Rancang Bangun Perangkat Flow Meter Reading Analog Konevensional

1st Fiqri Ramdhani
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia
fiqriramdhani@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Arif Abdul Aziz
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia
arifabdulaziz@telkomuniversity.ac.id

3rd Hanif Fakhrurroja
School of Industrial Engineering
Telkom University
National Research and Innovation Agency of Indonesia
Bandung, Indonesia
haniff@telkomuniversity.ac.id

Abstract PDAM merupakan Perusahaan daerah yang memberikan jasa penyediaan air kepada seluruh penduduk Masyarakat Indonesia yang membutuhkan. PDAM mengecek jumlah penggunaan air pada masing-masing pelanggan setiap bulan dengan mengirimkan petugas ke rumah pelanggan untuk mengecek dan mencatat jumlah penggunaan air melalui meter air. Meter air yang digunakan PDAM masih bersifat analog sehingga pelanggan mengalamai kesulitan dalam pembacaan jumlah penggunaan air [1] . Karena pencatatan air yang masih bersifat manual dan alat yang bersifat analog. Maka untuk membantu inovasi pengembangan dibuat langkah awal suatu sistem monitoring penggunaan air PDAM dalam bentuk digital. Flow Meter Reading adalah pengembangan perangkat yang akan digunakan untuk membaca meteran air analog yang mengukur laju aliran volumetrik fluida secara digital. Penggunaan meteran air manual yang masih dilakukan pencatatan manual oleh pegawai akan terbantuk dengan kehadiran alat Flow Meter Reading Analog, dilakukan rancang bangun perangkat Flow Meter Reading. Dilakukan rancang bangun dengan membuat desain PCB menggunakan MCU STM32 low power.

Keywords—Air, Pelanggan PDAM, Meter Air, Monitoring

I. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan utama makhluk hidup terutama manusia. Pentingnya air bagi kehidupan manusia. Air digunakan setiap harinya untuk dikonsumsi, mandi, mencuci, dan lain-lain. Salah satu penyedia air bersih untuk kebutuhan masyarakat adalah Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang bertanggungjawab dengan kualitas air yang diproduksinya. *Supply* air dari PDAM dengan sistem prabayar memberikan kecukupan kepada masyarakat akan kebutuhan air bersih. Di setiap rumah pelanggan PDAM terpasang meteran air yang berguna untuk mengukur serta mencatat besar volume dan debit air yang dikeluarkan. Namun sistem pengukuran dan pemeriksaan yang diterapkan oleh PDAM terhadap meteran air tersebut manual dan bersifat analog sehingga kurang efektif dan efisien. Pencatatan meter air analog yang masih dilakukan dengan manual, merupakan aspek krusial dalam pengelolaan sumber daya air dan pelayanan air bersih [2]. Pada dasarnya air merupakan hal fundamental dalam kebutuhan setiap makhluk sekaligus menjadi salah satu sumber daya dengan ketersediaan terbanyak di Bumi. Pencatatan air merupakan tahapan kritis dalam manajemen sumber daya air dan pelayanan publik. Terjadinya lonjakan tenaga kerja, meskipun lonjakan tenaga kerja terjadi dalam memenuhi pencatatan air manual, seringkali terdapat kesalahan dalam proses pencatatan yang dapat berdampak negatif pada keakuratan data dan efisiensi pengelolaan air. Sehingga dalam mengatasi lonjakan tenaga kerja dalam pencatatan air dan tetap terjadi kesalahan pencatatan data, dilakukan inovasi dalam suatu pengembangan pencatatan meter air manual menjadi digital dengan memulai pengembangan desain PCB untuk pencatatan laju meteran air manual menjadi otomatis. Pesatnya perkembangan teknologi elektronika, pemahaman tentang desain PCB (*Printed Circuit Board* atau Sirkuit Cetak) menjadi semakin krusial. Papan sirkuit cetak (PCB) adalah sebuah papan yang digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen elektronika dengan lapisan jalur konduktornya tanpa menggunakan kabel penghubung. Cetakan PCB tersebut terdiri atas lubang tempat letak kaki komponen elektronika dan jalur sebagai tempat aliran arus Listrik [3], untuk menghasilkan papan sirkuit cetak (PCB) yang bagus, diperlukan desain yang tepat. Dalam hal ini akan membahas mengenai konsep, langkah-langkah kritis, dan praktik terbaik dalam desain PCB untuk pembacaan laju meter air a konvensional. Desain PCB menggunakan konsep *Surface mounted technology* (SMT), *Surface Mounted Technology* (SMT) adalah teknologi otomasi yang digunakan untuk pemasangan dan penyolderran perangkat permukaan yang ditempatkan (*Surface Mounted Device* atau SMD) pada titik tertentu. Desain PCB dibuat dengan menyesuaikan kebutuhan sistem untuk pembacaan laju meter air, dalam hal ini menggunakan MCU STM32.

II. METODE

A. Konsep Desain

Konsep desain mengacu pada ide-ide dan prinsip-prinsip yang membimbing proses desain untuk menciptakan produk yang diinginkan. Konsep desain merupakan fondasi yang membentuk untuk proyek desain. Berikut merupakan penjelasan singkat mengenai 2 bagian konsep desain yang akan diterapkan.

1. Blok diagram untuk perangkat

Untuk merancang sistem yang diinginkan maka komponen yang diperlukan untuk membuat dan mendesain *Flow Meter Reading* dengan sensor Inductor dan Capacitor (LC), memerlukan MCU STM32 seri *Low Power* yang memiliki 2 *channel* DAC, 2 *comparator,* 2 *Low Power Timer*, Inductor dan Kapasitor yang memiliki frekuensi resonansi 500Khz (dipilih Induktor dengan nilai 470uH dan Kapasitor 220pF), Baterai dengan kapasitas yang cukup untuk digunakan selama 5 tahun penggunaan. Dari kebutuhan tersebut maka komponen-komponen yang akan digunakan yaitu, STM32L431CBT6, Unshielded Inductor 470uH, Kapasitor 220pF, Baterai LiSoCl2 dengan kapasitas 3.6V dan 8Ah. Diagram blok untuk sistem perangkat bekerja, dapat di lihat pada Fig. 1.

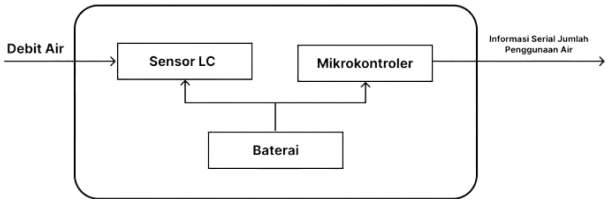

Fig 1. Diagram Blok Pengukuran Debit Air

2. Implementasi Diagram blok

Berdasarkan diagram blok pertama, controler utama pada perangkat ini adalah Microcontrol unit (MCU) STM32L431CBT6, sumber utama pada perangkat ini menggunakan baterai dengan kapasitas 3.6V dan 8Ah. Memenuhi seluruh sistem kerja, dapat dilihat dari diagram blok pada Fig 1. Debit air sebagai input akan dibaca oleh sensor Inductor Magnetic (LC), pembacaan data tersebut akan dikirimkan ke Microcontrol unit (MCU) STM32L431CBT6.

B. *End Device*

End device merupakan *Flow Meter Reading* itu sendiri. Konsep Desain yang telah di buat kemudian diimplementasikan untuk dapat melakukan pembacaan pada meteran air mekanik. Meteran air mekanik merupakan perangkat untuk membaca volume air, dengan cara volume air yang mengalir dihitung agar didapat nilai volume air yang telah digunakan. Dengan adanya meteran air mekanik, nilai tersebut bisa didapatkan karena turbin yang didorong oleh aliran air [4]. Meteran air mekanik memiliki piringan logam untuk dapat untuk pembacaan pada *Flow meter reading*, tertampil meteran air mekanik pada Fig. 1. Meteran tersebut akan dibaca dengan *flow meter reading*, dengan pembuatan desain. Berikut penjelasan bagian-bagian desain yang akan dibuat.

Fig. 1.Meteran air mekanik

1. Desain Schematic

Penelitian ini menggunakan aplikasi desain untuk menerapkan diagram blok menjadi perangkat akhir. Pengimplementasian rangkaian dibutuhkan komponen Mikrokontroler, Sensor LC, Tegangan Regulator. Komponen komponen tersebut dirangkai berdasarkan rancangan rangkaian seperti berikut.

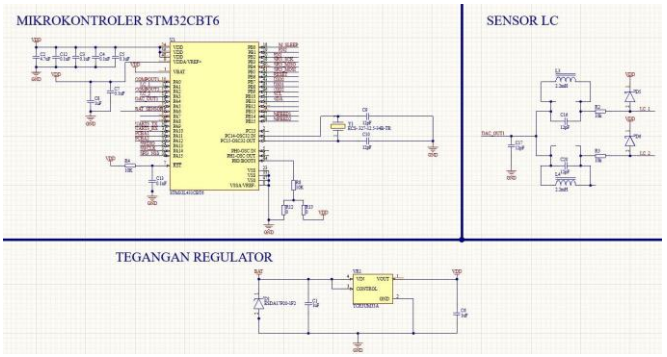

Fig 2. Schematic Desain PCB

a) Mikrokontroler

Proses pengolahan data dapat dilakukan jika alat memiliki CPU [14]. Alat membutuhkan CPU berupa mikrokontroler dengan fitur fitur yang mendukung. Mikrokontroler STM32 ARM Cortex- M merupakan mikokontroler yang diproduksi oleh STMicroelectronics dengan 32-bit RISC ARM Coretex-M processor dan memiliki clock frekuensi mulai dari 32 MHz sampai 400 MHz [5]. Pada sistem ini digunakan STM32L431CBT6 mikrokontroler yang memiliki daya sangat rendah berdasarkan inti RISC 32-bit Arm® Cortex®-M4 berkinerja tinggi yang beroperasi pada frekuensi hingga 80 MHz. Perangkat STM32L431CBT6 menyematkan memori berkecepatan tinggi (memori Flash hingga 256 Kbyte, 64 Kbyte SRAM) sehingga mampu memproses data dengan cepat namun mengkonsumsi daya yang rendah. Pada schematic dilengkapi rangkaian sistem minimum.

Rangkaian decoupling atau kapasitor bypass adalah sirkuit elektronik untuk mengurangi atau menghilangkan gangguan atau noise pada sirkuit daya. Tujuannya adalah untuk menjaga stabilitas dan kinerja perangkat elektronik dengan menyediakan jalur yang rendah resistansi dan kasitansi yang cukup menyerap noise atau fluktuasi tegangan yang dapat mempengaruhi kinerja sirkuit tersebut.

Penyaringan noise membantu menjaga sinyal sirkuit tetap bersih dan bebas dari gangguan yang dapat mempengaruhi kinerja perangkat. Stabilisasi tegangan membantu menghindari fluktuansi tegangan yang dapat menyebabkan kerusakan atau kelambatan dalam operasi komponen. Mengatasi Lonjakan Arus, Rangkaian decoupling dapat menyediakan arus yang cukup menahan lonjakan tersebut sehingga tidak merusak komponen lain dalam sirkuit. Rangkaian kristal adalah rangkaian yang digunakan untuk menghasilkan sinyal osilasi yang sangat stabil dan akurat berdasarkan resonansi dari sebuah kristal kuarsa.

b) Tegangan Regulator

Tegangan regulator yang digunakan merupakan jenis stop down dengan seri TCR3UM, TCR3UM

adalah tegangan output tunggal dengan input kontrol hidup/mati, menampilkan bias diam sangat rendah arus dan tegangan putus rendah. Regulator tegangan memiliki keluaran 3.3 V dan 300mA.

c) Sensor LC

Pada dasarnya sensor ini menggunakan 2 jenis komponen yaitu kapasitor dan induktor. Kapasitor adalah sifat dari penghandat Listrik yang ditandai denga nkemampuannya untuk menyimpan muatan Listrik, dirancang untuk menyediakan kapasitansi pada rangkaian Listrik untuk menyimpan energi dalam medan Listrik antar dua konduktro (plat) yang dipisahkan oleh media dielektrik. Induktor adalah alat elektris yang dirancang untuk menyediakan induktansi di dalam suatu rangkaian. Suatu bentuk sederhana dari inductor yaitu lilitan kawat. Induktansi diri terjadi didalam rangkaian saat kawat tersebut lurus sempurna. Akan tetapi induktansi diri pada lurus sangatlah kecil. Untuk meningkatkan induktansi, suatu inductor dipasangi suatu inti besi. Letak inti besi di dalam suatu koil mampu meningkatkan kekuatan medan magnet. Sehingga dua komponen tersebut dikombinasikan menjadi sensor LC [6].

Sensor LC adalah jenis sensor yang mendeteksi perubahan kapasitansi dengan memanfaatkan piringan logam yang terdapat pada meteran air konvensional. Kapasitansi adalah kemampuan suatu benda untuk menyimpan muatan Listrik, dan sensor kapasitif seperti sensor LC mengukur perubahan dalam kapasitansi ini untuk mendeteksi keberadaan atau pergerakan objek.

Dengan adanya piringan logam pada meteran air mekanik, menjadikan sebagai acuan pembacaan volume air, dibutuhkan sensor yang dapat mendeteksi ada atau tidaknya logam. Sensor LC inilah yang dapat mendeteksi keberadaan logam [7].

2. Desain Layout

Membuat desain layout PCB (*Printed Circuit Board*) melibatkan beberapa Langkah. Berikut Langkah yang perlu di perhatikan.

Spesifikasi PCB, tentukan ukuran dan bentuk PCB sesuai kebutuhan, dalam hal ini. Mengikuti keperluan dalam desain, karena memerlukan PCB yang *compact* sehingga desain PCB harus memiliki dimensi sekecil mungkin. Periksa Aturan desain, gunakan fitur verifikasi aturan paada perangkat lunak untuk memastikan bahwa desain memenuhi aturan dan batasan tertentu. Analisis *signale integrity*, periksa integritas sinyal dan lakukan analisis crosstalks jika diperlukan. Output Gerber Files, buat file gerber untuk produksi PCB, gerber adalah format file yang digunakan untuk produsen PCB. Sertakan dokumentasi desain seperti BOM (*Bill of Materials)* dan *assembly drawing.* Kirim File ke Produsen PCB, untuk rancang bangun perangkat ini. Produsen PCB dilakukan di JLCPCB. Layout Desain PCB tertampil pada Fig. 3

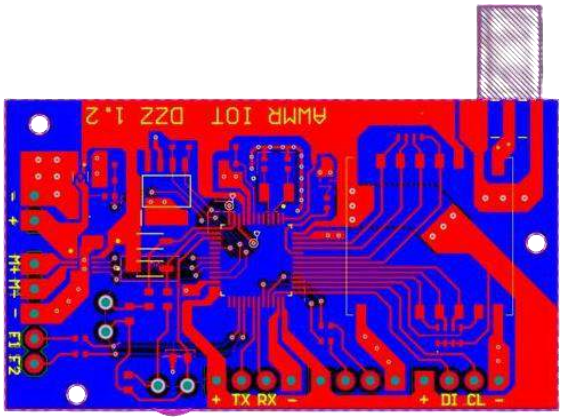

Fig 3. Layout Desain PCB

C. Implementasi Metode

1. Flowchart

Proses penting yang diperlukan oleh sensor LC untuk bisa membaca Gerakan satu putaran penuh pirinngan logam. Potongan kode ini dibagi menjadi tiga bagian penting yaitu *charge LC1, charge LC2,* dan *Sequence.*

Charge LC1 dan *charge LC2* berfungsi untuk menyimpan energi magnetic pada inductor, energi magnetic ini akan berisolasi dari inductor ke kapasitor dan Kembali lagi seterusnya sampai energi ini habis. Jika terdapat piringan logam dekat dengan inductor dalam proses *charge* ini sinyal osilasi yang diteruskan ke komparator dan yang akan dihitung oleh *timer* akan lebih teredam dibandingkan dengan yang tidak ada piringan logam di dekatnya. Sehingga bisa ditentukan status sensor LC dari hasil pulsa keluaran komparator yang dibaca oleh *timer.*

Sequence ditentukan apakah piringan logam sudah terbaca bergerak satu putaran penuh. Pada bagian kode ini urutan putaran piringan logam akan diamati. Jika piringan logam tidak bergerak sesuai dengan urutan yang telah ditentukan maka nilai error akan bertambah satu lalu ditampilkan di serial monitor begitu juga Ketika piringan logam sudah bergerak satu putaran penuh dengan urutan yang benar maka nilai counter akan ditambahkan satu dan juga ditampilkan seperti yang ditampilkan pada Fig. 4.

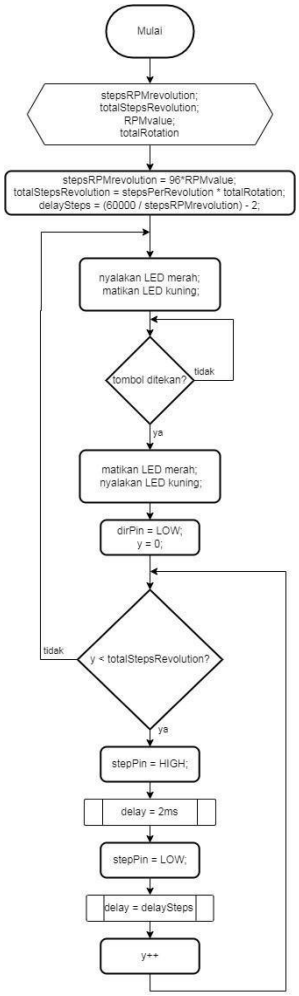

Fig 4. Flowchart

2. Skema rangkaian pengujian

Dalam pengujian ini, dibutuhkan komponen seperti mikrokontroller sebagai pemrosesan data serta menjalankan instruksi kode yang telah dibuat dan rangkaian sensor LC yang rangkaian utamanya berupa inductor dan kapasitor. Rangkaian Sensor LC dan Mikrokontroler STM32CBT6 dibuat menjadi bentuk schematic untuk mempermudah skema pengujian seperti yang ditunjukan pada Fig .5. Komponen-komponen tersebut dirangkai sedemikian rupa agar dapat bekerja membaca putaran piringan logam seperti yang ditampilkan pada Fig . 6. Merupakan Skema Rangkaian Sistem Putaran Piringan Logam.

Untuk pengujian yang lebih realistis, dibuatkan sebuah prototipe dengan tujuan menirukan putaran piringan logam pada meter air. Prototipe ini dapat mengatur kecepatan dan jumlah putaran piringan logam. Besarnya kecepatan dan jumlah putaran dapat diatur melalui program. Untuk membuatnya dibutuhkan beberapa komponen seperti Arduino nano, driver stepper a4988, motor stepper, push button dan 2 buah LED. Adapun perangkaian komponen-komponen mengikuti skema.

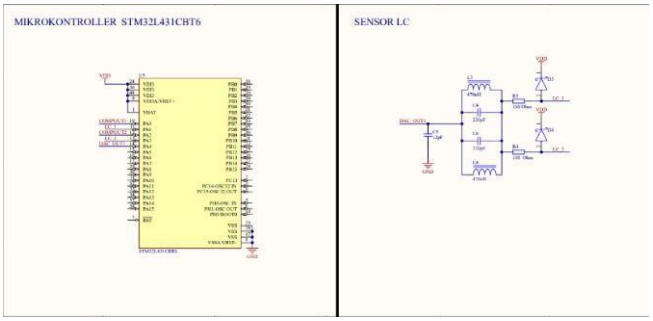

Fig 5. *Schematic* Pengujian

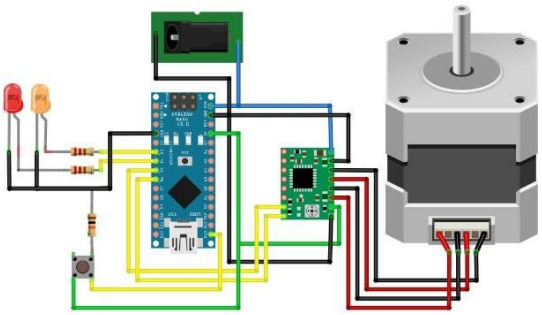

Fig 6. Skema Rangkaian Sistem Putaran Piringan Logam

III. DISKUSI DAN HASIL

Perangkat akhir dengan mensimulasikan pembacaan sensor LC terhadap motor stepper, mensimulasikan bahwa sensor LC dapat bekerja dengan membaca putaran pirigan logam sebagai perumpamaan meteran air analog seperti yang ditunjukan pada gambar Fig . 8. Hal ini bertujuan untuk menghindari kesalahan pengujian error dengan meteran air analog. Data Nilai Debit dengan Rpm ditampilkan pada TABEL 1.

TABEL. 1 Data Nilai Debit dengan Rpm

Debit(1/h)	Rpm
32-35,2	0,53-0,586
80-88	1,33-1,46
128-140,8	2,13-2,34
570,2-639,4	9,5-10,65
1157,8-1278,7	19,29-21,31
1440-1600	24-26,6
1900-2000	31,6-33,33

Pada saat pengujian UART pada mikrokontroler agar hasil pembacaan sensor LC dapat dilihat di serial monitor. Nilai akhir pembacaan akan dibandingkan dengan nilai jumlah putaran yang sudah di program pada motor stepper. Perbedaan putaran yang tercatat akan digunakan untuk mengukur besar error sensor LC pada setiap variasi kecepatan putaran yang berbeda-beda.

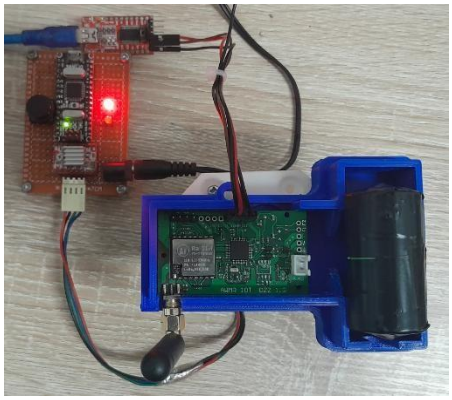

Fig 8. Implementasi pengujian Sensor LC

Hasil pengujian yang telah dilakukan untuk melihat keakuratan dari hasil pembacaan sensor LC terhadap meteran air analog. Nilai eror didapat dari hasil pembacaan sensor LC dikurangi dengan jumlah putaran tetap yang sudah diprogram dibagi dengan jumlah putaran dan dikalikan 100%. Nilai keakuratan bisa dinilai dari *error* pembacaan dengan persamaan seperti yang ditunjukan pada Fig. 9. Rumus nilai error pembacaan Sensor LC.

$$error = \frac{nilai\ pembacaan\ sensor\ LC - 100}{100}\ x\ 100\%$$

Fig 9. Rumus nilai error pembacaan Sensor LC

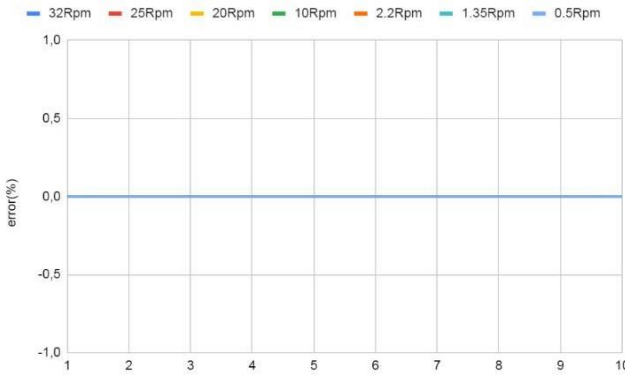

Fig 10. Hasil pengujian pengukuran volume air

Hasil pengujian pada Fig .10. Menunjukkan nilai error yang didapat besarnya 0% pada semua nilai tes Rpm yang diuji. Hal ini disebabkan oleh nilai tes Rpm uji yang lambat dan program pembacaan sensor LC. Program yang dibuat untuk pengujian ini mengatur sensor LC membaca piringan logam hampir 500 kali/detik. Dengan jumlah sampling sebanyak ini maka kondisi uji Rpm yang kecil tidak akan menunjukkan besar error sensor LC. Bahkan dengan sampling 10kali/detik nilai error yang didapatkan masih 0%. Selain itu banyaknya sinyal pulsa yang dibaca untuk mendeteksi ada tidaknya piringan logam sangat stabil, karena penempatan posisi sensor yang tepat diatas piringan logam.

IV. KESIMPULAN

Seluruh sistem berfungsi sebagaimana mestinya, sesuai dengan pengujian yang dilakukan. Fakta bahwa pembacaan meteran air analog konvensional dengan sensor Inductor dan Kapasitor merupakan hal yang bagus untuk langkah pengembangan berbasis IoT. Dengan nilai kesalahan yang dibaca 0% membuktikan bahwa tidak akan mengganggu kesalahan error pada meteran air analog konvensional.

V. REFERENSI

[1] D. P. A. R. Hakim, A. Budijanto, and B. Widjarnarko, “Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID.” pp. 13(6): 391–399., 2015.

[2] A. A. Ramadhan and N. N. Fazila, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Meteran Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Berbasis IOT,” 2021, [Online]. Available: http://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/376/1/PA21_AdamRamadhan_NilaFazila.pdf

[3] Anggi Hermawan, Aris Sunawar, and Nur Hanifah Y, “Rancang Bangun Pembuat Layout PCB Otomatis Berbasis Android,” *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 7–12, 2020, doi: 10.21009/jevet.0052.02.

[4] S. Guo, Z. Yang, Y. Zhu, F. Wang, N. Zhao, and L. Fang, “Analysis of blade structure impact on turbine flow sensor performance,” *Flow Meas. Instrum.*, vol. 81, no. February, p. 102011, 2021, doi: 10.1016/j.flowmeasinst.2021.102011.

[5] H. Ashari and M. Zakarijah, “STM32 ARM Cortex-M Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler,” *J. Elektron. Pendidik. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 1, pp. 10–18, 2019.

[6] P. W. Marpaung, M. A. Murti, and M. Ramdhani, “Desain Dan Implementasi L-C Meter Berbasis Pc,” *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, no. January 2007, pp. 16–2007, 2007.

[7] D. Y. Chen, L. Dong, and Q. A. Huang, “PT-Symmetric LC Passive Wireless Sensing,” *Sensors*, vol. 23, no. 11, 2023, doi: 10.3390/s23115191.