi.v15i2.62-68.
- [3] H. A. Pradana, S. Wahyuningsih, E. Novita, A. Humayro, and B. H. Purnomo, "Identifikasi Kualitas Air dan Beban Pencemaran Sungai Bedadung di Intake Instalasi Pengolahan Air PDAM Kabupaten Jember," *J. Kesehat. Lingkung. Indones.*, vol. 18, no. 2, Art. no. 2, 2019.
- [4] V. Savolainen, "Technical Specification of an Information System," in *Perspectives of Information Systems*, New York, NY: Springer New York, 1999, pp. 111–125.
- [5] L. A. Freeman, "Information Systems Knowledge: Foundations, Definitions, and Applications," *Inf. Syst. Front.*, vol. 3, no. 2, pp. 249–266, Jun. 2001, doi: 10.1023/A:1011408710845.
- [6] S. Kumar, P. Tiwari, and M. Zymbler, "Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review," *J. Big Data*, vol. 6, no. 1, p. 111, Dec. 2019, doi: 10.1186/s40537-019-0268-2.
- [7] A. Nugroho, D. Rizaludin, S. Soebandhi, L. Junaedi, S. Winardi, and M. N. Al-Azam, "Automatic Sign of Commencement of Work from Enterprise Resource Planning," in *2020 International Conference on Smart Technology and Applications (ICoSTA)*, Feb. 2020, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICoSTA48221.2020.1570590248.
- [8] I. N. B. Hartawan and I. W. Sudiarsa, "ANALISIS KINERJA INTERNET OF THINGS BERBASIS FIREBASE REAL-TIME DATABASE," *J. Resist. Rekayasa Sist. Komput.*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Apr. 2019, doi: 10.31598/jurnalresistor.v2i1.371.
- [9] C. Qu, M. Tao, J. Zhang, X. Hong, and R. Yuan, "A Semantic Web Based Intelligent IoT Model," in *Algorithms and Architectures for Parallel Processing*, Cham, 2018, pp. 186–195.
- [10] B. Saputra, S. Winardi, S. W. Mudjanarko, and I. Inayati, "IDENTITAS DIGITAL KENDARAAN BERMOTOR DENGAN CHIP WEMOS UNTUK SOLUSI PROGRAM PLAT NOMOR GENAP GANJIL," *Semin. Nas. Ilmu Terap. SNITER*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Aug. 2017.
- [11] A. Hazra, "Using the confidence interval confidently," *J. Thorac. Dis.*, vol. 9, no. 10, Art. no. 10, Oct. 2017, doi: 10.21037/jtd.2017.09.14.
- [12] B. Estrany, C. Marin, M. Mascaró, A. Bibiloni, and Y. Luo, "Multimodal human-machine interface devices in the cloud," *J. Multimodal User Interfaces*, vol. 12, no. 2, pp. 125–143, Jun. 2018, doi: 10.1007/s12193-017-0253-z.
- [13] K. Dokic, B. Radisic, and C. Mirko, "MicroPython or Arduino C for ESP32 - Efficiency for Neural Network Edge Devices," in *Intelligent Computing Systems*, 4th ed., vol. 1, 4 vols., Springer International Publishing, 2020.
- [14] C.-D. Park, B.-J. Lim, and K.-Y. Chung, "Design verification methodology for a solenoid valve for industrial applications," *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 29, no. 2, pp.

- 677–686, Feb. 2015, doi: 10.1007/s12206-015-0127-9.
- [15] M. N. Al Azam, I. Arif, D. Rizaludin, U. Ayuba, A. Haris, and A. Nugroho, “Wireless Sensor Network using Wireless Fidelity for Environmental Monitoring System,” in *2019 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)*, Sep. 2019, pp. 1–7, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2019.8884345.
- [16] S. Chun, B.-R. Yoon, H.-M. Choi, and Y. B. Lee, “Water flow meter calibration with a master meter method,” *Int. J. Precis. Eng. Manuf.*, vol. 18, no. 8, pp. 1075–1083, Aug. 2017, doi: 10.1007/s12541-017-0126-0.