

SISTEM MONITORING VOLUME, TEKANAN, DAN SUHU AIR PDAM BERBASIS INTERNET OF THINGS



SALSABILA

H021191032



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**SISTEM MONITORING VOLUME, TEKANAN, DAN SUHU AIR PDAM
BERBASIS INTERNET OF THINGS**

SALSABILA

H021191032



DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

**SISTEM MONITORING VOLUME, TEKANAN, DAN SUHU AIR PDAM
BERBASIS INTERNET OF THINGS**

SALSABILA

H021191032

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Fisika

Program Studi Fisika

pada

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI
SISTEM MONITORING VOLUME, TEKANAN, DAN SUHU AIR PDAM
BERBASIS INTERNET OF THINGS

SALSABILA

H021191032

Skripsi

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Fisika pada 9 Oktober 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Fisika
Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing tugas akhir,



Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 196705201994031002

Mengetahui:
Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 196705201994031002

**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "SISTEM MONITORING VOLUME, TEKANAN, DAN SUHU AIR PDAM BERBASIS INTERNET OF THINGS" adalah benar karya saya dengan arahan dari Bapak Prof. Dr. Arifin M.T., sebagai Pembimbing. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 9 Oktober 2024



Salsabila
NIM H021191032

Ucapan Terima Kasih

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji bagi dan syukur Allah *Subhanahu wa ta'ala*, karena dengan izin dan rahmat-Nya, penyusunan skripsi yang berjudul “Sistem Monitoring Volume, Tekanan, Dan Suhu Air PDAM Berbasis Internet Of Things” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin dapat dirampungkan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi wa Sallam*, keluarga, para sahabat, *tabi'in dan atbaut tabi'in* yang senantiasa mencintai Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi wa Sallam*.

Penulis telah menjalani proses yang cukup panjang untuk menyelesaikan skripsi ini dengan berbagai kendala yang ada. Banyak hambatan yang dihadapi dalam penyusunannya. Walaupun demikian, atas Izin dan kehendak Allah *Subhanahu wa ta'ala*, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari doa, dukungan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan rasa syukur dan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. **Kedua orang tua** yang telah memberikan cinta, kasih sayang, doa, dukungan, materi, nasehat, dan segala-galanya hingga saat ini. Karya ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* senantiasa melimpahkan perlindungan, keberkahan dalam setiap langkah, serta kesehatan untuk hidup lebih lama.
2. Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T.**, selaku pembimbing utama dan ketua Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi telah sabar dan tulus meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk membimbing, mengarahkan dan memberi motivasi dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih juga telah mengadakan berbagai kegiatan laboratorium yang menyenangkan sebagai sarana memperoleh ilmu. Semoga kebaikan dan dedikasi yang telah ditunjukkan mendapat balasan yang setimpal.
3. Bapak **Eko Juarlin, S.Si, M.Si.**, selaku pembimbing pertama yang telah sabar dan tulus meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk membimbing, mengarahkan dan memberi motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc.**, dan Bapak **Bannu, S.Si, M.Si**, selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun dalam penyempurnaan penulisan skripsi.
5. Semua **Dosen Pengajar Departemen Fisika** Fakultas MIPA universitas Hasanuddin yang telah membagikan dan mengajarkan ilmunya kepada penulis selama perkuliahan. Semoga apa yang diberikan menjadi Amalan jariyah.
6. Laboran Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Bapak **Syukur Polanunu, S.T**, yang senantiasa membantu mahasiswa di laboratorium dan di lapangan. Terima kasih telah membantu dalam menyediakan dan mengkalibrasi alat penelitian, mengajak mahasiswa untuk berlibur dan bersenang-senang, serta memberi nasehat dan motivasi dalam melakukan praktikum dan penyelesaian skripsi. Bantuan tersebut sangat berarti dan telah membuat proses penelitian ini menjadi lebih lancar dan menyenangkan. Semoga kebaikan dan dedikasi yang telah ditunjukkan mendapat balasan yang setimpal.

7. Ibu **Ida Laila S.Si, M.Si** yang telah menjadi 'konsultan' bagi mahasiswa dan asisten dalam mengambil langkah dalam proses penelitian dan melakukan praktikum.
8. Staff Pegawai Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin terutama staff Departemen Fisika: **Ibu Rana** dan **Ibu Evi** yang telah membantu selama perkuliahan khususnya berbagai proses persuratan.
9. Saudara penulis, kakak **Nabila Choirunnisa S.S**, adik **Muhammad Kahlil Gibran** dan **Salwa Ramadhani**, yang telah memberi dukungan emosional, materi serta menghibur dalam kesulitan penyusunan karya ini.
10. **Akhwat Pengurus Mushalla Istiqamah 1443 H** 'ukhty gue fillah' yang senantiasa mengingatkan penulis untuk beramal baik, mengingat Allah *Subhanahu wa ta'ala*, dan istiqamah berada di jalan yang lurus.
11. **Nur Annizah Alimuddin, A. Nur Aulia Azhar, Fadhilah Sari**, dan **Nurul Insani** yang setiap saat menghibur di tengah keluh kesah proses penelitian.
12. **Sri Hasniah, Suci Ramadani, Wahyuni Putri Adeningsih, Nuraeni, Nabila A. R. Lamaniu, Sintiche Ramba Matande, Hartini Musdalifa** yang telah memberikan arahan dan berbagi ilmu dalam perkuliahan serta melakukan penelitian.
13. Teman-teman **Madona (Andi Fitriani, Widya Astuti, Ririn An-Nur, Jasmine K. P. Anjhani, Gisela Gerard, Mutiara Fatimah Azahra, Nurkhaerati Amir)** dan teman-teman laboratorium material (**Nurafikasari Siregar, Yoriska Patricia, Gunawan, Stania Marsela, Enjelin, Maria, Rati B**) yang mewarnai masa-masa perkuliahan penulis.
14. Teman-teman **ELINS 2019** yang membersamai dan menjadi teman *sharing* penulis pada masa perkuliahan, yang membantu ketika kesulitan dalam memahami materi maupun tugas.
15. Teman-teman **Fisika 2019** yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu yang telah bersama-sama menghadapi segala lika-liku perkuliahan.
16. Kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan doa, semangat serta dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya masukan dan saran yang membangun dari berbagai pihak.

Makassar, 9 Oktober 2024

Salsabila

Abstrak

SALSABILA. **SISTEM MONITORING VOLUME, TEKANAN, DAN SUHU AIR PDAM BERBASIS INTERNET OF THINGS** (dibimbing oleh Arifin).

Pertumbuhan populasi yang pesat meningkatkan kebutuhan akan air tawar dan secara signifikan memengaruhi baik kuantitas maupun kualitas sumber daya air melalui berbagai perubahan global. Pengelolaan air yang tidak optimal dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia serta keseimbangan ekosistem. Salah satu masalah yang dihadapi adalah metode tradisional dalam membaca meteran air secara manual, yang dilakukan setiap bulan, sehingga konsumen tidak memiliki akses informasi mengenai konsumsi air secara harian. Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini merancang dan mengembangkan sistem pemantauan penggunaan air yang terdigitalisasi. Sistem ini mengintegrasikan beberapa sensor untuk mengukur volume, tekanan, dan suhu air, serta memprediksi tagihan air. Sensor-sensor yang digunakan telah dikalibrasi, dengan akurasi mencapai 98,14% untuk sensor aliran air YF-S201, 98,50% untuk sensor tekanan WPT-83G-EGG4, dan 99,46% untuk sensor suhu DS18B20. Pengujian sistem pemantauan dilakukan selama tiga hari, dengan hasil yang memuaskan. Data yang diperoleh dari sensor kemudian dikirim ke *platform* ThingSpeak melalui modul WiFi NodeMCU ESP8266 berbasis internet.

Kata Kunci: YF-S201; WPT-83G; DS18B20; sensor; IoT; ThingSpeak; volume air; tekanan air; suhu air.

Abstract

SALSABILA. INTERNET OF THINGS (IOT)-BASED MONITORING SYSTEM FOR WATER VOLUME, PRESSURE, AND TEMPERATURE IN REGIONAL DRINKING WATER COMPANIES (PDAM) (supervised by Arifin).

Rapid population growth has led to an increased demand for freshwater and has significantly influenced both the quantity and quality of water resources through various global changes. Inadequate water management practices can have adverse effects on human health and disrupt ecosystem integrity. One key challenge is the reliance on traditional manual water meter readings, typically conducted on a monthly basis, which limits consumers' access to daily water consumption data. In response to this issue, this study proposes the design and development of a digitized water usage monitoring system. The system employs a combination of sensors to measure water volume, pressure, and temperature, as well as to provide water bill estimates. The sensors were calibrated to ensure precision, yielding accuracies of 98.14% for the YF-S201 flow sensor, 98.50% for the WPT-83G-EGG4 pressure sensor, and 99.46% for the DS18B20 temperature sensor. The system was evaluated over a three-day period, demonstrating effective performance. Measurement data collected by the sensors were transmitted to the ThingSpeak *platform* via the NodeMCU ESP8266 WiFi module, leveraging internet connectivity.

Keywords: YF-S201; WPT-83G; DS18B20; sensor; IoT; ThingSpeak; water volume; water pressure; water temperature.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGAJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
Ucapan Terima Kasih.....	v
Abstrak	vii
Abstract	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar Belakang.....	14
1.2 Landasan Teori.....	15
1.2.1 Perusahaan Daerah Air Minum.....	15
1.2.2 Sensor	16
1.2.3 Arduino Uno	18
1.2.4 Modul WiFi NodeMCU ESP8266	19
1.2.5 ThingSpeak	19
1.3 Ruang Lingkup.....	20
1.4 Rumusan Masalah.....	20
1.5 Tujuan Penelitian	21
BAB II METODOLOGI PENELITIAN	22
2.1. Waktu dan Tempat Penelitian	22
2.2. Peralatan Penelitian.....	22
2.3. Tahapan Penelitian.....	22
2.4. Perancangan Sistem Keseluruhan	24
2.4.1. Perancangan Perangkat Keras	24

2.4.2.	Perancangan Perangkat Lunak.....	25
2.5.	<i>Flowchart</i> Sistem Kerja Alat.....	26
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
3.1.	Kalibrasi Sensor.....	27
3.2.1	Kalibrasi Sensor Aliran Air (YF-S201).....	27
3.2.2	Kalibrasi Sensor Tekanan (WPT-83G-EGG4)	27
3.2.3	Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20	28
3.2.	Hasil Perancangan Alat	29
3.2.1.	Hasil Perancangan Perangkat Keras	29
3.2.2.	Hasil Perancangan Perangkat Lunak.....	29
3.3.	Hasil Pengujian Sistem.....	31
BAB IV PENUTUP		35
4.1.	Kesimpulan	35
4.2.	Saran	35
DAFTAR PUSTAKA.....		36
LAMPIRAN.....		39

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Sensor YF-S201 [12]	16
2. Sensor tekanan WPT-83G-EGG4 [18]	17
3. Sensor suhu DS18B20 [20]	18
4. Arduino Uno [23]	19
5. NodeMCU ESP8266 [25]	19
6. Tampilan layar ThingSpeak [23]	20
7. Tahapan Penelitian	23
8. Skema rangkaian sistem pemantauan penggunaan air rumah tangga	24
9. Skema rangkaian perangkat keras sistem	25
10. Diagram blok perangkat lunak sistem	25
11. Bagan alir sistem kerja sistem alat	26
12. Grafik linieritas sensor aliran air (YF-S201) terhadap meteran air	27
13. Hubungan sinyal ADC sensor dengan tekanan	28
14. Grafik perbandingan sensor suhu (DS18B20) dengan termometer	28
15. Ilustrasi perangkat keras	29
16. Tampilan perangkat keras	29
17. Tampilan data pada <i>platform</i> ThingSpeak di telepon cerdas.	30
18. Tampilan data pada <i>platform</i> ThingSpeak komputer	31
19. Hasil pengukuran volume	31
20. Penggunaan air per hari	32
21. Estimasi tagihan	32
22. Hasil pengukuran tekanan air pada pipa	33
23. Hasil pengukuran suhu	34

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Golongan tarif biaya pemakaian air PDAM	15
2. Spesifikasi sensor aliran air	17
3. Spesifikasi sensor tekanan	17
4. Spesifikasi sensor suhu DS18B20	18

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
1. Program pada Arduino Uno untuk menjalankan sistem dan mengirim data ke NodeMCU ESP8266	39
2. Program pada NodeMCU ESP8266 untuk menerima data dan mengirim ke ThingSpeak.....	41
3. Data kalibrasi sensor suhu	43
4. Data kalibrasi sensor aliran air	46
5. Tabel perbandingan nilai ADC sensor tekanan dengan pressure gauge....	47
6. Data kalibrasi sensor tekanan	48
7. Hasil pengambilan data hari pertama	49
8. Hasil pengambilan data hari kedua	56
9. Hasil pengambilan data hari ketiga.....	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah kebutuhan yang sangat penting bagi populasi makhluk hidup di planet ini. Seiring meningkatnya pertumbuhan populasi manusia, kebutuhan air juga meningkat. Pertumbuhan populasi meningkatkan permintaan air tawar dan juga memengaruhi kuantitas dan kualitas air tawar dalam berbagai cara melalui perubahan global [1,2].

Sumber daya air di Indonesia menyumbang hampir 6% dari total air di dunia atau sekitar 21% dari wilayah Asia-Pasifik. Namun, saat ini Indonesia menghadapi krisis air yang melibatkan kelangkaan air dan sulitnya akses ke air bersih bagi penduduknya. Masalah air di Indonesia tidak berbeda dengan banyak negara lain di seluruh dunia. Isu utamanya adalah kelangkaan air, kualitas air, dan manajemen air. Pengelolaan air yang kurang baik, tidak hanya berdampak pada kesehatan manusia dan ekosistem, tetapi juga bisa mengganggu aktivitas bisnis [3]. Banyak rumah tangga menggunakan air secara berlebihan tanpa memiliki pemahaman yang memadai tentang seberapa banyak air yang mereka gunakan. Metode tradisional dengan membaca meteran air secara manual dilakukan setiap bulan, yang membuat pengguna kurang mendapatkan informasi tentang konsumsi air setiap hari [4].

Umumnya, meteran air analog hanya dapat memberikan pembacaan manual yang perlu dilakukan secara berkala oleh petugas PDAM. Akibatnya, pemantauan penggunaan air tidak dapat dilakukan dengan detail dan secara langsung, sehingga mendeteksi perubahan signifikan dalam penggunaan air atau kebocoran menjadi suatu tugas yang sulit dan kurang efisien. Seiring dengan perkembangan teknologi yang terus berlanjut, diperlukan teknologi digital yang mampu melakukan pemantauan jarak jauh, sehingga penggunaan air dapat terpantau dengan mudah dan transparan [5].

Berbagai penelitian mengenai sistem pemantauan penggunaan air rumah tangga berbasis internet telah dilakukan. Pérez-Padillo J., dkk. (2020) telah melakukan penelitian menggunakan sensor tekanan (pressure transducer) untuk memantau pasokan air minum berbasis Internet of Things (IoT) [6]. Tasong A. C. dan Abao R. P. (2019) melakukan penelitian tentang desain dan perkembangan aplikasi IoT untuk pemantauan penggunaan air menggunakan sensor YF-S201 dalam mengukur volume air pada beberapa keran [4]. Kemudian, Badari N. K., dkk. (2019) merancang sistem pengukuran dan manajemen air untuk smart city, dengan menggunakan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air pada tandon dan DS18B20 untuk mengukur suhu air [7]. Namun, penelitian terdahulu hanya melakukan pengukuran dengan satu parameter.

Dengan dasar pemaparan tersebut, pada penelitian ini dirancang dan dibuat digitalisasi sistem pemantauan penggunaan air. Sistem yang dibuat menggunakan kombinasi dari beberapa sensor, yaitu sensor volume air untuk sebagai alat ukur volume pemakaian air, sensor tekanan untuk mendeteksi tekanan

air, dan sensor suhu DS18B20 untuk mendeteksi suhu air. Data hasil pengukuran oleh sensor lalu dikirim ke *platform* ThingSpeak yang berbasis internet menggunakan modul WiFi NodeMCU ESP8266. Keunggulan dari penelitian ini, yaitu dapat dilakukan pemantauan volume pemakaian air, tekanan air, dan suhu air secara langsung dari jarak jauh, sehingga petugas tidak harus mengecek meteran.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Perusahaan Daerah Air Minum

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah layanan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang bertanggung jawab dalam memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat Indonesia. Salah satu cara PDAM mendapatkan pendapatan adalah melalui penjualan air kepada masyarakat [8]. PDAM memanfaatkan metode pemasangan meteran pada pipa air yang terhubung ke rumah-rumah penduduk untuk mengukur jumlah air bersih yang digunakan. Secara berkala, petugas PDAM akan melakukan kunjungan bulanan ke setiap rumah penduduk guna mencatat volume air yang digunakan di masing-masing rumah. Setelah pencatatan selesai, PDAM akan melakukan perhitungan untuk menentukan penggunaan air selama satu bulan [9].

PDAM Kota Makassar berdiri sejak tahun 1924. Air bersih yang dikelola oleh PDAM Makassar menggunakan sumber air baku dari air permukaan sungai. Suplai air baku PDAM Makassar memanfaatkan Waduk Bili-Bili di Gowa dan Sungai Jeneberang yang pengambilannya secara langsung dari Sungai Jeneberang di Sungguminasa dan Mallengkeri. Selain memanfaatkan Waduk Bili-Bili, air baku juga diperoleh dari Sungai Maros melalui Bendung Lekopancing. Dalam rencana jangka panjang, dipertimbangkan juga penggunaan air dari Sungai Tallo untuk memenuhi kebutuhan air baku [10].

Tarif biaya pemakaian air PDAM di wilayah Makassar dapat dilihat pada Tabel 1. Volume air yang diukur oleh sensor lalu dikalikan dengan tarif per kubiknya, seperti persamaan 1 [11]:

$$\text{Estimasi total biaya (Rp)} = \text{volume (m}^3\text{)} \times \text{tarif (Rp)} \quad (1)$$

Tabel 1. Golongan tarif biaya pemakaian air PDAM

Gol. Tarif	Biaya Pemakaian per Meter Kubik (Rupiah)			
	Blok 1 0-10 m ³	Blok 2 11-20 m ³	Blok 3 21-50 m ³	Blok 4 51-10 ⁹ m ³
Rumah tangga (R1)	1.250	2.135	2.485	5.465
Rumah tangga (R2)	1.610	2.330	2.815	6.010
Rumah tangga (R3)	1.980	2.520	3.145	6.560
Rumah tangga (R4)	2.250	2.970	3.900	8.740
Rumah tangga (R5)	2.520	3.400	4.660	10.930
Rumah tangga (R6)	2.620	3.440	5.050	11.480
Rumah tangga (R7)	2.270	3.490	5.440	12.020
Rumah tangga (R8)	5.465	8.200	10.930	16.400

1.2.2 Sensor

1.2.2.1 Sensor Aliran Air YF-S201

Sensor YF-S201 merupakan sensor yang dapat mengukur laju aliran air menggunakan prinsip efek Hall [13]. Namun, pada penelitian ini, sensor YF-S201 digunakan untuk mengukur volume air dengan cara mengkonversi keluaran sensor yang berupa parameter laju aliran menjadi parameter volume. Laju aliran adalah ukuran seberapa cepat volume cairan bergerak melalui suatu area dalam satu waktu. Persamaan untuk laju aliran ditunjukkan pada persamaan 2 [17]. Kemudian untuk mengukur volume air dengan cara mengkonversi laju aliran ke volume ditunjukkan pada persamaan 3.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2)$$

$$V = Q \times t \quad (3)$$

Dimana Q adalah laju aliran air dalam liter/menit, V adalah volume dalam liter, dan t adalah selang waktu dalam menit.

Efek Hall ditemukan oleh Edwin Hall, ia menemukan bahwa ketika medan magnet ditempatkan secara tegak lurus terhadap permukaan konduktor emas tipis yang sedang dialiri arus, maka akan terjadi perbedaan potensial pada sisi-sisi berlawanan dari konduktor tersebut. Ia menemukan bahwa tegangan ini akan bertambah seiring dengan bertambahnya arus yang mengalir melalui konduktor dan dengan meningkatnya densitas fluks atau induksi magnetik yang juga tegak lurus terhadap konduktor. Ketika sebuah konduktor yang membawa arus ditempatkan dalam medan magnetik, hal ini akan menghasilkan tegangan yang muncul tegak lurus terhadap arus dan medan magnetik. Prinsip ini dikenal sebagai efek Hall [14].



Gambar 1. Sensor YF-S201 [12]

Prinsip kerja sensor ini bergantung pada pengukuran putaran sebuah kincir yang berputar secara otomatis ketika air mengalir melaluinya. Pada kincir tersebut terpasang magnet yang ikut berputar bersama pergerakan kincir. Perputaran magnet ini dideteksi oleh sensor Hall Effect, yang mendeteksi perubahan medan magnet akibat gerakan magnet. Sensor Hall Effect mengonversi perubahan medan magnet tersebut menjadi sinyal listrik yang bisa diukur, sehingga aliran fluida dapat dihitung berdasarkan frekuensi putaran kincir tersebut. Dalam sensor ini terdapat transduser efek Hall yang kedap air, terletak terpisah dengan pedal, sehingga air tidak dapat masuk ke dalam transduser [15]. Spesifikasi dari sensor aliran air YF-S201 dapat dilihat pada Tabel 2 berikut [16]:

Tabel 2. Spesifikasi sensor aliran air YF-S201

Parameter	Nilai
Tegangan kerja	5 – 18 V
Arus maksimal	15 mA
Laju aliran kerja	1 - 30 L/menit
Rentang suhu kerja	-25 – 80 °C
Tekanan air maksimal	2.0 Mpa
Tipe sensor	Sensor efek Hall

1.2.2.2 Sensor Tekanan WPT-83G-EGG4

Sensor tekanan mengeluarkan sinyal tegangan berupa tegangan analog ketika mendeteksi tekanan. Rentang tegangan keluaran dari sensor ini berkisar antara 0,5 V hingga 4,5 V, yang sesuai dengan rentang tekanan antara 0 bar hingga 12 bar [18]. Adapun bentuk fisik dari sensor tekanan dapat dilihat pada Gambar 2. dengan spesifikasi pada Tabel 3.

**Gambar 2.** Sensor tekanan fluida [18]**Tabel 3.** Spesifikasi sensor tekanan WPT-83G-EGG4

Parameter	Nilai
Tegangan kerja	5 V
Arus kerja	10 mA
Rentang tekanan kerja	0 – 12 bar
Rentang suhu kerja	0 – 85 °C
Waktu respon	2.0 ms

Transduser ini mengintegrasikan *strain gauge* dengan bahan piezoresistif, monokristalin silikon yang ditempatkan pada sebuah diafragma. Monokristalin silikon memiliki sensitivitas tinggi terhadap tekanan dan berperan sebagai detektor mekanik-elektrik. Ketika bahan monokristal silikon mengalami tekanan, hal ini menyebabkan perubahan yang sangat kecil dalam diafragma yang selanjutnya tingkat elektron dalam struktur atom internal berubah, yang juga mengakibatkan perubahan besar dalam resistivitas *strain gauge* (efek piezoresistif) sehingga terjadi perubahan besaran tekanan menjadi resistansi.

1.2.2.3 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sebuah komponen yang mampu mengubah perubahan suhu lingkungan menjadi sinyal listrik. Sensor ini berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui satu saluran digital menggunakan protokol 1-wire. Sensor ini

dilengkapi dengan tiga pin koneksi, yaitu *Vs (Voltage supply)*, *ground* (tanah), dan *data input/output*. Gambar 3 menunjukkan sensor suhu DS18B20.



Gambar 3. Sensor suhu DS18B20 [20]

Sensor ini memiliki rentang kerja tegangan berkisar antara 3 V hingga 5,5 V. Namun, *Vs* dapat disetel ke 5 V agar sesuai dengan tegangan operasional mikrokontroler yang juga menggunakan 5 V [19]. Tabel 4 menunjukkan spesifikasi dari sensor suhu DS18B20.

Tabel 4. Spesifikasi sensor suhu DS18B20

Parameter	Nilai
Rentang tegangan kerja	3 – 5,5 V
Arus kerja	< 60 μ A
Rentang suhu kerja	-55 – 125 °C
Ketelitian	0,5 °C pada -10 – 85 °C

Bahan yang umum digunakan dalam pembuatan sensor suhu adalah bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor memiliki karakteristik tertentu, yaitu ketika suhu meningkat, hambatan bahan semikonduktor menurun. Hal ini berkaitan dengan fenomena di mana, saat suhu semikonduktor naik, elektron dalam bahan tersebut bergerak ke tingkat energi yang lebih tinggi, memungkinkan mereka untuk bergerak lebih bebas menjadi arus listrik. Dengan demikian, semakin tinggi suhu, semakin banyak elektron yang dapat bergerak bebas, sehingga mengurangi hambatan bahan semikonduktor [21].

1.2.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah *platform* mikrokontroler didukung oleh mikrokontroler Atmega328 yang beroperasi pada frekuensi 16 MHz. Arduino Uno memiliki karakteristik kapasitas memori program 32 kB dan RAM 2 kB, serta hanya menyediakan 14 pin I/O digital, 6 *input* analog, dan sumber daya terbatas pada rentang 3,3 V hingga 5 V.

Arduino Uno memiliki sebuah *port* daya yang memungkinkan Arduino Uno untuk menerima daya dari adaptor dinding eksternal. Selain itu, Arduino Uno juga dapat terhubung dengan sumber daya baterai menggunakan pin khusus V_{in} . Dengan ukuran fisik yang kompak, yaitu panjang 69 mm dan lebar 54 mm. Arduino Uno adalah sebuah papan pengembangan kecil yang sesuai digunakan dalam berbagai proyek. Keberadaan empat lubang sekrup juga memungkinkan para pengguna untuk

memasangnya dengan aman [23]. Bentuk fisik dari Arduino Uno digambar dalam Gambar 4.



Gambar 4. Arduino Uno [23]

1.2.4 Modul WiFi NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah papan mikrokontroler *open-source* dari Espressif yang menggunakan *firmware* Lua. *Firmware* ini berjalan pada *System on a Chip* (SoC) Wi-Fi ESP8266 dari Espressif System [24]. Mikrokontroler pada Gambar 5 berisi *chip* ESP8266, satu set pin *General Purpose Input-Output* (GPIO), tombol *reset* perangkat keras, antena, modul WiFi, dan *port* USB yang sudah terhubung ke *chip*. Gambar 5 menunjukkan Modul WiFi ESP8266. Modul ESP8266 memiliki *processor* dan memori yang bisa terhubung dengan sensor dan perangkat aktuator melalui pin GPIO. NodeMCU ESP8266 didesain terintegrasi dengan WiFi, sehingga tidak perlu lagi menggunakan modul WiFi tambahan. NodeMCU ESP8266 juga bisa diprogram dengan Arduino melalui aplikasi Arduino IDE.



Gambar 5. NodeMCU ESP8266 [25]

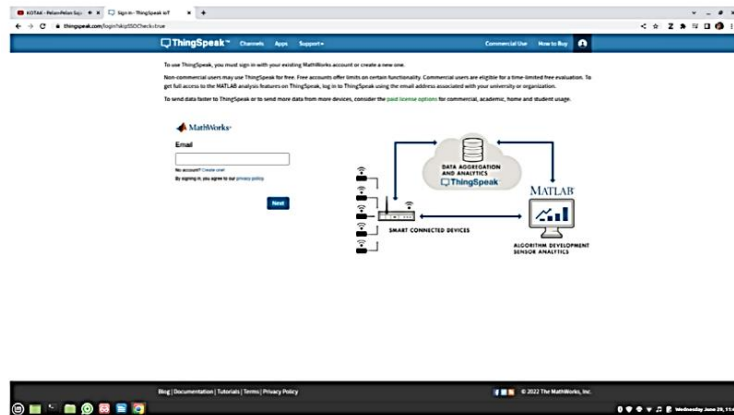
1.2.5 ThingSpeak

ThingSpeak adalah *platform* alat yang memudahkan komunikasi antara perangkat IoT. Fitur ThingSpeak yang tersedia adalah:

1. *Open Application Programming Interface* (Open API)
2. Pengumpulan data secara *real-time*
3. Data geolokasi
4. Pemrosesan data
5. Visualisasi data
6. Status perangkat
7. *Plugins*

ThingSpeak mampu mengumpulkan data yang berasal dari sensor-sensor yang sudah terhubung ke internet [24]. ThingSpeak juga mampu memproses, dan menampilkan data tersebut secara langsung. Data-data ini disimpan dalam

"channel", yang memiliki beragam fungsi. Data ini bisa berbentuk teks biasa, JSON, atau XML. Setelah itu, data tersebut dikirim ke *cloud*, di mana data tersebut bisa digunakan untuk berbagai hal. *Cloud* ini bisa mengumpulkan dan mengirim pesan kepada perangkat (seperti perintah) [26]. Gambar 6 merupakan tampilan dari ThingSpeak.



Gambar 6. Tampilan layar ThingSpeak [23]

Dalam membaca dan menulis ke *channel cloud* ThingSpeak, aplikasi mengirim permintaan ke server ThingSpeak dengan mengeluarkan perintah HTTP atau menerbitkan pesan MQTT. Setiap *channel* ThingSpeak dapat memiliki hingga 8 bidang data dengan panjang maksimal 255 karakter, dalam format numerik atau alfanumerik. Sebuah *channel* juga berisi informasi lokasi dan status pembaruan data. Setiap entri data dalam *channel* disimpan sebagai pesan dengan delapan bidang data dan informasi tanggal serta waktu pencatatan. Data yang telah disimpan dapat dilihat berdasarkan waktu atau ID entri. Setiap pengguna yang berwenang dapat melihat data yang tersimpan kapan saja dan dari mana saja dengan masuk ke *cloud* ThingSpeak menggunakan kredensial yang sesuai [27].

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini dibatasi pada merancang dan membuat sistem pemantauan volume, tekanan dan suhu air berbasis IoT. Sensor aliran air YF-S201 digunakan dalam pengukuran volume air, dengan cara mengkonversi laju aliran menjadi volume. Sensor tekanan digunakan untuk mengukur tekanan air yang mengalir, dan sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu air. Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian sistem dan menganalisis hasilnya.

1.4 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem pemantauan volume, tekanan, dan suhu air PDAM berbasis IoT?
2. Bagaimana melakukan kalibrasi sensor aliran air YF-S201, sensor tekanan, dan sensor suhu DS18B20 agar sensor menghasilkan pembacaan yang akurat?

3. Bagaimana menganalisis hasil kalibrasi sensor aliran air YF-S201, sensor tekanan, dan sensor suhu DS18B20 untuk pengujian sistem pemantauan volume, tekanan, dan suhu penggunaan air rumah tangga berbasis IoT?

1.5 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membuat sistem pemantauan volume, tekanan, dan suhu air PDAM berbasis IoT.
2. Mengkalibrasi sensor aliran air YF-S201, sensor tekanan, dan sensor suhu DS18B20 agar hasil pembacaannya akurat.
3. Menganalisis hasil kalibrasi sensor aliran air YF-S201, sensor tekanan, dan sensor suhu DS18B20 dan pengujian sistem pemantauan volume, tekanan, dan suhu penggunaan air rumah tangga berbasis IoT

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2023 sampai selesai di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini juga dilaksanakan di jalan Tamalate, Kelurahan Mappala, Kecamatan Rappocini, Makassar.

2.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

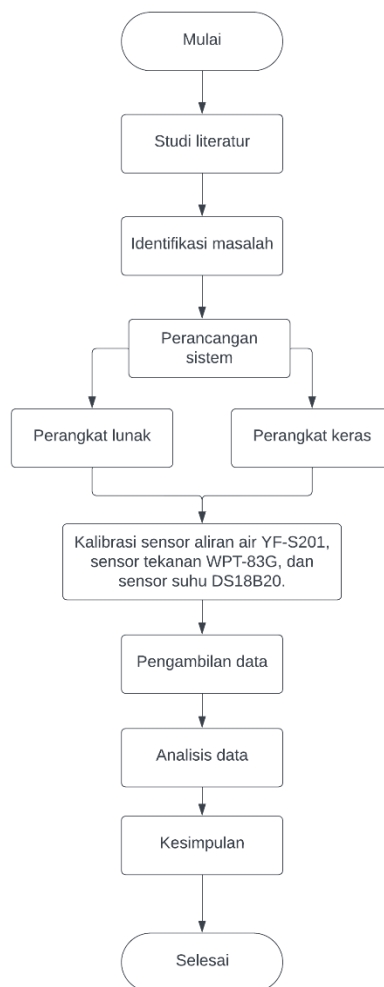
1. Laptop digunakan untuk membuat dan mengatur program perangkat lunak pada mikrokontroler, serta memantau hasil data sensor saat dikalibrasi.
2. Meteran air digunakan sebagai alat pembanding saat mengkalibrasi sensor aliran air YF-S201.
3. Termometer digital digunakan sebagai alat pembanding ketika mengkalibrasi sensor suhu DS18B20.
4. Kompresor digunakan untuk memompa udara dan memberikan tekanan pada sensor tekanan fluida saat dikalibrasi.
5. *Pressure gauge* digital digunakan sebagai pembanding sensor tekanan.
6. Ketel listrik digunakan untuk memanaskan air pada proses kalibrasi sensor suhu DS18B20
7. Kabel *jumper* digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen listrik penelitian.
8. Papan rangkaian
9. Mikrokontroler Arduino Uno digunakan untuk mengontrol dan mengolah data yang dibaca oleh sensor.
10. Modul WiFi ESP8266 digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler ke jaringan internet sehingga dapat mengirimkan data ke ThingSpeak.
11. Sensor aliran air YF-S201 berfungsi untuk mendeteksi jumlah volume air yang mengalir.
12. Sensor suhu DS18B20 berfungsi untuk mendeteksi suhu air yang mengalir.
13. Sensor tekanan berfungsi untuk mendeteksi besar tekanan air yang mengalir.
14. Resistor 4,7 k Ω
15. Perangkat lunak (Arduino IDE dan ThingSpeak)
16. Air

2.3. Tahapan Penelitian

Penelitian ini tersusun dari beberapa tahapan seperti pada Gambar 7. Informasi bagan alir tersebut berisi tahapan-tahapan singkat penelitian terkait perancangan sistem pemantauan penggunaan air rumah tangga. Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur dengan membaca beberapa refrensi jurnal

mengenai sistem pemantauan penggunaan air, untuk mengumpulkan data sehingga dapat menjadi acuan dalam penelitian. Setelah dilakukan studi literatur, masalah dapat muncul yang kemudian diidentifikasi menjadi tujuan dilakukannya penelitian ini. Sebelum melakukan kalibrasi, dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Kemudian dilakukan kalibrasi.

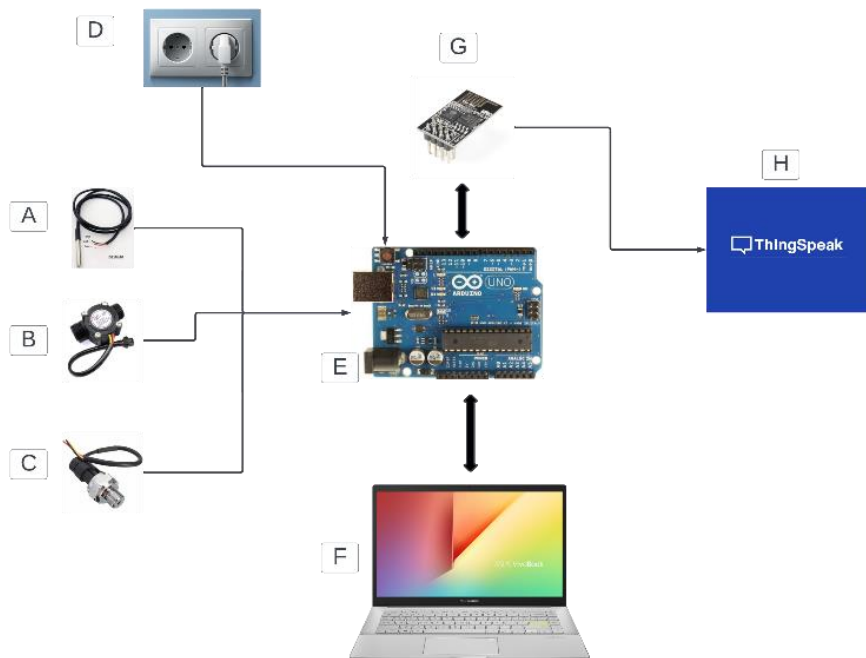
Sensor YF-S201 dikalibrasi menggunakan alat pembanding meteran air yang dipasang seri, sehingga air mengalir melewati meteran air dan sensor. Sensor tekanan dikalibrasi menggunakan alat pembanding *pressure gauge* digital dengan bantuan kompresor sebagai pemberi tekanan yang dapat divariasikan. Sensor suhu DS18B20 dikalibrasi dengan termometer digital sebagai alat pembandingnya. Sistem kemudian diuji sebelum pengambilan data di lapangan. Data yang diperoleh dari lapangan kemudian dianalisis untuk menarik kesimpulan.



Gambar 7. Tahapan Penelitian

2.4. Perancangan Sistem Keseluruhan

Perancangan sistem terbagi menjadi dua, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Sebelum merancang perangkat keras, terlebih dahulu dilakukan pembuatan skema rangkaian sistem. Selanjutnya, untuk perancangan perangkat lunak dibuat program untuk mengirim hasil data dari Arduino ke ThingSpeak melalui jaringan internet. Skema rangkaian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Skema rangkaian sistem pemantauan penggunaan air rumah tangga

Keterangan:

A = Sensor suhu DS18B20

B = Sensor aliran air YF-S201

C = Sensor tekanan WPT-83G-EGG4

D = Sumber listrik (*power supply*)

E = Mikrokontroler Arduino Uno

F = Laptop

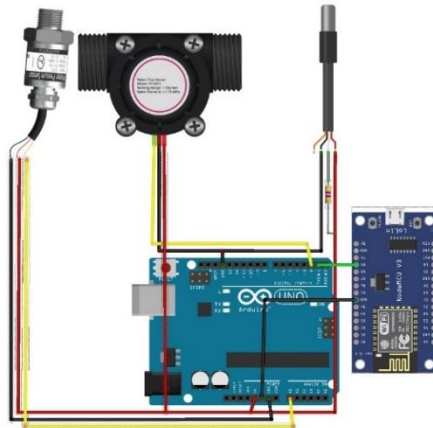
G = Modul WiFi ESP8266

H = Web server ThingSpeak

Hasil data pengukuran sensor diolah oleh mikrokontroler Arduino yang programnya sudah ditulis di Arduino IDE. Selanjutnya, dengan menggunakan modul WiFi, data dikirim ke *web server* ThingSpeak agar dapat dipantau dari jarak jauh.

2.4.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras memaparkan proses perangkaian komponen-komponen yang akan dijalankan oleh sistem. Sensor tekanan, aliran air (YF-S201), dan suhu (DS18B20) dirangkai dengan mikrokontroler Arduino Uno serta modul WiFi ESP8266 seperti pada Gambar 9. Khusus untuk sensor suhu, resistor senilai 4,7 kilo Ohm dipasang agar tegangannya tetap stabil.



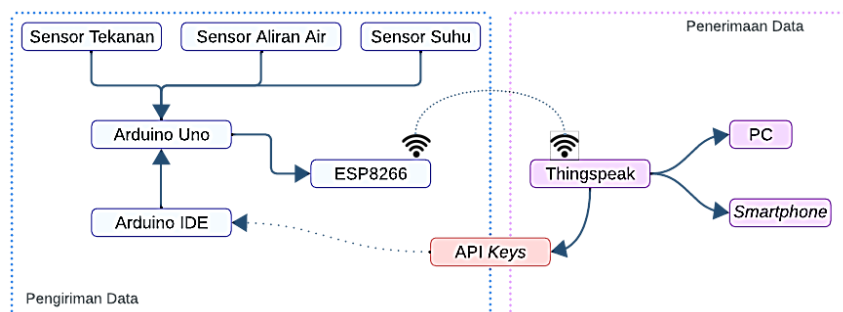
Gambar 9. Skema rangkaian perangkat keras sistem

2.4.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak memaparkan proses pengiriman data dari mikrokontroler ke ThingSpeak serta proses menampilkan keluaran dari sistem. Perangkat lunak yang digunakan adalah aplikasi Arduino IDE yang di dalamnya dibuat program untuk dijalankan oleh mikrokontroler. ThingSpeak digunakan untuk mengirim, memproses, serta memvisualisasikan data sensor dari mikrokontroler secara daring. Berikut ini adalah tahapan penggunaan ThingSpeak:

1. Meregistrasi akun di situs *web* ThingSpeak di <https://ThingSpeak.com>.
2. Membuat kanal dengan mengklik "*Channel*" di menu atas, lalu pilih "*My Channels*" dan menekan tombol "*New Channel*." Lalu melengkapi detail kanal seperti nama, deskripsi, dan kolom data yang diperlukan.
3. Mengkonfigurasi kolom data sesuai dengan jenis data yang akan dimonitor.
4. Memperoleh *API keys* yang diperlukan untuk mengirim data dari perangkat IoT ke ThingSpeak. *API keys* dapat ditemukan pada *tab* "*API Keys*" di halaman kanal yang telah dibuat.
5. Perangkat IoT digunakan untuk mengirimkan data sensor ke ThingSpeak, dalam hal ini modul WiFi ESP8266.
6. Data sensor kemudian dapat divisualisasikan dalam bentuk tabel, grafik, dan bentuk tampilan lainnya dengan kembali ke kanal yang sesuai.

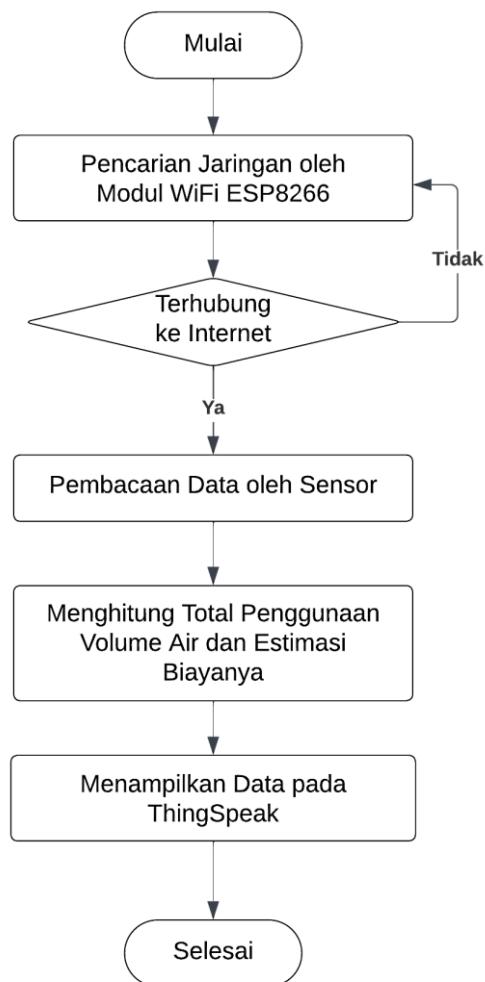
Berikut ini diagram dari perangkat lunak sistem.



Gambar 10. Diagram blok perangkat lunak sistem

2.5. Flowchart Sistem Kerja Alat

Penelitian ini mengimplementasikan sistem pemantauan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang diprogram dengan bahasa C++ melalui Arduino IDE. Proses awal sistem ini mencakup pencarian koneksi ke jaringan internet, dilanjutkan dengan pengambilan data oleh berbagai sensor. Sensor tersebut bertugas mengukur tiga parameter utama, yaitu volume air, tekanan air, dan suhu air. Hasil pembacaan dari sensor ini diolah dan digunakan untuk menghitung estimasi biaya penggunaan air. Data yang telah diolah selanjutnya dikirim ke *platform* ThingSpeak guna divisualisasikan. Bagan alir dari sistem kerja alat pemantauan dapat diamati pada Gambar 11.



Gambar 11. Bagan alir sistem kerja sistem alat