

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE SMART WATER MONITORING* PELANGGAN AIR PDAM BERBASIS IOT

Geovanny Edvan Marcelino¹, Tulus Halomoan Tampubolon², Samaria Chrisna HS³

Teknik Elektronika^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

geovannyedvanmarcelino@students.polmed.ac.id¹,

tulushalomoantampubolon@students.polmed.ac.id², samariachrisna@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Laporan akhir penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan alat yang dapat memantau air secara otomatis, yang dapat digunakan untuk menghitung limpasan air serta tarif pemakaiannya sesuai standarisasi PDAM Tirtanadi, juga memantau salinitas dan kejernihan air. Fitur pemantauan air otomatis ini dipantau oleh *Firebase* menggunakan sensor deteksi untuk mengetahui level, kejernihan, dan volume drainase air yang digunakan. Penelitian ini mengadopsi metode untuk merancang dan menguji *hardware* dan *software* untuk mewujudkan pemantauan air otomatis berbasis IoT. *Hardware* yang dirancang meliputi pengontrol utama dengan ESP32, dengan sensor *Waterflow* sebagai pengukur aliran air yang keluar, sensor TDS untuk mengukur salinitas air, sensor *Turbidity* sebagai pemantau kejernihan air. Nilai sensor diperlihatkan pada LCD dan *Firebase* Server. *Software* yang digunakan pada setiap bagiannya menggunakan program Arduino IDE dan *Firebase* sebagai pemantauannya.

Kata Kunci : Volume Air, TDS, *Turbidity*, *Firebase*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan salah satu unsur penting bagi kelangsungan hidup makhluk hidup, khususnya manusia. Air mempunyai berbagai macam fungsi, antara lain tidak hanya air minum tetapi juga toilet (mandi, cuci, WC). Air bersih sangat penting bagi kehidupan manusia. Penggunaan air bersih dari PDAM harus terus diawasi karena berdampak pada kehidupan banyak orang (Diharja, Setiawan, & Handini, 2021).

Pemakaian air di musim mudik ini secara langsung berpengaruh bagi pelanggan PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). Meskipun jumlah pemakaian air menurun secara drastis, tagihan air dari PDAM tidak mengalami penurunan yang proporsional. Bahkan, dalam beberapa kasus, tagihan air malah bertambah, meskipun penggunaan air sebenarnya tidak sebanyak sebelumnya. Fenomena ini menunjukkan ketidaksesuaian antara penggunaan air dengan jumlah pemakaian yang sebenarnya. Meteran air PDAM juga memiliki keran yang harus diputar secara manual, dan jika terjadi kebocoran atau konsumsi berlebihan, air akan terus mengalir hingga pengguna menutupnya. Mengenai kualitas air yang masuk, meteran air PDAM tidak dapat menampilkan kualitas air yang masuk, sehingga air yang berkualitas buruk juga mengalir ke tangki penyimpanan air rumah Anda.

Pelanggan PDAM Air perlu mengatasi masalah ini. Mengembangkan sistem pemantauan air cerdas menggunakan IoT untuk pelanggan air PDAM untuk mengurangi biaya penggunaan dan perlu memantau kualitas air PDAM untuk dapat dipergunakan secara layak untuk keperluan harian.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang alat Smart Water Monitoring Pelanggan Air PDAM Berbasis IoT dan juga mengetahui cara kerja alat Smart Water Monitoring Pelanggan Air PDAM Berbasis IoT serta mengetahui dan menampilkan data volume air, kejernihan air, dan kadar garam air, serta jumlah tagihan air yang terdeteksi dari alat pendeteksi ke *Firebase*.

TINJAUAN PUSTAKA

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)

Perusahaan Daerah Air Minum adalah usaha lokal yang masuk dalam kategori penyedia layanan komersial dan mempunyai misi menyediakan air bersih bagi warga di komunitasnya. Biaya penggunaan air bervariasi tergantung pada tarif dan volume air yang digunakan. Golongan tarif air PDAM biasanya dibedakan berdasarkan beberapa faktor seperti jumlah konsumsi, ukuran rumah, atau tingkat ekonomi pengguna (Cosham & Hopkins, 2004). Berikut adalah perbedaan umum antara golongan RT1, RT2, dan RT3:

Golongan Rumah Tangga: RT1: Rp 0,26/m³
RT2: Rp 0,60/m³
RT3: Rp 1,000/m³

Perhitungan biaya pemakaian air ditunjukkan dibawah ini:

$$\text{Total Biaya (Rp)} = \text{Volume air (m}^3\text{)} \times \text{Tarif (Rp)}$$

Arduino IDE

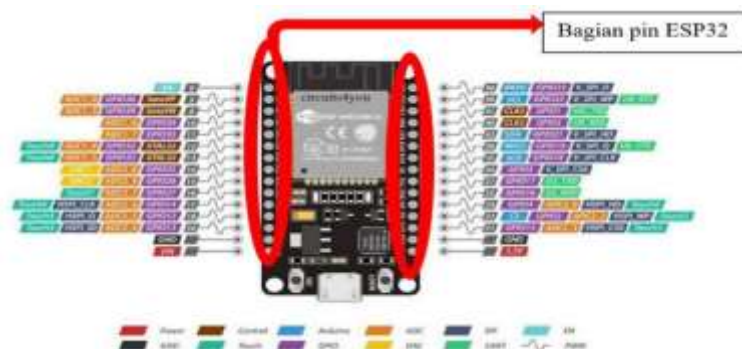
Istilah *Internet of Things* (IoT) diperkenalkan pada presentasi tahun 1999 oleh Kevin Ashton, salah satu pendiri dan direktur eksekutif *Center for Automated ID* di *6 Massachusetts Institute of Technology* (MIT). *Internet of Things* (IoT) merupakan tren baru dalam dunia teknologi dan akan menjadi salah satu berita besar di masa depan. IoT adalah sebuah konsep yang dirancang untuk memperluas manfaat konektivitas internet yang selalu aktif (Meutia, 2015). IoT memungkinkan objek fisik dunia nyata untuk berkomunikasi satu sama lain menggunakan kemampuan pengumpulan data. Hal ini memungkinkan IoT digunakan untuk tujuan lain, seperti mengumpulkan data menggunakan sensor yang dapat diakses dari jarak jauh atau mengendalikan objek lain di suatu lokasi (Haras & Skotnicki, 2018).

Firestore

Firestore adalah platform yang membantu membuat aplikasi berkualitas tinggi yang berfokus pada penggunaan cepat. *Firestore* terdiri dari fitur tambahan yang dapat digabungkan sesuai kebutuhan (Google). *Firestore* mendukung pengembangan dan pengelolaan aplikasi seperti *database real-time*, autentikasi pengguna, penyimpanan file, *hosting web*, dan analitik (Payara & Tanone, 2018).

NodeMCU ESP32

ESP32 yang diperkenalkan oleh struktur espressif merupakan pengganti mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ini sudah memiliki modul Wi-Fi yang terpasang di dalamnya, sehingga sangat membantu untuk mengembangkan arsitektur perangkat lunak *Internet of Things*. Pada gambar 1 yang ditandai lingkaran merah, terdapat pin dari ESP32. Pin ini dapat digunakan sebagai *input* atau *output* untuk menjalankan motor DC, perlengkapan penerangan, atau layar kristal cair. Mikrokontroler SoC (*device on chip*) terintegrasi, ESP32 dilengkapi dengan Wi-Fi 802.11 b/g/n, *Bluetooth* 4.2. ESP32 merupakan *chip* yang berfungsi penuh yang dapat menggantikan Arduino karena memiliki GPIO (*General Purpose Input/Output*) dan prosesor (Setiawan, Jaya, Nurarif, Syahputra, & Syahril, 2022).



Gambar 1. NodeMCU ESP32 Beserta Pinnya

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan kegiatan pada penelitian Rancang Bangun *Prototype Smart Water Monitoring* Pelanggan Air PDAM Berbasis IoT secara keseluruhan diperlihatkan pada *fishbone* diagram gambar 2.



Gambar 2 *Fishbone* Diagram
Sumber: Geovanny Edvan, 2024

Secara keseluruhan penelitian yang dilakukan berdasarkan *Fishbone* diagram tersebut di atas disesuaikan dengan kebutuhan pelaksanaan penelitian. *Fishbone* diagram dimaksudkan untuk membantu pembaca dan peneliti mengerjakan setiap bagian. Penelitian dilakukan dengan merakit rangkaian sesuai desain aplikasi Proteus, menguji desain rakitan, dan melakukan analisis terhadap pengujian yang dilakukan.

Lokasi Penelitian

Penelitian Rancang Bangun *Prototype Smart Water Monitoring* Pelanggan Air PDAM dilakukan di Laboratorium Program Studi Elektronika Politeknik Negeri Medan.

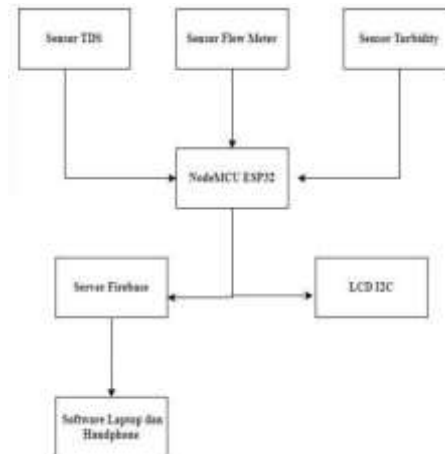
Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Parameter pengukuran dan pengamatan pada penelitian ini dilakukan dengan merancang rangkaian menggunakan aplikasi Proteus, memprogram Bahasa program dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE, selanjutnya merangkai rancangan dan melakukan pengujian pada rangkaian untuk memperoleh alat yang bekerja sebagai pemantau air secara otomatis dengan ESP32 sebagai mikrokontroler.

Model Penelitian

Model penelitian ini bersifat eksperimental yang dapat dilakukan dengan merencanakan, merangkai, menguji selanjutnya mengamati dan menganalisa data yang diperoleh berdasarkan rancangan. Data yang dianalisis berupa tingkat kekeruhan dan kejernihan air PDAM dari hasil pembacaan sensor *Turbidity* dan TDS, dan juga pemantauan pemakaian air berdasarkan tarif harga PDAM dari hasil pembacaan sensor *Waterflow* yang nantinya ditampilkan pada LCD 2x16 I2C dan Firebase dengan perintah dari ESP32.

Rancangan Penelitian



Gambar 3 .Diagram Blok Penelitian
Sumber: Geovanny Edvan, 2024

Adapun fungsi dari masing-masing diagram blok pada gambar 3 tersebut adalah:

a. *Input*

Input adalah bagian masukan yang akan diproses. Input yang digunakan adalah *Waterflow* sensor, sensor TDS, dan sensor *turbidity* dengan ESP32 sebagai mikrokontroler.

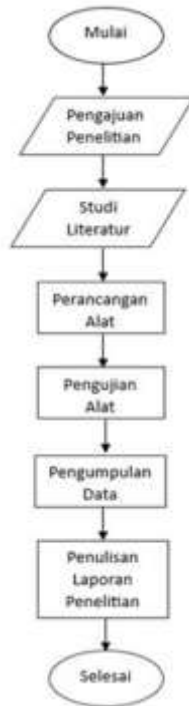
b. *Proses*

Proses adalah bagian yang mengelola data input menjadi *output*. Untuk melakukan pemrosesan tersebut dikelola oleh ESP32 yang mengelola *input Waterflow sensor*, sensor TDS, dan sensor *turbidity*. Pemrosesan output oleh ESP32 berupa menampilkan data sensor pada lcd 16x2 i2c dan mengupload data pada *database* Firebase lalu data tersebut akan di kirimkan pada aplikasi yang telah dibuat menggunakan *shortcut* Firebase di *android*.

c. *Output*

Output pada alat ini menampilkan data sensor ke lcd 16x2 i2c dan aplikasi *shortcut* Firebase.

Berdasarkan blok diagram maka pelaksanaan penelitian dilakukan menurut diagram alir seperti diperlihatkan gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir
Sumber: Geovanny Edvan, 2024

Alur metode diagram alir dijelaskan di bawah ini.

1. Penelitian kepustakaan adalah pengumpulan informasi mengenai teori atau data yang berkaitan dengan judul penelitian.
2. Perancangan alat, proses merancang suatu penelitian.
3. Alat uji, artinya, proses pengujian hasil desain yang dibuat dan pengujian setiap bagian dari blok desain.
4. Pengumpulan data adalah proses pengumpulan data dari pengujian yang dilakukan. Modul NodeMCU ESP32 digunakan untuk mengirimkan data yang terdeteksi oleh sensor dan ke aplikasi situs web.
5. Membuat laporan penelitian, artinya, menguraikan hasil pengujian alat, mengumpulkan data, dan merangkum kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian dalam sebuah laporan.

Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data pembuatan alat laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Observasi, Mengumpulkan data-data dengan cara pengamatan langsung dan memahami ruang lingkup permasalahan dari alat yang akan dibuat dengan mengamati cara kerja dari bahan-bahan yang akan diigunakan.
- b. Studi Pustaka, Mengumpulkan data-data tentang bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat alat tersebut, dilakukan dengan cara mencari refrensi dari jurnal dan buku yang dapat menunjang pengumpulan data tersebut.
- c. Wawancara, Mengumpulkan data tentang alat dan permasalahan dari alat tersebut dengan cara melakukan wawancara terhadap orang yang dianggap kompeten dan mampu menjelaskan permasalahan yang dihadapi kepada penulis.

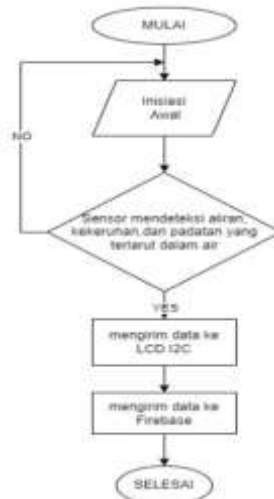
Metode Pengujian Alat

Pengujian dilakukan setelah program selesai dan pada setiap blok diagram dilakukan pengujian secara langsung untuk memastikan tidak adanya lagi kesalahan pada setiap blok. Selanjutnya blok tersebut dihubungkan secara keseluruhan dan diamati secara langsung kinerja dari pemantau air otomatis

tersebut. Dengan langsung menggunakan air PDAM dalam proses pengujian agar bisa dilihat secara langsung tingkat kekeruhan kejernihan, serta volume air mengalir saat alat menyala. Dimana nantinya hasil pembacaan sensor dapat diamati melalui layar LCD dan aplikasi *shortcut* Firebase.

Metode Pengolahan/Analisa Alat

Flowchart merupakan alur kerja atau proses dari suatu alat, *flowchart* pada alat ini diperlihatkan pada gambar 5.

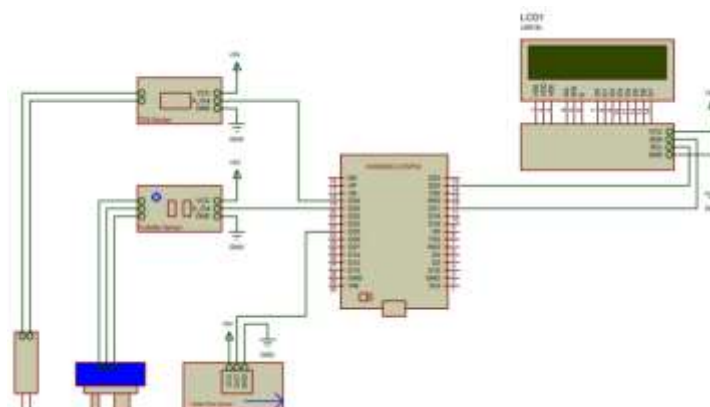


Gambar 5. *Flowchart* Sistem
Sumber: Geovanny Edvan, 2024

Adapun penjelasan dari *flowchart* tersebut adalah saat rangkaian dihubungkan dengan arus listrik maka semua komponen dalam kondisi aktif. Sistem melakukan inisialisasi awal. Pada tahap ini, NodeMCU ESP32 dan semua sensor (*flow* meter, kekeruhan, dan TDS) diaktifkan dan siap untuk mengumpulkan data. Sensor-sensor yang terhubung ke NodeMCU ESP32 mulai mengukur parameter yang diperlukan: aliran air, kekeruhan air, dan jumlah padatan terlarut (TDS). Jika data berhasil dideteksi dan dikumpulkan oleh sensor, proses berlanjut ke langkah berikutnya. Jika sensor berhasil mendeteksi parameter air, data tersebut dikirimkan ke LCD I2C untuk ditampilkan. Informasi yang ditampilkan mencakup jumlah air yang digunakan, tingkat kekeruhan, dan nilai TDS. Data yang telah dikumpulkan oleh sensor juga dikirimkan ke server Firebase. Firebase berfungsi sebagai *database cloud* yang menyimpan data secara *realtime* dan memungkinkan akses dari aplikasi *shortcut android*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan penelitian berupa skema rangkaian pada masing-masing blok seperti yang diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Rancangan Rangkaian Keseluruhan Aplikasi Proteus

Rangkaian yang diperlihatkan pada gambar 6, selanjutnya direalisasikan dan diperoleh hasil penelitian berupa pemantauan air otomatis berbasis IoT pada gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. Realisasi Rancangan Prototype



Gambar 8. Realisasi Hasil Rancangan Keseluruhan

Keterangan :

- A : TDS Module
- B : Turbidity Module
- C : ESP32
- D : TDS Sensor
- E : Waterflow Sensor
- F : Turbidity Sensor

Alat ini tidak akan dapat bekerja tanpa adanya sebuah program yang dibuat untuk mendukungnya, program Arduinonya dibuat menggunakan sebuah aplikasi yaitu aplikasi Arduino IDE. Setelah program selesai dibuat di aplikasi Arduino IDE dan tidak ada lagi kesalahan/error, maka program tersebut akan di upload ke modul ESP32. Setelah program selesai di upload, maka sistem sudah bisa untuk dijalankan. Pengujian program pada Arduino IDE diperlihatkan pada gambar 9.



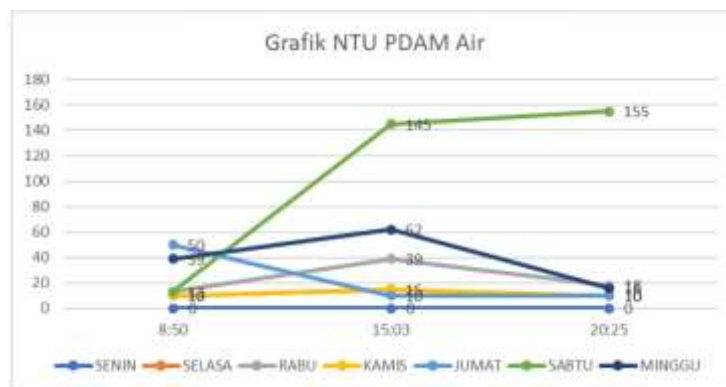
Gambar 9. Pengujian Program Arduino IDE

Hasil Uji Coba Pemantauan Air Otomatis

Data hasil uji coba alat yang meliputi hasil pengukuran pada sensor *Waterflow*, TDS, *Turbidity* dan tarif harga pada air PDAM. Hasil Pengukuran Kekeruhan di perlihatkan secara realtime dengan melakukan pengujian dengan air PDAM secara berkala selama 6 hari penuh di jam delapan pagi, tiga sore, dan delapan malam. Hasil Pengujian dapat dilihat di tabel 1 dan gambar grafik 10 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekeruhan dan Kejernihan

Pengujian		Turbidity		TDS	
Hari	Waktu	NTU	Status	Kdr. Garam	Status
Selasa	08.00	10.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
	15.00	15.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
	20.00	10.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
Rabu	08.00	13.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
	15.00	39.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
	20.00	18.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
Kamis	08.00	10.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
	15.00	15.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
	20.00	10.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
Jumat	08.00	50.00	Kotor	3.05	Sangat Baik
	15.00	10.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
	20.00	10.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
Sabtu	08.00	13.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
	15.00	147.00	Sangat Kotor	3.05	Sangat Baik
	20.00	155.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik
Minggu	08.00	39.00	Kotor	3.05	Sangat Baik
	15.00	62.00	Sangat Kotor	3.05	Sangat Baik
	20.00	16.00	Sangat Baik	3.05	Sangat Baik



Gambar 10. Grafik Hasil Kekeruhan Air PDAM

Tabel 2. Hasil Pengukuran Volume Air beserta Biaya Pemakaian

No	Aliran Air	Waktu (s)	Waterflow (m ³)	Biaya Pemakaian
1	Deras	30	3.97	Rp. 103
2	Sedang	30	3.19	Rp. 83
3	Kecil	30	2.98	Rp.77

Pembahasan

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan

kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum. Tingkat kekeruhan yang diizinkan yang merupakan bersumber dari instansi PDAM sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum bahwasanya Tingkat kekeruhan yang wajib dipenuhi tidak melebihi kadar maksimum 25 NTU, tidak berbau dan tidak berasa. Berdasarkan pengujian diatas, alat *Smart Water Monitoring* bekerja dengan sempurna sesuai yang diharapkan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dibuat, maka penulis mengambil beberapa simpulan tentang bagaimana cara merancang alat pemantauan air otomatis berbasis IoT untuk pelanggan Air PDAM dilakukan dengan merancang blok digaram, merancang skema rangkaian terlebih dulu di proteus, dan merancang perangkat lunak dengan melisting program di Arduino IDE. Tentang bagaimana cara mengukur sensor kekeruhan berdasarkan tingkat kekeruhan yang diijinkan dilakukan dengan menyesuaikan nilai yang sesuai standarisasi PDAM melalui Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum, kemudian dilakukan kalibrasi tegangan melalui potensio yang terdapat di modul *turbidity*. Tentang bagaimana cara membuat *Turbidity* Sensor dengan kode Arduino dilakukan dengan menginstal Arduino IDE terlebih dahulu, kemudian memahami *code* program dasar *Turbidity* sensor lalu memasukkan program kedalam program inti seperti di lampiran 1, terdapat *code program LCD dan Firebase*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cosham, A., & Hopkins, P. (2004). *An overview of the pipeline defect assessment manual (PDAM)*. Paper presented at the 4th international pipeline technology conference.
- Haras, M., & Skotnicki, T. (2018). Thermoelectricity for IoT—A review. *Nano Energy*, 54, 461-476.
- Payara, G. R., & Tanone, R. (2018). Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 4(3), 397–406-397–406.
- Setiawan, D., Jaya, H., Nurarif, S., Syahputra, T., & Syahril, M. (2022). Implementasi Esp32-Cam Dan Blynk Pada Wifi Door Lock System Menggunakanteknik Duplex. *Journal of Science and Social Research*, 5(1), 159-164.