

SISTEM MONITORING PENGGUNAAN AIR PDAM BERBASIS IoT



Disusun Oleh:

N a m a : Fauzi Dahlan

NIM : 18523257

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2023

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

SISTEM MONITORING PENGGUNAAN AIR PDAM

BERBASIS IoT

TUGAS AKHIR



المعهد الإسلامي للدراسات والبحوث
Yogyakarta, 4 Juli 2023

Pembimbing,

04/07/2023

(Irving Vitra Papatungan, S.T., M.Sc., Ph.D.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**SISTEM MONITORING PENGGUNAAN AIR PDAM
BERBASIS IoT**

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 21 Agustus 2023

Tim Penguji

Irving Vitra Paputungan, S.T., M.Sc.,
Ph.D.



Anggota 1

Sheila Nurul Huda S.Kom., M.CS.



Anggota 2

Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc.



Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauzi Dahlan
NIM : 18523257

Tugas akhir dengan judul:

SISTEM MONITORING PENGGUNAAN AIR PDAM BERBASIS IoT

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 21 Agustus 2023


(Fauzi Dahlan)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah atas berkah rahmat dan hidayah yang diberikan Allah SWT penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Penulis persembahkan karya ini kepada:

1. Orang tua penulis yang sudah selalu bersabar dalam membimbing dan menunggu, terutama Ayahanda M. Soaloo Pasaribu dan Ibunda Nuritha Siregar. Berkat mereka saya dapat dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas doa, nasihat dan segala pengorbanan yang diberikan kepada penulis.
2. Dosen pembimbing penulis, bapak Irving Vitra Papatungan, S.T., M.Sc., Ph.D. dan bapak Kurniawan Dwi Irianto S.T., M.Sc. yang sangat membantu dalam penulisan dan proyek tugas besar ini. Terima kasih atas ilmu, tanggapan dan bimbingan yang telah diberikan, semoga rezekinya selalu dilimpahkan oleh Allah SWT.
3. Teman-teman penulis yang selalu memberi motivasi dan terus mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir. Terima kasih juga telah menjadi pendengar yang baik ketika penulis berusaha menyelesaikan tugas akhir ini.

HALAMAN MOTO

“Kegagalan bukan berarti kehancuran, tetapi sebagai batu loncatan menuju sukses”

(Phytagoras)

“Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada kemudahan.
Karena itu bila kau telah selesai (mengerjakan yang lain) dan kepada Tuhan, Berharaplah”

(Q.S Al Insyirah : 6-8)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Berkat hidayah dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis IoT” dengan lancar. Tidak lupa pula shawlawat beserta salam semoga terlimpahkan kepada nabi besar Muhammad SAW.

Tidak dapat dipungkiri penyelesaian tugas akhir ini bahwa atas kerja keras dan tekad yang penuh untuk menyelesaikannya. Dengan itu, tanpa bantuan dan dukungan dari orang sekitar tugas akhir ini tidak akan selesai, terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan serta doa dan semangat dalam segala hal
2. Bapak Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Informatika, Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Irving Vitra Papatungan, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen pembimbing yang sabar dan sangat solutif ketika penulis memiliki kendala.
4. Bapak Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc. selaku Dosen yang membantu saya menyelesaikan proyek tugas akhir.
5. Dosen Prodi Informatika yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Teman serta sahabat yang tidak dapat dituliskan satu-persatu namanya, yang selalu mendukung dan mendorong untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Manchester United yang selalu menghibur dan memberikan motivasi untuk selalu bangkit.

Penulis sadari tentunya dalam penulisan tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, untuk kemajuan penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Yogyakarta, 21 Agustus 2023



(Fauzi Dahlan)

SARI

Air adalah sumber daya alam yang sangat penting. Pemerintah Indonesia membangun sebuah usaha yang dimiliki atau dikelola desa. PDAM memiliki kerugian dikarenakan kebocoran pipa, PDAM juga masih menggunakan meteran air dalam satuan kubik. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan melakukan penerapan *internet of things* pada jalur pipa rumah. Sistem monitoring penggunaan air PDAM ini menggunakan sensor *waterflow* dan *Solenoid Valve*. Sensor *waterflow* berguna membaca debit penggunaan air dan yang bertugas untuk pengontrolan air yaitu *solenoid valve*. Sistem ini menggunakan ESP32 sehingga dapat mengirim dan menerima data dari *website* dan aplikasi android. Hasil dari sistem monitoring air PDAM ini adalah Pengguna dapat memantau penggunaan air dan mengontrol *valve* melalui aplikasi android, dapat menjaga agar sumber daya air tetap selalu terjaga dan dapat mencegah kebocoran pada pipa penggunaan air dalam rumah.

Kata kunci: ESP32, *Waterflow sensor*, *Solenoid valve*, *Internet of things*.

GLOSARIUM

BreadBoard	Papan untuk merangkai elektronik.
Database	Sekumpulan data yang disimpan secara sistematis.
Internet of Things	Konsep transfer data tanpa interaksi melainkan menggunakan jaringan internet sebagai media.
Library	Sekumpulan kode yang memudahkan dan menyederhanakan program.
Mikrokontroler	Komponen kecil yang dikemas dalam bentuk IC Chip.
Real-time	Kondisi pengoperasian sistem yang dibatasi oleh rentang waktu dan memiliki tenggat waktu yang jelas.
Website	Halaman yang menampilkan informasi yang terdapat di dalam internet yang dapat di akses dengan mudah oleh siapa saja, dimana saja, kapan saja, kapanpun dan dimanapun.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
SARI.....	viii
GLOSARIUM	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penilitan	3
1.6 Metodologi Penelitan	3
1.7 Sistematika Penelitian	4
1.7.1 Pendahuluan	4
1.7.2 Landasan Teori	4
1.7.3 Metodologi	4
1.7.4 Hasil Dan Pembahasan	4
1.7.5 Kesimpulan Dan Saran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Internet of Things</i>	5
2.2 Sensor Dan Aktuator	7
2.2.1 Sensor	7
2.2.2 Aktuator.....	9
2.3 Mikrokontroller.....	11
2.4 Penyimpanan Data	13

2.5	User Interface	15
2.6	Review Penelitian Sejenis	17
	BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1	Tahapan Pengembangan Sistem.....	19
3.2	Analisis Kebutuhan	19
	3.2.1 Kebutuhan Input	19
	3.2.2 Kebutuhan Output	19
	3.2.3 Kebutuhan <i>Hardware</i>	19
	3.2.4 Kebutuhan <i>Software</i>	20
3.3	Perancangan Sistem	20
	3.3.1 Rancangan Umum Sistem	20
	3.3.2 Perancangan Alur Kerja Sistem	21
	3.3.3 Perancangan Komponen <i>Hardware</i>	22
	3.3.4 Konfigurasi ESP32	23
	3.3.5 Konfigurasi Sensor <i>Waterflow</i>	24
	3.3.6 Konfigurasi Relay modul	25
	3.3.7 Konfigurasi <i>Solenoid valve</i>	26
3.4	Perancangan Pengujian Sistem	27
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1	Implementasi Sistem Dan Sintaks Program.....	28
	4.1.1 Implementasi Perangkat Keras Dan Sintaks	28
	4.1.2 Implmentasi Perangkat Lunak Dan Sintaks Program.....	32
4.2	Pengujian Sistem.....	39
	4.2.1 Pengujian Sensor <i>Waterflow</i>	39
	4.2.2 Pengujian Relay Modul dan <i>Solenoid valve</i>	40
	4.2.3 Pengujian Perangkat ESP32	42
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran.....	45
	DAFTAR PUSTAKA	46
	LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Review Penelitian Sejenis.....	18
Tabel 3.1 Skema Pengujian Alat dan Sensor	27
Tabel 4.2 Pengujian Akurasi <i>Waterflow sensor</i>	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prediksi Penggunaan IoT Pertahun	6
Gambar 2.2 YF-S201 <i>Waterflow sensor</i>	8
Gambar 2.3 Sensor ultrasonik level air HC-SR04	8
Gambar 2.5 <i>Solenoid valve</i>	9
Gambar 2.6 Modul Relay	10
Gambar 2.8 ESP32 Dev. Board Pinout	12
Gambar 2.9 Arduino Uno Rev3	13
Gambar 3.1 Tahap Pengerjaan Penelitian	19
Gambar 3.2 Gambaran Umum Sistem	21
Gambar 3.3 Alur Kerja Sistem	22
Gambar 3.4 Rancangan Rangkaian Alat	23
Gambar 3.5 ESP32 Dev Kit	24
Gambar 3.6 Konfigurasi ESP32 dan <i>Waterflow sensor</i>	25
Gambar 3.7 Konfigurasi ESP32 dan Relay	25
Gambar 3.8 Konfigurasi ESP32, Relay dan <i>Solenoid valve</i>	26
Gambar 4.1 Perangkat keras pada Sistem Monitoring Air PDAM	28
Gambar 4.2 Proses menghubungkan semua perangkat keras ke ESP32	29
Gambar 4.3 Sintaks pemanggilan library dan deklarasi pin yang digunakan	30
Gambar 4.4 Sintaks Inisialisasi Alat	31
Gambar 4.5 Sintaks Inisialisasi Thingspeak	31
Gambar 4.6 Sintaks Program Utama	32
Gambar 4.7 Sintaks program pengiriman data	33
Gambar 4.8 Sintaks program pembacaan data	33
Gambar 4.9 Tampilan Field 1 Thingspeak	34
Gambar 4.10 Tampilan Field 2 Thingspeak	35
Gambar 4.11 Tampilan halaman Thingspeak	35
Gambar 4.12 Tampilan Aplikasi Android	36
Gambar 4.13 Sintaks program aplikasi android	37
Gambar 4.14 Tampilan Penggunaan Air Perbulan	38
Gambar 4.15 Tampilan Grafik Penggunaan air	38
Gambar 4.16 Pengujian Relay Module dan <i>Solenoid valve</i> Kondisi Mati	41
Gambar 4.17 Pengujian Relay Modul dan <i>Solenoid valve</i> dalam kondisi Menyala	42

Gambar 4.18 Pengujian Mengirim Data oleh ESP3243
Gambar 4.19 Pengujian Menerima Data oleh ESP3244

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya populasi penduduk di Indonesia, maka kebutuhan akan air juga semakin tinggi. Air adalah sumber daya alam yang tidak habis namun terus diperbaharui. Sumber daya air salah satu sumber daya alam yang sangat potensial sehingga air merupakan kebutuhan utama yang sangat penting bagi kehidupan manusia sehari-hari dan air juga sangat dibutuhkan dalam berbagai bidang seperti industri, pertanian, rumah tangga, dan lain-lain. Pada saat yang sama penting untuk memastikan air selalu sehat dan layak dikonsumsi dan digunakan dalam pesatnya industri dan pertanian yang berdampak sangat besar terhadap pencemaran air. Salah satu cara negara dalam memperhatikan rakyatnya adalah dengan mendirikan PDAM.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang bergerak memberikan jasa air bersih pada setiap daerah. Pada Tahun 2004 terbit UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (SDA), sekaligus menjadi peraturan tertinggi sejak 77 Tahun Indonesia merdeka. Serta terbitnya Peraturan Pemerintah No.16 Tahun 2005 menjadi permulaan pembinaan air minum berbasis sektor. PDAM kini terdapat di seluruh Provinsi, Kabupaten dan Kotamadya di Indonesia. PDAM diawasi oleh aparat badan pemerintahan eksekutif dan legislatif daerah. Meskipun pemerintah negara telah mendirikan PDAM masyarakat masih belum mengimbangi dengan kesadaran akan pentingnya penghematan air dan menjaga sumber daya air. Banyak masyarakat masih kurang menyadari pentingnya menjaga sumber daya air dan tidak aware terhadap berapa banyak air yang sudah mereka gunakan dalam satu hari. Menurut Data Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan (BPKP) di tahun 2019 sebanyak 224 PDAM atau 58,95% yang berkinerja sehat dan 102 PDAM atau 26,84% yang berkinerja kurang sehat, serta 54 PDAM atau 14,21% yang berkinerja sakit (Sutianto, 2019). PDAM sudah mengalami kerugian sebanyak 70% dalam kurun 5 tahun terakhir (Budiono, 2019). Kerugian besar yang terjadi pada PDAM dikarenakan harga tarif masih banyak dilakukan secara tidak merata atau secara populis. Serta penyebab dari besarnya kerugian yang dialami PDAM di lapangan seperti; kebocoran pada pipa atau penampungan air, besarnya energi yang hilang, turunnya tingkat pelayanan air bersih dan kerusakan pipa (Salilama et al., 2020).

Selain itu terdapat juga permasalahan pada pengguna PDAM. Dalam rumah tangga setidaknya air minum sendiri dibutuhkan 5 liter air/hari dan untuk rumah tangga diperkirakan sekitar 60 liter/hari (Kautsar et al., 2015). Pelanggan PDAM mengalami Pembengkakan air biasanya dikarenakan malasnya masyarakat mengecek konsumsi penggunaan air melalui panel meter dari PDAM dan tidak mengetahui akan adanya kebocoran pada saluran air dalam rumah atau sekitar rumah. Masalah ini disebabkan, panel meter atau meteran PDAM masih menggunakan meteran yang bersifat analog dan menggunakan satuan meter kubik sehingga pelanggan sulit mengetahui jumlah air yang digunakan, banyak pelanggan menambahkan meteran digital yang lebih mudah dipahami. Selain itu, bocornya pipa dalam rumah atau di sekitar panel meter air PDAM juga menjadi penyebab pembengkakan air, sehingga panel meter terus berjalan menghitung konsumsi air.

Terdapat beberapa penelitian yang mengatasi masalah tersebut, salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Dwi Putra Arief Rachman Hakim, Arief Budijanto dan Bambang Widjanrko dari Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika. Tujuan penelitian tersebut memonitoring penggunaan debit air pada rumah menggunakan sensor *waterflow* dan ditampilkan pada monitor serta dapat diakses melalui aplikasi. Selain itu juga terdapat penelitian yang dilakukan oleh Nurul Afthiroh, Nurul hidayah, Samudi Eko Budihartono dan Pranoto Wibowo dari Teknik Komputer, Politeknik Harapan Bersama. Penelitian tersebut memiliki tujuan memonitoring penggunaan air PDAM menggunakan sensor *waterflow* dan ditampilkan menggunakan website.

Oleh karena itu, diputuskan membuat sistem monitoring penggunaan air PDAM menggunakan ESP32 berbasis *Internet of Things* (IoT). Perbedaan sistem monitoring ini dengan penelitian sebelumnya, yaitu sistem ini menggunakan sensor *waterflow* dan juga *solenoid valve* sebagai alat monitoring dan alat pengontrol penggunaan air. *Waterflow sensor* merupakan alat ukur aliran air yang menggunakan rotor dan efek hall sebagai sistem kerjanya, pada penelitian ini *waterflow sensor* digunakan sebagai alat mengukur volume debit air. Selain itu, *solenoid valve* merupakan perangkat katup yang bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanis linier, pada penelitian ini *solenoid valve* bekerja sebagai pemutus dan penghubung aliran air. Sensor *waterflow* digunakan pada penelitian memudahkan pengguna membaca jumlah penggunaan air dan *solenoid valve* digunakan untuk memudahkan pengguna memutus dan menyabung aliran air dengan pengontrolan melalui aplikasi android yang terhubung ke jaringan internet. Sistem monitoring penggunaan air ini memungkinkan

mempermudah pemantauan penggunaan air serta mengetahui kebocoran saluran air pada rumah untuk menjaga sumber daya air agar tetap terjaga.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana cara membantu pengguna PDAM dapat memantau penggunaan air dalam menggunakan air PDAM dan menjaga sumber daya air?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempertahankan fokus dalam tugas akhir ini, sangat membutuhkan batasan masalah agar tugas akhir ini tetap berjalan sesuai dengan permasalahan yang diangkat, maka berikut batasan permasalahan:.

- a. Alat hanya akan menghitung jumlah penggunaan air.
- b. Data debit air yang tampilkan hanya data penggunaan air perbulan.
- c. Sistem kerja *Solenoid valve* hanya dikontrol dengan button.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sebuah sistem mengawasi penggunaan air berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan perangkat ESP32.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat penelitian yang dilakukan:

- a. Mempermudah mengawasi penggunaan jumlah debit air.
- b. Memperkecil kemungkinan pembengkakan penggunaan air pada suatu rumah.
- c. Meminimalisir penambahan debit air dikarenakan pipa-pipa bocor.

1.6 Metodologi Penelitian

Berikut tahapan dalam pengerjaan penelitian.

- a. Tahap mengumpulkan data dan informasi

Pengumpulan data dan informasi untuk membuat sistem monitoring air PDAM melalui literatur yang bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang relevan serta mendukung perencanaan ini.

b. Tahap Analisis Kebutuhan dan Perancangan

Menganalisis kebutuhan yang digunakan untuk membuat sistem serta skema rangkaian sistem rangkaian sistem agar mempermudah perancangan sistem.

c. Tahap Perancangan *Software* dan *Hardware*

Perancangan *Hardware* lebih dahulu dirancang menggunakan ESP32 dengan merangkai dan menyambung ke sensor air serta *Solenoid Valve*, dilanjutkan dengan pengkodean program.

d. Tahap Pengujian Alat

Pengujian *Hardware* bekerja sempurna dan sesuai atau belum, agar dapat mengatasi kesalahan atau *error*.

e. Tahap Implementasi Sistem

Memastikan sistem berjalan sebagaimana mestinya dan tanpa ada kendala.

1.7 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan bermanfaat untuk mengetahui isi dan maksud dari laporan tugas akhir ini, berikut ini sistematika penulisan laporan:

1.7.1 Pendahuluan

Pada bab terdiri dari Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan penelitian, Manfaat Penelitian dan Sistematika Penulisan

1.7.2 Landasan Teori

Pada Landasan Teori membahas tentang *Internet of Things*, Review dari penelitian sejenis dan perangkat apa saja yang digunakan

1.7.3 Metodologi

Pada Bab ini akan membahas gambaran umum sistem, kebutuhan proses sistem, perancangan pada system, perancangan sistem dan pengujian pada sistem.

1.7.4 Hasil Dan Pembahasan

Pada bab ini membahas tentang sistem yang telah diselesaikan dalam membangun sistem monitoring penggunaan air PDAM dari hasil penerapan

1.7.5 Kesimpulan Dan Saran

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan dan hasil akhir dari membangun sistem serta saran untuk mengembangkan system kedepannya agar menjadi lebih baik.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

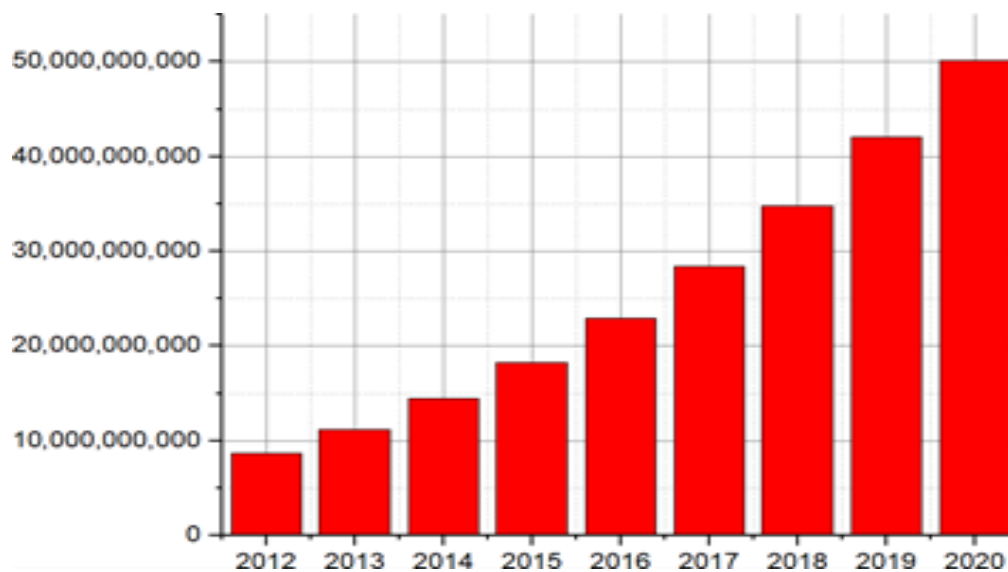
2.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah teknologi komunikasi antara mesin dengan mesin yang menggunakan koneksi internet sebagai perantara untuk pengelola atau penggunanya. Pada tahun 1990, John Ramkey menciptakan perangkat pemanggang roti yang terhubung langsung ke internet menggunakan IP / TCP bersama Simon Hackett. Kemudian, pada tahun 1999 perangkat tersebut dikembangkan menjadi robot derek kecil yang juga dapat dikendalikan. Pada tahun yang sama Kevin Ashton selaku direktur eksekutif auto ID Center, MIT menciptakan the *The Internet of Things*. Kevin Ashton dan IDCenter juga menemukan *Radio Frequency Identification* (RFID) global dengan identifikasi. Teknologi RFID dikembangkan juga pada tahun yang sama. Salah satu perusahaan besar seperti walmart juga menggunakan RFID di semua toko mereka pada tahun yang sama. Kemudian, IoT juga dibahas secara meluas dalam jurnal pada tahun 2005, *The Boston Globe*, *Scientific American* dan *The Guardian* juga membahas secara mendalam tentang IoT. Pada tahun 2008 Internet Protocol (IP) dirancang untuk mendorong jaringan objek pintar dan memunculkan IoT.

Cara kerja *Internet of Things* dengan setiap benda wajib memiliki alamat *Internet Protocol* (IP), alamat tersebut menjadi sebuah identitas dalam jaringan sehingga benda tersebut dapat diperintah dari benda lain dalam jaringan yang sama. Kemudian alamat *Internet Protocol* (IP) pada benda dikoneksikan ke jaringan internet. Koneksi internet sangat mudah didapatkan pada saat ini, sehingga pengguna dapat mengontrol dan memberi perintah kepada benda tersebut yang dipasang sensor. Sensor memungkinkan memperoleh informasi yang dibutuhkan, kemudian benda tersebut mengolah informasi tersebut serta berkomunikasi dengan benda-benda lain yang memiliki alamat IP yang terkoneksi ke internet juga. IoT mampu menghubungkan miliaran hingga triliun benda-benda yang memiliki alamat IP perangkat melalui sambungan internet sehingga keperluan kritis akan arsitektur berlapis fleksibel.

Pada zaman sekarang ini komputer pribadi dan ponsel pribadi digabungkan menjadi satu, menciptakan smartphone. Pada tahun 2018 Iot diperkirakan akan melampaui angka perangkat mobil, mesin dan konsumen lainnya yang terhubung. Dalam kurun tahun 2016 dan 2020 perangkat Iot diperkirakan meningkat pesat sebesar 21% yang didorong dengan pengguna baru

(Kurniawan & Wilianto, 2016), sehingga tugas kritis untuk mengembangkan keamanan cyber untuk IoT. Kekhawatiran *cyber security* pada konsumen, perusahaan dan pemerintah yang menggunakan IoT membutuhkan kemudahan untuk mengeksplorasi masalah keamanan IoT. Untuk mengaktifkan potensi pada IoT, tantangan keamanan harus ditangani dengan kombinasi antara interoperabilitas dan desain yang baik sehingga menghasilkan produk dan solusi yang lebih baik.



Gambar 2.1 Prediksi Penggunaan IoT Per Tahun

Sumber: (Kurniawan & Wilianto, 2016)

Pada Gambar 2.1 diatas menjelaskan tentang meningkatnya penggunaan IoT pertahun. Perangkat seperti Arduino Yun, Raspberry PI, BeagleBone Black dan lainnya, biasanya terhubung ke portal kontrol data yang diperoleh. Kemudian dimanfaatkan untuk membuat keputusan dan bereaksi sesuai dengan data yang diterima. Dengan begitu IoT banyak sekali dimanfaatkan dalam bidang apapun, seperti pertanian, pengairan, hingga rumah otomasi.

Internet of Things pada bidang otomasi rumah dapat digunakan untuk mengontrol dan memantau sistem elektronik, mekanis dan elektrik pada bangunan. Pengembangan IoT ini juga dapat memantau dalam penggunaan energi secara *real-time* sehingga dapat menghemat penggunaan energi. Selain itu, dapat juga melakukan pemantauan terhadap penghuninya seperti, penjadwalan lampu waktu tidur, penyiram tanaman otomatis dan kulkas yang dapat memesan stok makanan tersendiri. Semuanya terintegrasi menjadi sistem rumah pintar.

2.2 Sensor Dan Aktuator

Sensor berperan penting dalam berbagai gadget. Panas, gerak, fluktuasi kimia, magnet dan fluida semuanya ditangani oleh sensor. Sensor secara umum didefinisikan sebagai jenis transduser yang digunakan untuk mengubah beberapa besaran seperti, mekanis, magnetis, sinar, panas dan kimia menjadi tegangan arus listrik (Amin Suharjono et al., 2016). Sedangkan aktuator bekerja berlawanan dengan sensor, aktuator bertindak dengan menerima sinyal atau perintah (Maya Utami Dewi, 2022). Mudah-mudahan, aktuator adalah sebuah mesin mekanik dengan mekanisme dengan mekanisme membuka dan menutup katup secara otomatis atau tanpa kontak manusia. Berikut sensor dan aktuator yang dapat digunakan pada penerapan *internet of things* pada sistem PDAM.

2.2.1 Sensor

Sensor merupakan elemen yang mengubah sinyal fisika/kimia menjadi sinyal elektronik yang dibutuhkan oleh komputer. Pada sistem PDAM terdapat beberapa sensor yang dapat digunakan untuk membangun sistem pintar yang dapat mempermudah pengguna PDAM. Beberapa sensor yang dapat digunakan pada sistem PDAM seperti di bawah ini:

a. *Waterflow sensor*

Waterflow sensor adalah sensor aliran yang bekerja menggunakan rotor air dan sensor efek Hall. Efek hall atau *Hall effect* didasarkan pada efek medan 3olynomi terhadap partikel yang bergerak. Pada saat air melewati gulungan rotor maka rotor akan berputar mengikuti kecepatan aliran air (Robi Dany Riupassa et al., 2018). Sehingga jika air melewati rotor air maka sensor efek Hall yang menangkap medan magnetik akan bekerja. Kelebihan dari sensor ini adalah sensor hanya membutuhkan satu sinyal dan menggunakan arus 5V DC dan ground. Namun, sensor *waterflow* YF-S201 ini memiliki kekurangan, keakuratan sensor ys-s201 ini dipengaruhi oleh tekanan, suhu dan kehausan sensor (Setya Ardhi et al., 2023). Berikut spesifikasi YF-S201:

1. Tegangan kerja 5v
2. Jarak kerja 1-30 Liter per menit
3. Tekanan air 2.0 MPa
4. Rentang suhu kerja -25 – 80 Celcius
5. Rentang kelembapan 35% - 80% RH
6. Ukuran pipa ½ Inch



Gambar 2.2 YF-S201 *Waterflow sensor*

Sumber: (Robi Dany Riupassa et al., 2018)

b. Sensor Level Air

Sensor level air akan membantu kita memutuskan apakah kita memiliki jumlah air yang cukup untuk disuplai. Gelombang ultrasonik dipicu dari sensor dan jarak ke target ditentukan dengan menghitung waktu yang diperlukan setelah gema dikembalikan. Sensor memancarkan pulsa frekuensi tinggi, umumnya dalam kisaran 20 kHz hingga 200 kHz, dan kemudian mendengarkan gema. Denyut nadi ditransmisikan dalam kerucut, biasanya sekitar 6° di puncak. Sensor level air terdiri dari banyak tipe sensor. Pada sensor HC-SR04 bekerja menggunakan sensor ultrasonik dengan pemanfaatan prinsip pemantulan gelombang suara untuk menghitung jarak benda. Sensor HC-SR04 terdiri dari dua bagian, bagian pertama sensor sonar pembaca, kedua sensor sonar penangkap, seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sensor ultasonik level air HC-SR04

Sumber: (Rupalir Shevale et al., 2018)

Berikut spesifikasi sensor level air HC-SR04:

1. Tegangan Kerja 5v DC
2. Jarak Frekuensi 40 Hz
3. Jarak maksimal 4 meter
4. Jarak minimal 2 senti meter
5. Sudut pengukuran 15 derajat

Dari dua sensor di atas yaitu sensor *waterflow* dan sensor level air dapat digunakan pada sistem PDAM berbasis IoT. Pada sistem monitoring air PDAM berbasis IoT ini hanya sensor *waterflow* yang digunakan. Penggunaan sensor *waterflow* ini dikarenakan menggantikan water meter yang diberikan PDAM. Water meter yang diberikan PDAM masih bersifat analog dan bersatuan meter kubik, menyulitkan pengguna PDAM untuk mengetahui penggunaan air dalam liter. Oleh karena itu, sistem air PDAM berbasis IoT ini membutuhkan *waterflow* sensor untuk menghitung jumlah penggunaan air dalam liter.

2.2.2 Aktuator

Aktuator merupakan peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme sistem. Pada sistem PDAM ini terdapat beberapa aktuator yang dapat digunakan. Aktuator dapat digunakan pada sistem PDAM berguna untuk mempermudah pengguna PDAM. Beberapa aktuator yang dapat digunakan seperti:

a. *Solenoid Valve*

Solenoid Valve adalah perangkat elektromagnetik sederhana yang merubah energi listrik secara langsung menjadi gerakan mekanis linier. Pada *Solenoid Valve*, *valve* dikendalikan oleh Solenoid yang digerakkan menggunakan arus AC maupun DC. *Solenoid Valve* memiliki dua bagian yaitu elektrikal *valve* dan mekanis *valve*. *Solenoid Valve* adalah katup yang dioperasikan secara otomatis. Tugas *Solenoid Valve* adalah mematikan dan melepaskan aliran air. *Solenoid valve* memiliki kelebihan dan kekurangan, beberapa kelebihan *solenoid valve* adalah pembukaan cepat, kompatibel arus AC dan DC dan dapat dipasang dengan posisi vertikan dan horizontal, namun *solenoid valve* memiliki kekurangan sangat sensitif terhadap tegangan, medan magnet mempengaruhi bukaan dan tutup katup dan perlu mengganti koil beberapa waktu (Chandra Syah Putra, 2022).



Gambar 2.4 *Solenoid valve*

Sumber: (Rupalir Shevale et al., 2018)

Berikut spesifikasi *solenoid valve*.

1. Tegangan kerja 220V/240V
2. Rentang tekanan air 0.02 – 0.8 MPa
3. Rentang suhu 0 – 80 celcius
4. Ukuran pipa ½ inch

b. Modul Relay

Modul Relay adalah suatu perangkat yang beroperasi menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontraktor dalam memindahkan posisi ON ke OFF begitu juga sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik. Modul Relay berfungsi sebagai saklar elektrik yang bekerja otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan. Modul Relay menggunakan tegangan arus 5 volt DC yang dapat menyuplai atau mengendalikan perangkat yang butuh tegangan tinggi atau yang sifatnya berarus AC. Secara umum kondisi relay terbagi menjadi dua, yaitu NC atau *Normally Close* dan NO atau *Normally Open*. *Normally Close* atau NC yaitu dimana kondisi awal atau dimana kondisi relay dalam keadaan menutup dikarenakan tidak menerima arus. Sedangkan NO atau *Normally Open* adalah dimana kondisi atau posisi relay dalam keadaan terbuka karena menerima arus listrik.



Gambar 2.5 Modul Relay

Sumber: (Suryantoro, 2019)

Berikut spesifikasi modul relay.

1. Tegangan kerja 5v
2. Maksimal load AC 250 V 10 A

3. Maksimal load DC 30 V 10A
4. Pin input IN, GND, Data
5. Pin Output Common, Normally Close, Normally Open

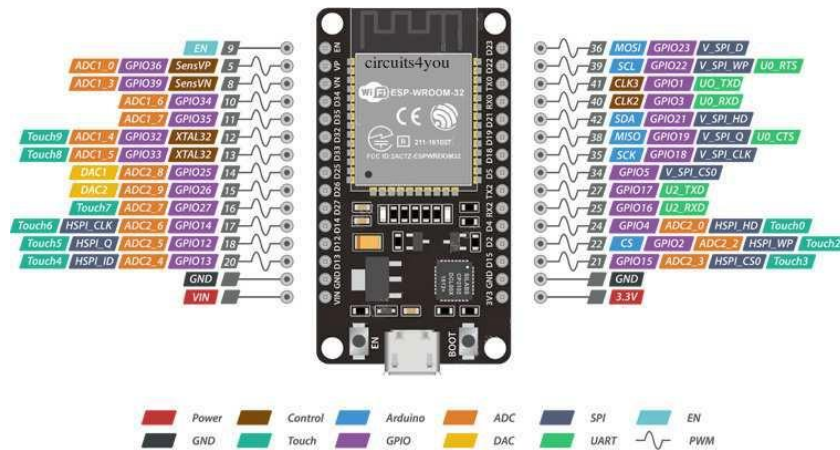
Dari aktuator di atas seperti, *solenoid valve* dan *relay module* adalah aktuator yang dapat digunakan pada sistem PDAM berbasis IoT. Pada sistem monitoring air PDAM ini, aktuator yang digunakan adalah *solenoid valve* dan *relay module*. Penggunaan *solenoid valve* dan *relay module* bertujuan untuk mengontrol penggunaan air PDAM. PDAM juga menggunakan *valve* yaitu, *ball joint valve*. *Ball joint valve* masih menggunakan kontak manusia dalam pengoperasiannya. Oleh karena itu, sistem monitoring air PDAM berbasis IoT ini menggunakan *solenoid valve* dan *relay module* dalam pengoperasian mengontrol penggunaan air.

2.3 Mikrokontroler

Data yang diperoleh ataupun diberikan dari sensor atau kepada aktuator selanjutnya akan dikirimkan atau diterima ke *cloud infrastructure* untuk diproses. Pengiriman data ke cloud membutuhkan sebuah penghubung atau mikrokontroler dengan koneksi. Banyak pilihan mikrokontroler yang bisa digunakan dalam IoT. Setiap mikrokontroler mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing yang mempengaruhi jarak, konsumsi daya dan lain -lain. Berikut perangkat mikrokontroler yang dapat digunakan pada Sistem air PDAM.

a. ESP32

ESP 32 dibuat dan dikembangkan oleh sebuah perusahaan China yang berbasis di Shanghai, yaitu Espressif Systems. Kemudian diproduksi oleh TSCM menggunakan proses 40nm. ESP 32 menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 dan tersedia dalam *dual-core* atau *single-core*. Modul ESP 32 memiliki fitur *Analog to Digital Converter* (ADC), dimana ESP 32 memiliki kemampuan merubah data analog menjadi data digital. Terdapat 15 Pin *Input* atau *Output* yang dapat merubah data atau sinyal analog menjadi digital yang digunakan untuk menghubungkan sensor dan aktuator. ESP 32 menggunakan 11b/g/n *wifi transceiver* dan 48 pin GPIO.



Gambar 2.6 ESP32 Dev. Board Pinout

Sumber: (Ardutech, 2020)

Spesifikasi ESP32 sebagai berikut:

1. Modul wi-fi ESP-WROOM-32
2. Built-in flash 32 MB
3. Frequency range 2.4G sampai 2.5G
4. Power supply 5v
5. 30 pin Gpio

b. Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah mikrokontroler yang berbasis open source yang dibekali microchip ATmega328P yang dikembangkan oleh Arduino.cc dan dirilis pada tahun 2010. Arduino uno memiliki library sendiri yang memudahkan pengguna dalam memprogramnya (Amin, 2018). Arduino uno sudah merilis banyak tipe arduino, salah satunya adalah arduino uno rev3 seperti G. Arduino uno rev3 memiliki 14 pin digital input output, diantaranya dapat digunakan sebagai output pwm, enam pin input analog. Pin tersebut dapat digunakan untuk merangkai rangkaian sistem. Berikut spesifikasi arduino uno rev3 diantaranya:

1. Tegangan pemakaian 5 volt
2. Rekomendasi input 7-12 volt
3. Batas input 6-20 volt
4. Pin digital I/O 14 pin dan PWM digital I/O 6 pin
5. Flash memory 32kB
6. Clock speed 16 MHz



Gambar 2.7 Arduino Uno Rev3

Sumber: (Almetwally et al., 2020)

Dari dua perangkat mikrokontroler di atas sistem monitoring air PDAM menggunakan ESP32. Arduino Uno Rev3 belum dapat terhubung dengan wifi maupun bluetooth. Esp32 dipilih sebagai pusat kontrol dan penghubung antar sensor dan aktuator dengan cloud. Esp32 dipilih karena esp32 menggunakan module wi-fi ESP-WROOM-32 yang dapat terhubung ke koneksi jaringan seluler, wifi, *wide area network*, satelit dan lain-lain. Oleh karena itu, penggunaan esp32 lebih mendukung dalam perangkaian sistem monitoring air PDAM berbasis IoT ini, dengan perangkat yang dapat terhubung dengan wifi pengiriman dan penerimaan data dapat dilakukan tanpa perangkat pendukung atau tambahan lainnya.

2.4 Penyimpanan Data

Proses pengolahan data juga bisa sederhana membaca nilai yang dibaca sensor hingga proses yang rumit. Dalam pemrosesan data bisa juga dengan interaksi manusia atau sepenuhnya otomatis menggunakan teknologi AI. Data yang telah diproses oleh sensor maupun aktuator kemudian diproses dan disimpan. Sistem monitoring penggunaan air PDAM ini rangkaian penyimpanan data untuk menghasilkan informasi atau menghasilkan pengetahuan dari data mentah dapat menggunakan beberapa platform, di antaranya seperti platform-platform dibawah ini:

a. Thingspeak

Thingspeak adalah platform berbasis web yang menyediakan API open source yang komprehensif dalam menyimpan data sensor dari berbagai aplikasi IoT. Thingspeak berkomunikasi menggunakan data internet sebagai penghubung antara sensor dan

penyimpanan awan Thingspeak. Thingspeak dapat mengambil, menyimpan, menganalisis, mengamati dan mengerjakan data yang dikirimkan kepada thingspeak dari sensor yang terhubung kepada mikrokontroller. Fitur utama fungsi thingspeak adalah Channel yang memiliki field untuk data, lokasi, dan status berbagai data. Setelah membuat channel pada Thingspeak data dapat diimplementasikan dan divisualisasikan menggunakan matlab dan menanggapi menggunakan tweet atau peringatan lainnya. Thingspeak juga menyediakan untuk membuat channel berbasis publik yang dapat dilihat para pengguna thingspeak lainnya.

Thingspeak memiliki kelebihan sebagai satu satunya platform IoT open source yang dirancang khusus menggunakan penyimpanan awan. Dan juga API memungkinkan visualisasi yang sangat mudah dari data yang dikumpulkan menggunakan spline chart. Oleh karena itu, secara visual thingspeak jauh lebih menarik dan mudah ketika memeriksa kumpulan data dibandingkan dengan API terbuka lainnya. Manfaat lain dari API open source adalah dapat dijalankan menggunakan server lokal atau server sendiri, sehingga menciptakan fleksibilitas yang tinggi.

Dengan beberapa kelebihan thingspeak tidak menutup thingspeak tetap memiliki kelemahan. Thingspeak memiliki batasan update pada satu server per-channel sekitar lima belas detik. Alasan dari batasan unggah tersebut karena kelebihan bandwidth yang digunakan, oleh karena itu pada akhirnya thingspeak menghabiskan dana tambahan untuk layanan nirlaba. Namun batasan ini dapat dihapus dengan langganan berbayar dengan thingspeak. Sebagai kekurangan akhir channel diatur private, mengubah menjadi saluran publik membuat data tersedia diakses semua akun. Namun thingspeak tidak memberikan informasi dimana data disimpan, bagaimana pengamanan data dan durasi data disimpan pada server mereka.

b. Firebase

Firebase merupakan Backend as a Service (BaaS) yang menyediakan banyak ragam tools dan layanan dalam membantu developer mengembangkan suatu sistem atau aplikasi lebih cepat. Dengan bantuan firebase, developer dapat lebih fokus pada front-end, karena dalam sisi back-end akan dikerjakan menggunakan firebase yang lebih praktis. Firebase memiliki tujuh buah fitur yaitu, Cloud Firestore, Realtime Database, Authentication, ML Kit, Cloud function, Cloud storage, Hosting. Dari tujuh fitur pada firebase tidak semua

dapat diakses secara gratis atau spark plan, untuk kebutuhan yang lebih tinggi dapat menggunakan Blaze plan atau berbayar.

Firebase memiliki kelebihan antar muka yang mudah digunakan. Firebase juga merupakan suatu platform yang sangat responsif. Dalam penggunaan dengan aplikasi android, iOS, java, Objective-C, swift, node.js, Flutter, Kotlin dan JavaScript juga dapat digunakan. Firebase juga sangat memudahkan developer yang tidak begitu paham pada back-end. Namun firebase tetap memiliki beberapa kekurangan, terutama tidak semua produknya dapat diakses secara gratis. Firebase juga dapat terjadi overkill atau berhenti tiba-tiba dikarenakan penggunaan yang terpusat. Firebase juga tidak memiliki akses untuk host data, sehingga akan sulit untuk recovery akun user.

Dari kedua platform yang dapat digunakan sebagai penyimpanan data sangat memudahkan developer dalam mengembangkan sistem IoT. Pada sistem monitoring air PDAM berbasis IoT ini menggunakan platform Thingspeak. Thingspeak memiliki kelebihan dalam segi visualisasi data yang baik. Ketika data telah dikirimkan kepada thingspeak, data akan dapat dipantau riwayatnya pada grafik yang terdapat pada field. Pada firebase untuk mengakses analytics harus menggunakan blaze plan atau berbayar. Penggunaan Thingspeak pada sistem monitoring air PDAM berbasis IoT sangat memudahkan dalam pengembangan sistem, penggunaan API gratis yang diberikan thingspeak membuat perangkat hardware dan software dapat terhubung satu sama lain.

2.5 User Interface

Data yang telah diproses memerlukan tampilan agar bisa dipahami dengan mudah oleh pengguna. Di sini diperlukan suatu user interface atau antar muka pengguna. User interface umumnya ditampilkan di sebuah device seperti: smartphone, tablet, pc atau lainnya. Selain digunakan untuk menampilkan informasi yang diperlukan, user interface juga berfungsi untuk berinteraksi atau mengendalikan device IoT yang terhubung ke objek. Pada sistem monitoring air PDAM user interface ditampilkan menggunakan aplikasi android yang diprogram sendiri. Beberapa platform yang dapat mendukung dalam pengembangan sistem monitoring air PDAM adalah sebagai berikut:

a. MIT App Inventor

App Inventor adalah sistem berbasis web dimana aplikasi android dapat digunakan tanpa perlu tahu memprogramnya. Sistem ini diberhentikan oleh google dan dilanjutkan oleh

Massachusetts Institute of Technology (MIT). MIT App Inventor adalah lingkungan pemrograman berbasis blok yang intuitif yang memungkinkan pemrogram pemula membuat aplikasi fungsional untuk ponsel pintar dan tablet. MIT App Inventor memiliki sebuah tim kecil staf dan mahasiswa MIT CSAIL, yang dipimpin oleh Profesor Hal Abelson, membentuk inti dari gerakan penemu internasional. Selain memimpin penjangkauan pendidikan seputar MIT App Inventor dan melakukan penelitian tentang dampaknya, tim inti ini memelihara lingkungan pengembangan aplikasi online gratis yang melayani lebih dari 6 juta pengguna terdaftar. Tim Penemu Aplikasi MIT telah menyediakan ekstensi IoT untuk memungkinkan orang mendesain dan membuat aplikasi untuk berinteraksi dengan perangkat fisik (Wen Xi & Evan W. Patton, 2018).

App inventor berbasis visual block programming karena memungkinkan pengguna bisa menggunakan, melihat, menyusun dan menyeret dan meletakkan blok yang sesuai perintah dan fungsi event handler untuk menciptakan aplikasi yang bisa berjalan sistem android. MIT App Inventor tidak hanya membantu dalam menciptakan sebuah aplikasi namun juga membantu dalam mengasah logika. Pengguna dapat mengimplementasikan ide-ide kreatif dengan IoT dan dengan mudah dibawa untuk digunakan dan ditunjukkan kepada teman di ponsel pintar. MIT App Inventor memiliki kelebihan yang praktis dan simpel. Kemudian, MIT App Inventor tidak memerlukan coding, karena hanya menggunakan sistem menyeret dan logika. Namun MIT App Inventor juga memiliki kekurangan di antaranya, masih terdapat komponen yang tidak lengkap dan jauh berbeda dengan eclipse yang lebih leluasa.

b. Android Studio

Android Studio merupakan Integrated Development Environment (IDE) untuk pengembangan aplikasi android. Android studio diumumkan oleh manajer produk google di konferensi google I/O pada 16 mei 2013. Kemudian tahap beta versi 0.8 diumumkan dibulan juni 2014, begitu juga dengan build stabil pertama versi 1.0 diumumkan dibulan desember 2014. Google menghentikan dukungan Eclipse ADT serta android studio menjadi satu-satunya IDE yang didukung untuk pengembangan Android secara resmi di akhir tahun 2015 (Jamal Eason, 2015). Perangkat lunak ini kompatibel pada operasi sistem Linux, macOS dan Windows. Android studio memungkinkan pengguna membuat aplikasi android dengan antar muka yang lebih baik (Thamaraimanalan et al., 2018). Android

studio juga mendukung bahasa pemrograman seperti Java, Kotlin, dan Python. Android studio juga memiliki virtual device untuk men-debug aplikasi yang dibuat.

Android studio memiliki kelebihan fungsi intelligent code editor sehingga memberikan kemudahan dalam menganalisis kode. Android studio juga memiliki emulator yang kaya fitur serta sistem yang fleksibel. Android studio dapat membuat aplikasi secara lengkap dan dapat digunakan secara tim. Namun, android studio memiliki proses yang lambat, serta implementasi yang rumit meskipun aplikasi yang dikembangkan cukup simpel (Elang Hendy Subrata, 2018).

Dari dua buah platform diatas, dalam mengembangkan user interface berbasis aplikasi android sistem monitoring air PDAM berbasis IoT menggunakan MIT App Inventor. MIT App Inventor digunakan untuk sistem monitoring air PDAM berbasis IoT ini dikarenakan sistem yang dibuat merupakan sebuah sistem simpel atau sederhana. Pada android studio mengembangkan aplikasi yang sederhana memerlukan proses yang rumit, sehingga pemilihan MIT App Inventor sangat memudahkan dalam pengembangan aplikasi android sistem monitoring air PDAM berbasis IoT. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi android sistem monitoring air PDAM berbasis IoT menggunakan platform MIT App Inventor.

2.6 Review Penelitian Sejenis

Tinjauan pada beberapa penelitian terdahulu tentang sistem monitoring air dilakukan sebagai pembanding antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu, tinjauan penelitian terdahulu ini berfungsi sebagai referensi dalam memperluas bahan kajian penelitian ini. Berikut adalah empat kutipan dari penelitian terdahulu sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dilakukan di Universitas Telkom oleh Achmad Braamantio Ramadhan, Sony Sumaryo dan Rizky Ardianto Priramadhi, berjudul “Desain dan Implementasi Pengukuran Debit Air Menggunakan Sensor Water Flow Berbasis IoT”. Penelitian tersebut bertujuan pengimplemntasian pengukuran debit air menggunakan sensor water flow menggunakan mobile app.
- b. Penelitian ini dilakukan di Universitas Pendidikan Indonesia oleh AHS Budi, R Amshari dan B Mulyanti, berjudul “Rancangan Bangun Sistem Real Time Watermeter Berbasis IoT”. Penelitian ini bertujuan membuat sistem real time water meter berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan sensor water flow, *valve*, dan ESP32 dan mengirimkan data ke website.

- c. Penelitian ini dilakukan di Institut Teknologi Bandung oleh Roby Dani Riupassa, Helen Rafliis dan Hendro, berjudul “Optimasi Nilai Konstanta Kalibrasi Pada Water Flow Sensor YF-S201”. Penelitian ini bertujuan kalibrasi dan menentukan nilai konstanta pada water flow sensor.
- d. Penelitian ini dilakukan di Savitribai Phule Pune University, India oleh Rupalir Shevale, Shweta Karad, Maryam Merchant, Ashwini Kardile dan Vijiyata Mishra, berjudul “IOT Based Real time water Monitoring System for Smart City”. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan penggunaan real time water monitoring pada smart city.

Perbedaan penggunaan sensor dan perangkat lainnya dari penelitian diatas dapat dilihat pada Tabel 2.1.

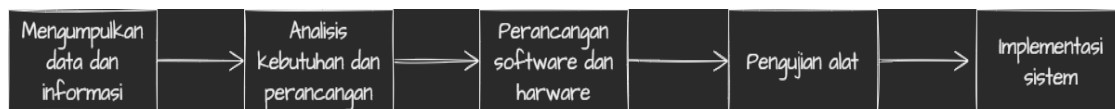
Tabel 2.1 Tabel Review Penelitian Sejenis

No.	Perangkat / Sensor	(Ramadhan et al., 2019)	(Budi et al., 2020)	(Riupassa et al., 2018)	(Shevale et al., 2018)
1	Arduino / Node Mcu	Ya	Ya	Ya	Ya
2	<i>Waterflow sensor</i>	Ya	Ya	Ya	Ya
3	<i>Solenoid Valve</i>	Ya	Ya	Ya	Tidak
4	Mobile	Ya	Tidak	Tidak	Tidak
5	website	Tidak	Ya	Tidak	Ya

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Pengembangan Sistem

Untuk menyelesaikan sistem monitoring penggunaan air PDAM berbasis *Internet of Things* memiliki beberapa tahapan, Tahapan pengembangan Sistem adalah urutan pengerjaan yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian yang dilakukan, seperti pada gambar Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahap Pengerjaan Penelitian

3.2 Analisis Kebutuhan

Berdasarkan hasil analisis, sistem monitoring penggunaan air PDAM berbasis iot dengan ESP32 memerlukan beberapa kebutuhan dalam perancangan sistem.

3.2.1 Kebutuhan Input

Kebutuhan input dari sistem monitoring penggunaan air PDAM berbasi Iot dengan perangkat ESP32 adalah sebagai berikut:

- a. Data Sensor *Waterflow*
- b. Data *solenoid valve*

3.2.2 Kebutuhan Output

Kebutuhan output dari sistem monitoring penggunaan air PDAM berbasi Iot dengan perangkat ESP32 adalah sebagai berikut:

- a. Informasi nilai sensor *Waterflow*
- b. Informasi nilai *Solenoid valve*

3.2.3 Kebutuhan Hardware

Kebutuhan perangkat keras dari sistem monitoring penggunaan air PDAM berbasi Iot adalah sebagai berikut:

- a. ESP32
- b. Sensor *Waterflow*

- c. *Solenoid valve*
- d. Pompa air
- e. Pipa ukuran ½ inch
- f. Kabel jumper male to female, male to male, female to female

3.2.4 Kebutuhan Software

Kebutuhan perangkat lunak dari sistem monitoring penggunaan air PDAM berbasis Iot dengan perangkat ESP32 adalah sebagai berikut:

- a. Arduino IDE
- b. Thingspeak
- c. MIT App Inverter

Penggunaan software diatas dibutuhkan untuk mendukung fungsi dari sistem monitoring air PDAM. Sistem monitoring air PDAM berfungsi sebagai memantau penggunaan air pada rumah tinggal, selain itu Sistem monitoring air PDAM ini juga dapat mengontrol penggunaan air. Oleh karena itu, MIT App Inverter digunakan untuk membuat sebuah sistem berbasis android yang dapat mengontrol perangkat keras dalam sistem penggunaan air PDAM.

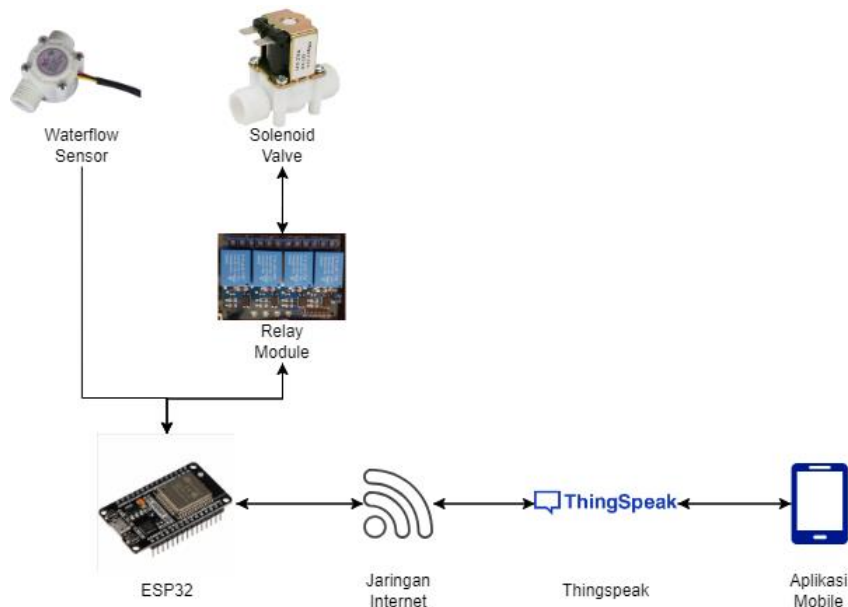
3.3 Perancangan Sistem

Alat yang terpasang pada sistem monitoring air PDAM dengan perangkat ESP32, akan melakukan pembacaan sensor-sensor yang dilalui air, kemudian hasil dari bacaan sensor akan ditampilkan pada aplikasi android sederhana. Oleh karena itu perancangan ini berbasis *Internet of Things* dikarenakan nilai hasil bacaan sensor dapat melakukan pertukaran data dan diakses secara real-time pada aplikasi android. Nantinya akan ada alat yang dapat digunakan untuk mengontrol penggunaan air dan hasil nilai yang telah dibaca oleh sensor akan dikirimkan sensor melalui esp32 kepada aplikasi android melalui perantara thingspeak.

3.3.1 Rancangan Umum Sistem

Sistem monitoring penggunaan air PDAM berbasis IoT ini di desain dengan tujuan mempermudah mengontrol penggunaan air pada rumah. Penggunaan air berlebihan merupakan salah satu pemborosan energi yang menyebabkan kekeringan dan pemborosan penggunaan sumber daya alam serta menyebabkan pembengkakan biaya penggunaan air. Sistem ini menggunakan thingspeak dan aplikasi android sebagai visualisasi data dan pengontrol alat, dan juga sistem ini terdiri dari dua sensor, yaitu sensor arus atau debit air dan pemutus aliran air

otomatis. Sistem ini menggunakan thingspeak sebagai pen jembatan antara perangkat keras dan aplikasi android. Sistem ini juga menggunakan beberapa perangkat seperti, esp32, breadboard, relay modul, *waterflow sensor* dan *solenoid valve*. Sistem ini bekerja mengalkulasi penggunaan air yang akan dibaca sensor dan dikirimkan sensor melalui esp32 kepada thingspeak, serta mengontrol penggunaan air yang akan dikontrol melalui *solenoid valve*. Pengguna dapat mengontrol dan memantau penggunaan air melalui smartphone android yang ditampilkan melalui aplikasi android secara real-time. Selain itu, jika air sudah mencukupi penampungan atau penggunaan, pengguna dapat menghentikan aliran air langsung menggunakan aplikasi android.

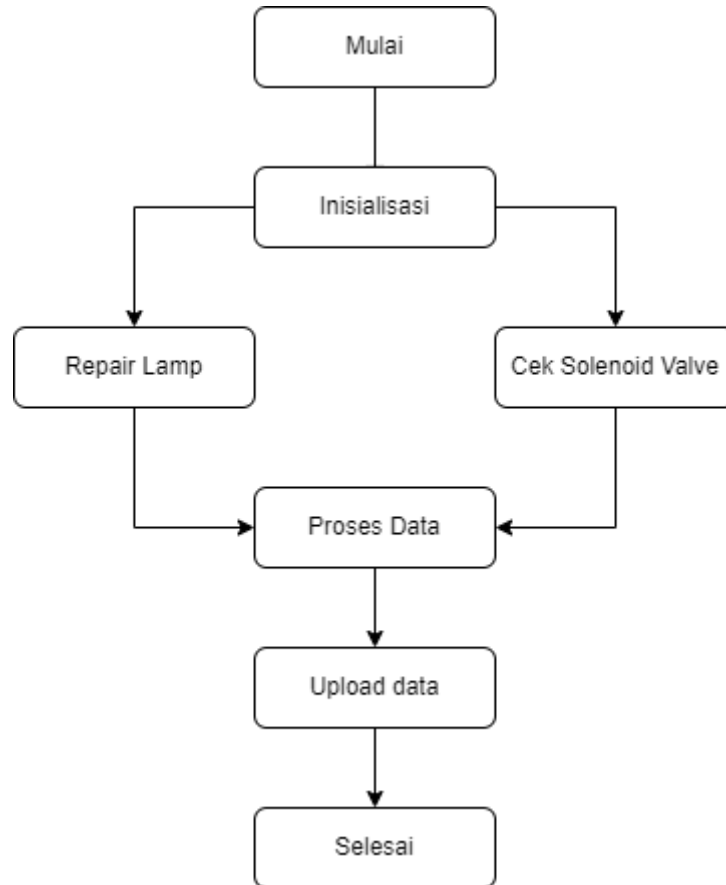


Gambar 3.2 Gambaran Umum Sistem

3.3.2 Perancangan Alur Kerja Sistem

Pada Gambar 3.3 menjelaskan flowchart alur kerja sistem dari sensor *Waterflow* dan sensor *Solenoid valve* yang akan dibaca ESP32. Sensor akan mengirimkan data melalui esp32 dalam bentuk sinyal analog. Kemudian data yang terbaca pada *Waterflow sensor* akan dikirimkan kepada Thingspeak melalui perangkat ESP32. Kemudian *solenoid valve* dapat dikontrol melalui aplikasi android, aplikasi android mengirimkan data kepada thingspeak, kemudian dilanjutkan kepada esp32. Esp32 mengirimkan data yang telah dibaca dari thingspeak kepada relay, kemudian relay mengontrol arus *solenoid valve* dengan data yang

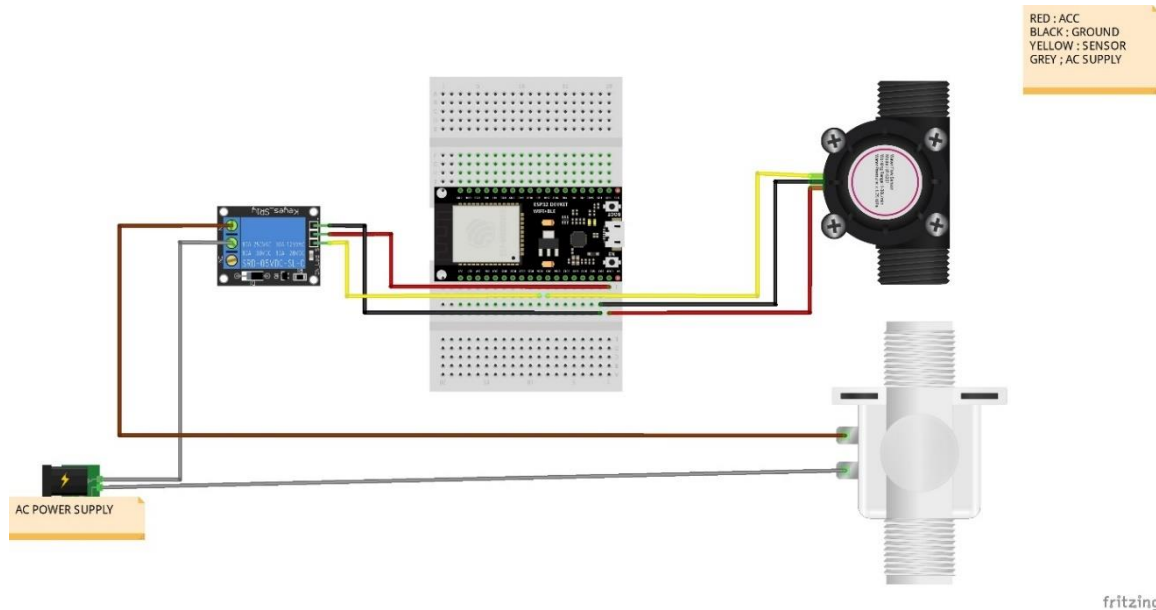
telah dikirimkan esp32. Setelah itu, data *waterflow sensor* yang ada paa thingspeak akan ditampilkan pada aplikasi android, data *solenoid valve* juga akan ditampilkan pada aplikasi android melalui jaringan internet.



Gambar 3.3 Alur Kerja Sistem

3.3.3 Perancangan Komponen *Hardware*

Perancangan komponen perangkat keras pada Sistem Monitoring Air PDAM terdiri dari, ESP32, breadboard, Relay, sensor *Waterflow* dan *Solenoid valve*. Semua perangkat Sensor akan terhubung kepada ESP32. *Solenoid valve* terhubung dengan ESP32 melalui perantara Relay. Kemudian, terdapat sebuah pompa yang bertujuan untuk mengalirkan aliran air melalui sebuah pipa yang berukuran sebesar $\frac{1}{2}$ inch. Terdapat sebuah *power supply* bertegangan AC yang bertujuan untuk menyalakan *Solenoid valve* agar tetap dapat memiliki arus listrik yang sesuai untuk menjalankan *solenoid valve*. Penggunaan arus bertipe AC juga bertujuan agar *solenoid valve* tetap dapat terhubung dengan perangkat esp32 melalui relay modul, rancangan rangkaian alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rancangan Rangkaian Alat.

Sumber: Fritzing

Penjelasan rangkaian Gambar 3.4, sebagai berikut:

- ESP32 bekerja sebagai sentral dari sistem yang menerima dan mengirim data dari sensor dan controller pada aplikasi android.
- Sensor *Waterflow* bekerja sebagai pengukur debit penggunaan air.
- Solenoid valve* bekerja sebagai memutus dan melanjutkan aliran air.
- Relay bekerja sebagai pengendali atau controller *Solenoid valve*.
- AC power supply* sebagai penyuplai daya pada perangkat tegangan AC.

3.3.4 Konfigurasi ESP32

ESP32 memiliki banyak tipe, seperti yang digunakan dalam sistem adalah esp32 Dev Kit V1. Esp32 bekerja sebagai sentral dari sistem yang menerima hasil dari pembacaan sensor dan nilai yang dikimkan aplikasi android pada thingspeak dan mengirim data hasil pembacaan dari sensor dan controller pada aplikasi android. ESP32 memiliki 30 pin, sebanyak 18 pin yang dapat digunakan sebagai digital dan analog yang teraai menjadi tiga fungsi yaitu empat buah pin input, delapan buah pin internal pull up, enam buah pin tanpa internal pull up. Kemudian masing-masing satu buah pin RX dan TX, satu buah pin arus yang bertegangan 3,3 volt (VCC), satu buah pin arus yang bertegangan 5 volt (VIN), dua buah pin ground atau massa (GND), dan masing-masing satu buah pin VN,VP dan EN.



Gambar 3.5 ESP32 Dev Kit

3.3.5 Konfigurasi Sensor *Waterflow*

Sensor *Waterflow* adalah sebuah sensor yang dapat mengukur laju arus air dan jumlah debit air. Sensor *waterflow* berkerja sebagai pengukur debit penggunaan air. Data sensor *Waterflow* yang telah dibaca akan dikrimkan kepada ESP32 melalui pin yang telah dihubungkan dan dikirimkan kepada Thingspeak.

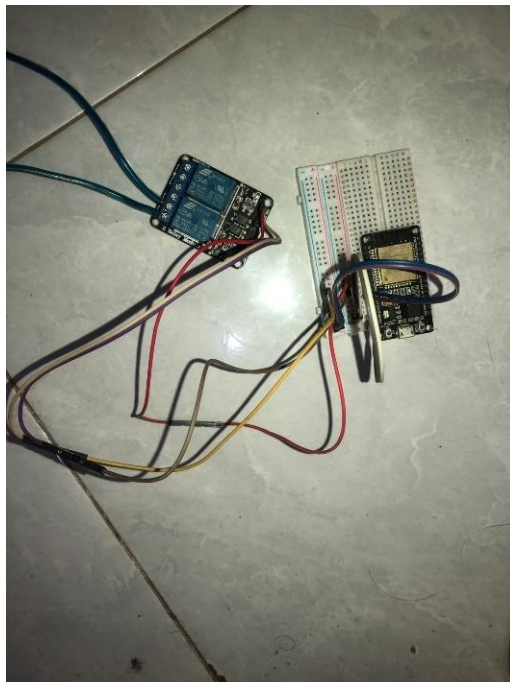
Gambar 3.6 menggambarkan konfigurasi rangkaian *Waterflow sensor* dan ESP32. Sensor waterfow menggunakan tipe arus DC dan sensor waterlfow memiliki 3 kabel atau pin, kabel VCC (merah), DATA (kuning), GND (hitam). Pada kabel atau pin VCC (merah) berfungsi sebagai daya atau arus positif, kabel atau pin VCC (merah) ini terhubung langsung pada pin VIN atau pin 5v ESP32. Kabel atau Pin DATA (kuning) berfungsi sebagai transmisi data digital, kabel atau pin DATA (kuning) ini terhubung langsung pada pin D26 pada ESP32. Setelah itu, kabel atau Pin GND (hitam) berfungsi sebagai badan masa atau arus negatif, pada kabel atau pin GND (hitam) terhubung langsung pada GND ESP32.



Gambar 3.6 Konfigurasi ESP32 dan *Waterflow sensor*

3.3.6 Konfigurasi Relay modul

Relay adalah suatu alat yang berfungsi sebagai on/off atau controller arus. Relay modul berkerja sebagai pengendali atau kontroler *Solenoid valve*. ESP32 akan mengirimkan nilai yang telah dikirimkan oleh thingspeak yang diterima dari aplikasi android kepada Relay yang berfungsi untuk mengendalikan *Solenoid valve*.

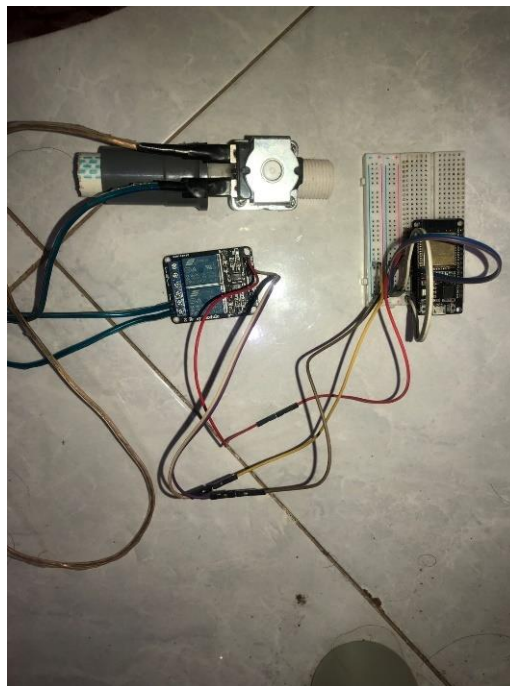


Gambar 3.7 Konfigurasi ESP32 dan Relay

Pada Gambar 3.7 menggambarkan konfigurasi antara Relay dan ESP32. Normalnya relay memiliki 3 pin, pin VCC, IN, dan GND. Relay yang digunakan memiliki 4 buah pin, VCC, IN1, IN2, dan GND, akan tetapi IN1 dan IN2 adalah sebuah option untuk menggunakan relay satu atau yang kedua, Oleh karena itu hanya tiga pin yang digunakan. Pin VCC berfungsi sebagai pin arus daya atau arus positif, pin VCC terhubung langsung dengan pin VIN atau pin arus pada ESP32. Pin IN1 berfungsi sebagai transmisi data digital, pin IN1 terhubung langsung pada pin D27 yang merupakan pin transmisi data digital pada ESP32. Pin GND adalah pin badan masa atau arus negatif dan terhubung langsung dengan pin GND pada ESP32.

3.3.7 Konfigurasi *Solenoid valve*

Solenoid valve adalah alat yang bekerja untuk memutus dan menyambungkan aliran air. *Solenoid valve* bekerja sebagai memutus dan melanjutkan aliran air, *Solenoid valve* menerima data melalui Relay yang terhubung pada ESP32. Relay menerima nilai data dari aplikasi android melalui esp32 untuk dapat mengontrol *solenoid valve*.



Gambar 3.8 Konfigurasi ESP32, Relay dan *Solenoid valve*

Pada Gambar 3.8 menggambarkan konfigurasi *Solenoid valve* dengan Relay dan ESP32. *Solenoid valve* memiliki 2 pin bertegangan arus AC. Pada *Solenoid valve* terdapat pin VCC dan GND yang dapat digunakan secara acak atau tidak ada penetapan VCC dan GND. Pada pin VCC berfungsi sebagai arus daya, yang terhubung dengan pin NO (Normally Open) pada Relay. Pin GND berfungsi sebagai badan masa, yang terhubung dengan pin CC (Common Contact) pada Relay.

3.4 Perancangan Pengujian Sistem

Pengujian pada sistem monitoring air PDAM berbasis IOT ini untuk membuktikan bahwa sensor *waterflow*, relay, *solenoid valve* dan alat-alat yang digunakan sudah bekerja dengan baik, dapat mengirimkan data kepada thingspeak dan dapat tampil pada aplikasi android. Pengujian dilakukan pada sebuah kotak kaca atau penampungan air dengan menguji alat yang digunakan, hasil pembacaan sensor. Untuk melihat hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada thingspeak kemudian aplikasi android yang telah terhubung dengan ESP32, sehingga dapat menjadi acuan sensor bekerja baik atau belum. Keseluruhan pengujiannya dimasukkan pada tabel sebagai bukti hasil pengujian sistem. Berikut simulasi pengujian sistem yang dilaksanakan:

- a. Sensor *Waterflow* mengirimkan data debit air yang tepat.
- b. *Solenoid valve* dapat memutus dan menyambungkan aliran air.
- c. Relay dapat mengontrol *Solenoid valve*.
- d. ESP32 dapat mengirim dan menerima data.

Berikut tabel parameter pengujian alat dan sensor.

Tabel 3.1 Skema Pengujian Alat dan Sensor

Sensor Dan Alat	Pengujian	Hasil
<i>Waterflow sensor</i>	Mendeteksi jumlah penggunaan debit air	Sensor dikalibrasi sehingga tingkat akurasi tinggi
<i>Solenoid valve</i>	Memutus dan menyambungkan aliran air	<i>Solenoid valve</i> dapat dikontrol menggunakan aplikasi android
Relay	Mengontrol <i>Solenoid valve</i>	Relay dapat mengontrol solenoid valve
ESP32	Menerima dan mengirim data kepada Thingspeak	Esp32 dapat mengirim data kepada aplikasi android melalui thingspeak dan menerima data dari aplikasi android melalui thingspeak

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem Dan Sintaks Program

Pada bagian ini membahas hasil dari sistem monitoring air PDAM. Terdapat dua bagian yang akan dibahas, pertama membahas implementasi perangkat keras, pada bagian ini terdapat juga penjelasan sintaks program yang digunakan dalam memprogram sensor dan alat perangkat keras ESP32. Kedua membahas implementasi perangkat lunak. Pada implementasi perangkat lunak Sintaks program akan dibagi menjadi dua, yaitu sintaks pada thingspeak kemudian sintaks pada aplikasi android. Sintaks adalah pola untuk menulis sebuah kalimat dengan cara yang benar yang dapat dipahami oleh komputer. Setiap skrip baru diperiksa ketika proses kompilasi dijalankan. Jika sintaks salah maka compiler akan mengirimkan pesan kesalahan dan program tidak akan berjalan menghasilkan bytecode. Oleh karena itu, setiap peraturan sintaksis harus diikuti.

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras Dan Sintaks

Perangkat yang digunakan pada sistem monitoring air PDAM terdiri dari beberapa perangkat, seperti ESP32, Sensor *Waterflow* , *Solenoid valve*, Relay, Pompa air dan breadboard. Sensor *Waterflow* akan terhubung langsung pada ESP32, sedangkan Relay sebagai pen jembatan antara *Solenoid valve* dan ESP32. Data yang dikirimkan dari sensor *Waterflow* berupa data total penggunaan debit air, sedangkan Relay menerima data dari ESP32 dan mengontrol *Solenoid valve*.

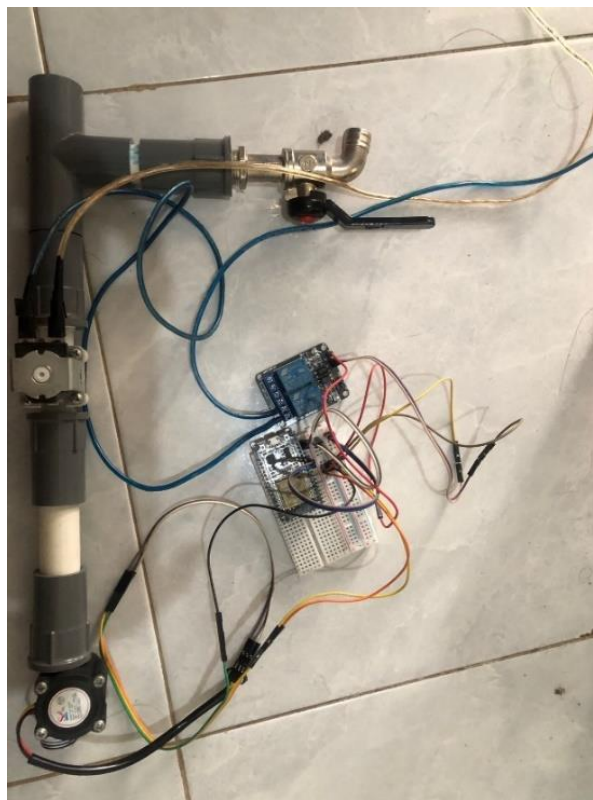


Gambar 4.1 Perangkat keras pada Sistem Monitoring Air PDAM

Gambar 4.1 adalah gambaran keseluruhan perangkat keras yang digunakan, terdapat beberapa komponen yaitu:

- a. Satu buah ESP32
- b. Satu buah Sensor *Waterflow*
- c. Satu buah Relay
- d. Satu buah *Solenoid valve*
- e. Satu buah pompa air
- f. Satu buah breadboard

Dalam melakukan penerapan *Internet of Things* adalah memasang ESP32 ke breadboard. Setelah itu, memasang pin sensor *Waterflow* ke breadboard yang setiap titik lubangnya sudah terhubung kepada ESP32, pin VCC pada *Waterflow sensor* terhubung pada pin VIN ESP32, Gnd terhubung ke gnd dan data terhubung ke D26. Kemudian menghubungkan Relay pada ESP32 pin VCC dan gnd pada Relay dihubungkan ke pin VCC dan gnd ESP32, dan pin IN1 pada Relay terhubung ke D27 pada ESP32. Selanjutnya menghubungkan *Solenoid valve* dengan Relay, pada *Solenoid valve* terdapat dua pin, pin VCC terhubung ke Normally Open dan pin gnd terhubung dengan pin Common Contact.



Gambar 4.2 Proses menghubungkan semua perangkat keras ke ESP32

Pada Gambar 4.2 proses menghubungkan seluruh perangkat dengan yang terhubung dengan ESP32 menggunakan selang atau pipa paralon. Proses ini bertujuan agar dapat memantau penggunaan air yang telah digunakan melalui aplikasi android. Kemudian, dilakukan sebuah pemrograman atau penulisan sintaks pada sensor atau alat yang telah dirangkai.

Pertama kali sebelum melakukan pemrograman pada ESP32, dapat mengunduh terlebih dahulu aplikasi Arduino IDE yang terdapat pada website <https://www.arduino.cc/en/software> dan memasang Arduino IDE agar dapat menulis dan menjalankan program code sesuai fungsi yang dituliskan. Setelah mengunduh dan memasang Arduino IDE, kemudian dapat mengunduh driver ESP32 Dev kit pada Arduino IDE, agar dapat menghubungkan perangkat esp32 dengan PC atau laptop melalui port yang terdapat pada laptop atau PC dan dapat terbaca dan dapat dijalankan. Setelah itu, sambungkan ESP32 dengan PC atau laptop menggunakan kabel usb, agar dapat menulis atau memberikan perintah. Setelah itu unduh library yang dibutuhkan.

Kemudian sintaks pemanggilan library wifi agar esp32 dapat terhubung dengan jaringan wifi yang ada. Pemanggilan library secrets.h yang berisi SSID wifi, password wifi, channel id thingspeak, read api key dan write api, dan library thingspeak. Pemanggilan library thingspeak untuk dapat mengirim atau membaca data ke thingspeak. Selanjutnya mendeklarasikan pin sensor yang digunakan seperti *Waterflow sensor* pada pin 26 dan Relay pada pin 27. Kemudian menginisialisasi data untuk koneksi wifi, id channel Thingspeak, dan API Thingspeak.

```
#include <WiFi.h>
#include "secrets.h"
#include "ThingSpeak.h"

#define RELAY 26
#define SENSOR 27

char ssid[] = SECRET_SSID;
char pass[] = SECRET_PASS;
int keyIndex = 0;
WiFiClient client;
unsigned long myChannelNumber = SECRET_CH_ID;
const char * myWriteAPIKey = SECRET_WRITE_APIKEY;
const char * myReadAPIKey = SECRET_READ_APIKEY;
```

Gambar 4.3 Sintaks pemanggilan library dan deklarasi pin yang digunakan

Selanjutnya pada Gambar 4.4 menginisialisasi nilai sensor. Dimulai dengan tipe data *solenoid valve*, waktu hasil pembacaan sensor, nilai kalibrasi sensor, tipe nilai data *waterflow sensor*, tipe data satuan baca nilai sensor.

```
int valve;
long currentMillis = 0;
long previousMillis = 0;
int interval = 1000;
boolean ledState = LOW;
float calibrationFactor = 7.5;
volatile byte pulseCount;
byte pulse1Sec = 0;
float flowRate;
unsigned long flowMilliLitres;
int totalMilliLitres;
float flowLitres;
int totalLitres;
```

Gambar 4.4 Sintaks Inisialisasi Alat

Pada Gambar 4.5 berisi fungsi “setup” yang bertujuan menyediakan lingkungan fungsi pin input, output sebelum dijalankan pada pada Arduino IDE. Isi sintaks dimulai dari serial komunikasi, menentukan pin mode seperti pin input dan output, arus mililiter, total mililiter dan meninisialisasi Thingspeak serta wi-fi.

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  while (!Serial) {
    ; }
  pinMode(SENSOR, INPUT_PULLUP);
  pinMode(RELAY, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY, LOW);
  pulseCount = 0;
  flowRate = 0.0;
  flowMilliLitres = 0;
  totalMilliLitres = 0;
  previousMillis = 0;
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(SENSOR), pulseCounter, FALLING);
  ThingSpeak.begin(client);
  WiFi.mode(WIFI_STA);}
```

Gambar 4.5 Sintaks Inisialisasi Thingspeak

Pada Gambar 4.6 berisi fungsi “void loop” bekerja untuk menjalankan program berulang-ulang. Untuk pemrograman utama terletak pada fungsi “void loop” yang berisi sintaks pembacaan sensor *waterflow*. Dikarenakan pengulangan tidak akan selesai dalam waktu satu detik maka membuat fungsi current millis yang berfungsi sebagai logika yang digunakan sensor *waterflow* untuk menghitung laju arus air dan jumlah debit penggunaan air yang dibaca oleh sensor. Kemudian menerapkan faktor kalibrasi untuk menykalakan keluaran berdasarkan jumlah pulse per detik per satuan ukuran yang berasal dari sensor. Kemudian, bagi laju aliran air dalam liter/menit dengan 60 untuk menentukan berapa liter yang keluar melewati sensor dalam interval satu detik, lalu kalikan 1000 untuk mengubahnya ke dalam satuan mililiter. Kemudian, menambahkan setiap total mililiter dan total liter kedalam jumlah kumulatif masing masing satuan.

```
void loop() {
    currentMillis = millis();
    if (currentMillis - previousMillis > interval) {

        pulse1Sec = pulseCount;
        pulseCount = 0;

        flowRate = ((1000.0 / (millis() - previousMillis)) * pulse1Sec) /
calibrationFactor;
        previousMillis = millis();
        flowMilliLitres = (flowRate / 60) * 1000;
        flowLitres = (flowRate / 60);
        totalMilliLitres += flowMilliLitres;
        totalLitres += flowLitres;
    }
}
```

Gambar 4.6 Sintaks Program Utama

4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak Dan Sintaks Program

Perangkat lunak yang digunakan pada sistem monitoring air PDAM dalam menampilkan data dan informasi menggunakan Thingspeak dan Aplikasi Android.

a. Thingspeak

Thingspeak adalah suatu platform yang digunakan sebagai penyimpanan awan untuk sistem *Internet of things*, Thingspeak digunakan secara open source untuk menjalankan aplikasi dengan menggunakan API yang disediakan oleh Thingspeak. Dalam imlementasi

ini Thingspeak digunakan untuk menerima dan mengirim data dari ESP32. Thingspeak digunakan untuk menjembatani antara ESP32 dan aplikasi android.

Pengiriman dan penerimaan data yang dijembatani oleh thingspeak menjadikan sistem monitoring air PDAM bersifat real-time. Selanjutnya seperti pada Gambar 4.7 adalah program yang mengirimkan data dari sensor *waterflow* kepada thingspeak. Data yang dikirimkan sesuai dengan nomor channel dan field yang telah ditentukan, yaitu field 1. Kemudian, sintaks yang berfungsi untuk menampilkan data pada serial monitor Arduino IDE. Kemudian sintaks program pada Gambar 4.8 adalah sintaks yang membaca nilai sensor yang akan dikirimkan Thingspeak kepada ESP32 untuk mengontrol *Solenoid valve* melalui Relay. Ketika thingspeak mengirimkan nilai 1 maka solenoid akan mengalirkan air, begitupun sebaliknya ketika thingspeak mengirimkan nilai 2 maka *solenoid valve* memutus aliran air.

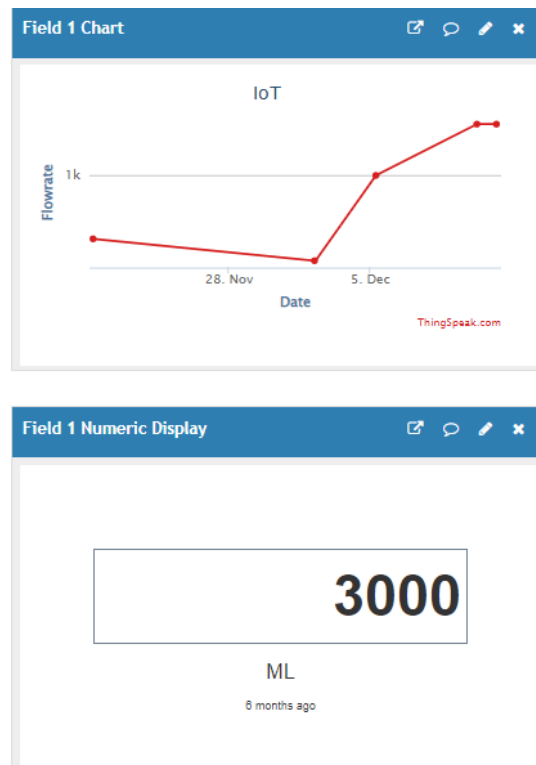
```
int yfs = ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 1, totalMilliLitres,
myWriteAPIKey);
    if(yfs == 200){
        Serial.println("Channel update successful.");
        Serial.println("FLOWRATE : ");
        Serial.println(flowRate);
        Serial.println("TOTAL : ");
        Serial.println(totalMilliLitres);}
    else{
        Serial.println("Problem updating channel. HTTP error code " +
String(yfs));}
```

Gambar 4.7 Sintaks program pengiriman data

```
int solenoidValve = ThingSpeak.readLongField(myChannelNumber, 2,
myReadAPIKey);
    if(solenoidValve == 1){
        digitalWrite(RELAY, HIGH);
        Serial.println("Relay = 1 atau valve on");
    }
    else if(solenoidValve == 2){
        digitalWrite(RELAY, LOW);
        Serial.println("Relay = 2 atau valve off");
    }
    delay(15000);}
```

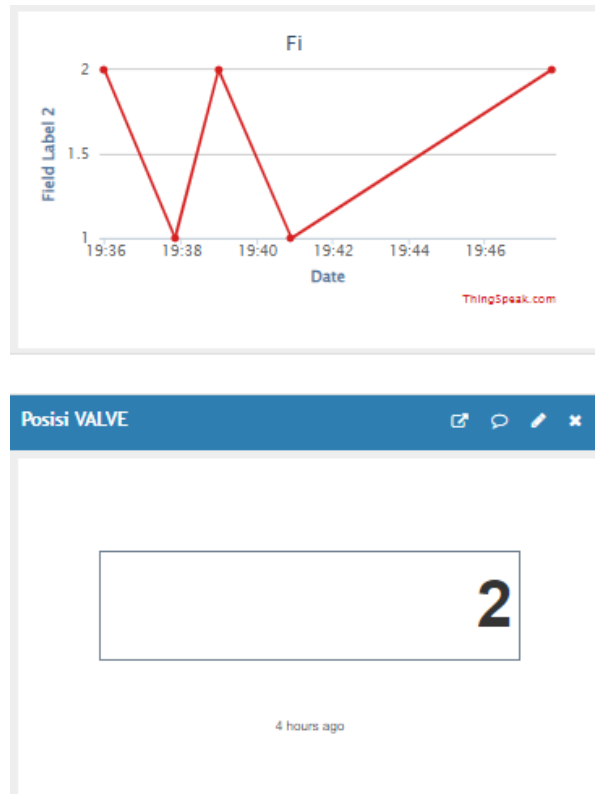
Gambar 4.8 Sintaks program pembacaan data

Hasil dari sintaks pada Gambar 4.7 terlihat seperti Pada Gambar 4.9, Gambar 4.9 menampilkan halaman Thingspeak yang berisi informasi yang dikirim oleh sensor, kemudian akan dikirimkan kepada aplikasi android. Pada Thingspeak data yang ditampilkan adalah jumlah debit air. Ditampilkan pada Gambar 4.9 data yang dibaca sensor dapat juga ditampilkan menggunakan numeric display. Data yang ditampilkan pada numeric display adalah data bertipe integer sesuai dengan data yang baca oleh sensor *waterflow* melalui esp32 dan akan terupdate selama 15 detik.

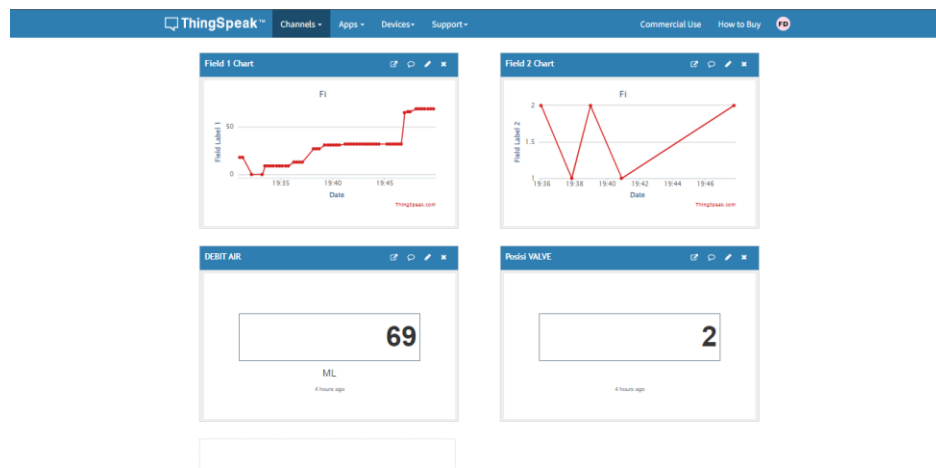


Gambar 4.9 Tampilan Field 1 Thingspeak

Pada Gambar 4.10 menampilkan halaman Thingspeak yang berisi informasi nilai *Solenoid valve* yang dikirimkan dari aplikasi android kepada Thingspeak yang kemudian dilanjutkan dikirim kepada ESP32 menjadi nilai yang akan dibaca oleh relay, kemudian relay membaca nilai untuk mengontrol *solenoid valve*. Pada Gambar 4.10 merupakan field yang nantinya akan dibaca ESP32 menggunakan sintaks program seperti pada Gambar 4.8. kemudian Pada Gambar 4.11 menampilkan tampilan field berbentuk grafik dan numeric display, nilai yang dibaca sensor telah dapat dikirimkan dan ditampilkan pada thingspeak. Begitu juga nilai yang dikirimkan oleh aplikasi android telah dapat ditampilkan pada thingspeak.



Gambar 4.10 Tampilan Field 2 Thingspeak

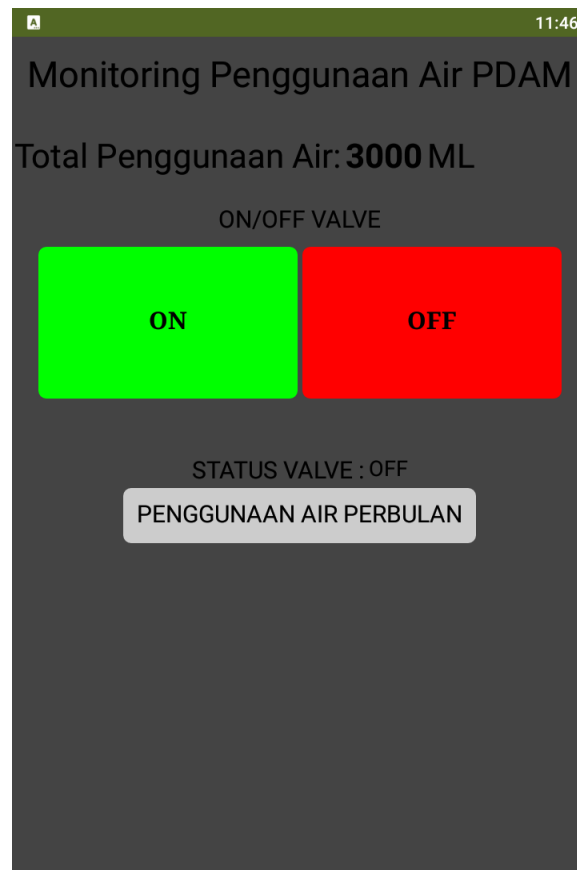


Gambar 4.11 Tampilan halaman Thingspeak

b. Aplikasi Android

Aplikasi android digunakan untuk mengontrol penggunaan air dan menampilkan sejumlah informasi, seperti menampilkan penggunaan air, menampilkan informasi data jumlah penggunaan air dalam kurun waktu bulan, dan menampilkan grafik total penggunaan air perbulan. Aplikasi android juga digunakan pengguna untuk mengontrol *solenoid valve* melalui sebuah button. Pada aplikasi android juga menampilkan jumlah penggunaan air secara real-time. Program aplikasi android dikerjakan menggunakan MIT App Inventor,

MIT App Inventor adalah sebuah platform pengembangan aplikasi visual yang diprogram menggunakan blok kode. Pada bagian sintaks program pada aplikasi android hanya menampilkan blok kode menyimpan data yang telah dikirimkan oleh esp32 melalui thingspeak. Sebelum melakukan blok kode program, kunjungi <https://appinventor.mit.edu>. Kemudian, klik button “create apps!”, selanjutnya “Start new project” dan mengisi nama proyek. Setelah itu baru melakukan desain tampilan dan pemrograman aplikasi android menggunakan blok.



Gambar 4.12 Tampilan Aplikasi Android

Pada Gambar 4.12 menampilkan halaman yang berisi informasi dari hasil sensor *Waterflow*. Pada “ON/OFF Valve” seperti Gambar 4.12 adalah button switch on/off *solenoid valve* yang berfungsi sebagai pengontrol *solenoid valve* melalui relay module. Pada Gambar 4.12 terdapat “Total Penggunaan Air” yang berfungsi menampilkan berupa informasi jumlah penggunaan air mengalir yang terbaca oleh sensor. “Total Penggunaan Air” menggunakan satuan mililiter agar perhitungan penggunaan tidak mengalami selisih jumlah yang besar jika dengan penggunaan air real. Untuk menyimpan “Total penggunaan Air” Tambahkan web pada “Palette Connectivity”. Kemudian buka spreadsheet, lalu

membuat spreadsheet baru, selanjutnya gunakan Apps Script pada extension, dengan program Gambar 4.13 ini.

```
function doGet(e) {
  var ss = SpreadsheetApp.openById
    ("1OqQnJTnYToni7k09719UWefOEssLqMQ_jeWgN2stUaE");

  var sh = ss.getSheetByName("DB");

  var t = new Date();
  var currentTime = t.toLocaleTimeString();
  var d = Utilities.formatDate(new Date(), "GMT+7", "MM/dd/yyyy" );
  var m = Utilities.formatDate(new Date(), "GMT+7", "MM/yyyy");
  var totalair1 = e.parameter.totalair1;
  sh.appendRow([t,d,totalair1]);

  return ContentService.createTextOutput("Success: " + t + ", " + d +
    ", " + m + ", " + totalair1 + ",added");}
```

Gambar 4.13 Sintaks program aplikasi android

Pada Gambar 4.13 berisi fungsi “doGet(e)”, kemudian terdapat pemanggilan beberapa variabel, seperti variabel ss berfungsi memanggil spreadsheet yang digunakan. Kemudian variabel sh, yaitu variabel nama pada sheet. Kemudian ada variabel waktu, hari, currenttime, dan variabel total air atau nilai yang dikirimkan esp32. Kemudian sintaks penempatan variabel waktu dan nilai data pada kolom spread sheet. Kemudian pada “Penggunaan Air Perbulan” pada Gambar 4.12 adalah sebuah fitur yang menampilkan penggunaan air perbulan dari pengguna seperti Gambar 4.14. Penggunaan air perbulan terdiri dari dua satuan, satuan milimeter dan satuan liter. Setelah dilakukan pemrograman sintaks pada Gambar 4.13 dapat menyimpan setiap penggunaan air, maka dapat menampilkan total penggunaan air setiap bulan sesuai waktu saat penyimpanan data dilakukan. Pada Gambar 4.15 adalah sebuah grafik penggunaan air setiap bulan, grafik akan menampilkan bagaimana perbedaan pengguna dalam menggunakan air setiap bulannya. Grafik tersebut dapat di akses melalui button “GRAFIK” pada Gambar 4.8. Fitur grafik lebih memudahkan untuk melihat kebiasaan penggunaan air sebuah rumah. Fitur ini juga dapat dimanfaatkan pengguna sebagai cara mudah melihat bulan terboros dalam penggunaan air dan bulan teririt dalam penggunaan air.

BACK TOTAL PENGGUAAAN AIR PERBULAN

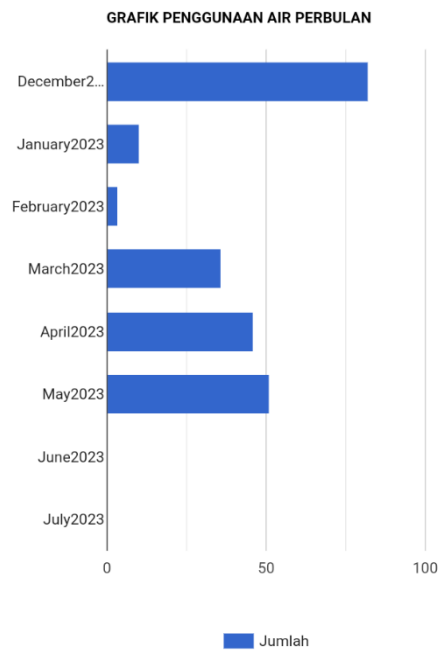
GRAFIK

Search list...

December2022	81993 ML	81.99 L
January2023	9983 ML	9.98 L
February2023	3519 ML	3.52 L
March2023	35838 ML	35.84 L
April2023	45924 ML	45.92 L
May2023	50987 ML	50.99 L

Gambar 4.14 Tampilan Penggunaan Air Perbulan

BACK Tampilkan Grafik Penggunaan Air



Gambar 4.15 Tampilan Grafik Penggunaan air

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini berfungsi untuk menguji alat dan sensor yang ada pada sistem Monitoring penggunaan air PDAM berbasis IoT. Pengujian sistem ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem sudah dapat menampilkan hasil bacaan sensor dan apakah layak untuk diimplementasikan ke dalam sistem. Pada pengujian sistem ini dibagi menjadi tiga yaitu, pengujian sensor *waterflow*, pengujian relay dan *solenoid valve*, dan pengujian esp32. Pengujian pada *waterflow sensor* bertujuan mencari nilai kalibrasi agar data debit air yang dikirimkan *waterflow sensor* sesuai dengan data debit air real. Kemudian, pada relay modul dan *solenoid valve* pengujiannya dilakukan bersamaan, dikarenakan *solenoid valve* bekerja berkesinambungan dengan relay modul. Kemudian, yang menjadi tujuan dalam pengujiannya esp32 yaitu apakah esp32 dapat mengirim data kepada aplikasi android melalui thingspeak dan menerima data yang dikirimkan aplikasi android melalui thingspeak.

4.2.1 Pengujian Sensor *Waterflow*

Pada pengujian sensor *waterflow* ini adalah pengujian pada faktor kalibrasi sensor yang digunakan pada sistem monitoring air PDAM. *Waterflow sensor* yang digunakan pada penelitian bertipe YF-S201 tahan pada suhu $-25^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$. *Waterflow sensor* yf-s201 memiliki faktor kalibrasi yang dapat disesuaikan dengan ukuran pipa yang digunakan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui ketepatan pembacaan penggunaan air dari sistem yang dibuat agar layak diimplementasikan ke dalam sistem monitoring penggunaan air PDAM.

Pengujian akurasi *waterflow sensor* dilakukan sebanyak dua puluh kali percobaan. Pengujian dilakukan menggunakan akuarium atau kotak kaca dan menggunakan pompa. Hasil dari pengukuran yang telah dilakukan sebanyak dua puluh kali percobaan, didapatkan nilai faktor kalibrasi bernilai 7.5. Hasil dari pengujian akurasi sensor dengan faktor kalibrasi 7.5 mendapatkan akurasi volume air sebenarnya 97,96%. *Waterflow sensor* yf-s201 hampir mendekati volume air real dengan persentase volume error sebesar 2,03%. Error pada pengujian disebabkan oleh tegangan arus listrik yang tidak stabil saat proses pengujian berlangsung.

Berikut data hasil pengujian akurasi pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Akurasi *Waterflow sensor*

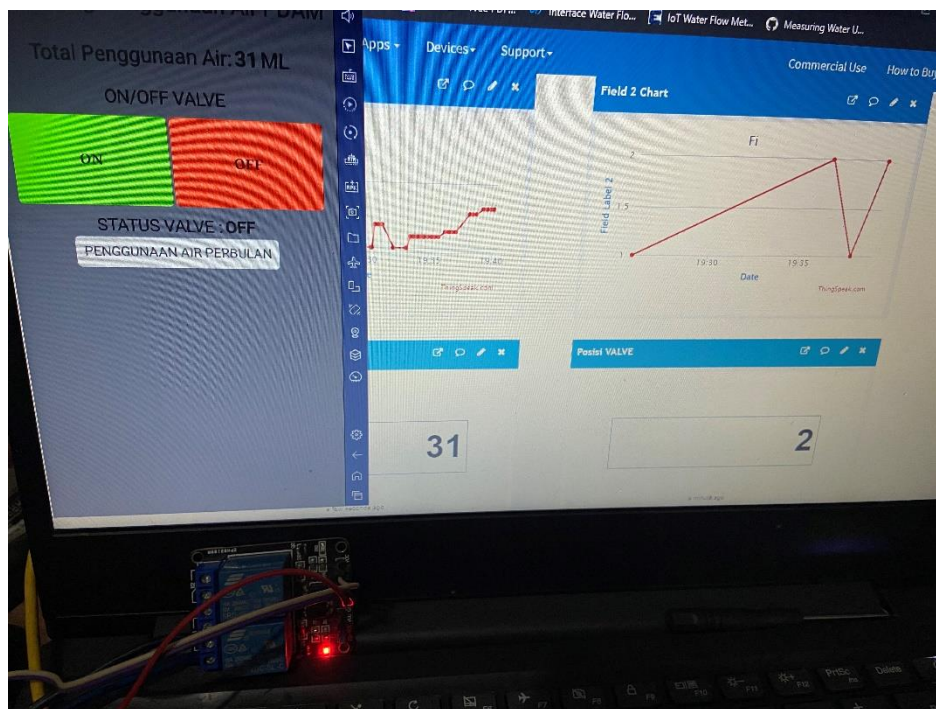
Pengujian	Pengukuran sensor (ml)	Pengukuran manual (ml)	<i>Percent of Error (%)</i>	Akurasi
1	920	940	2,13	97,83%
2	956	980	2,45	97,49%
3	911	929	1,94	98,02%
4	923	950	2,84	97,07%
5	978	1000	2,20	97,75%
6	924	954	3,14	96,75%
7	958	965	0,73	99,27%
8	930	900	3,33	96,77%
9	897	900	0,33	99,67%
10	963	960	0,31	99,69%
11	893	903	2,27	97,68%
12	948	970	2,00	97,96%
13	980	1000	0,75	99,24%
14	923	930	1,55	98,43%
15	890	904	1,60	98,38%
16	925	940	5,27	94,44%
17	935	987	2,81	97,11%
18	968	996	1,92	98,04%
19	970	989	1,91	98,05%
20	975	994	0,31	99,69%
Rata-rata	938,35	954,55	2,03	97,96%

4.2.2 Pengujian Relay Modul dan *Solenoid valve*

Pada bagian ini, dilakukan pengujian relay modul dan *solenoid valve* pada sistem. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah relay dapat bekerja mengontrol *solenoid valve* melalui aplikasi android. Skema pengujiannya dilakukan dengan mengontrol *solenoid valve* melalui aplikasi android, apakah relay dapat mengontrol *solenoid valve* dengan nilai yang dikirimkan dari aplikasi android. Jika pengguna menekan tombol off/on pada aplikasi android, aplikasi android akan mengirimkan nilai langsung kepada relay melalui thingspeak dan esp32.

Jika tombol on ditekan maka aplikasi android akan mengirimkan nilai 1, maka relay akan menerima nilai dan menjalankan arus listrik, sehingga ketika *solenoid valve* dialirir arus akan mengubah energi listrik menjadi energi gerakan mekanis atau *solenoid valve* akan terbuka. Kemudian, jika tombol off ditekan maka aplikasi android akan menerima nilai 2, maka relay akan menerima nilai dan memutus arus listrik, sehingga ketika arus listrik terputus pada *solenoid valve*, *solenoid valve* akan tertutup atau tidak akan mengalirkan aliran air.

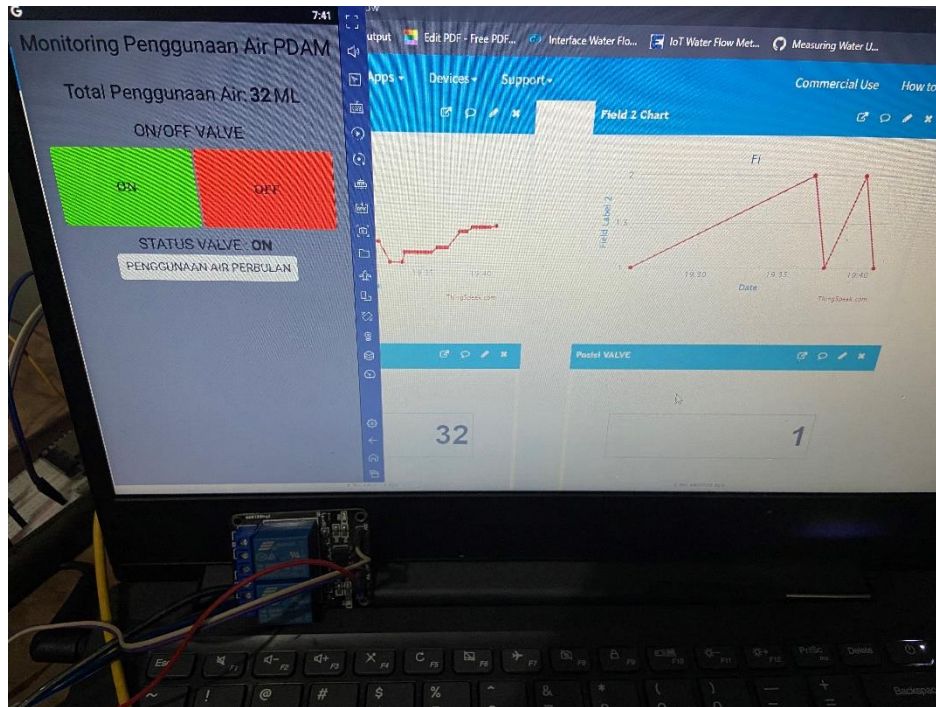
Pada Gambar 4.16 menampilkan hasil pengujian relay module dan *solenoid valve*, ketika pengguna menekan tombol “OFF” “status valve” akan berubah menjadi “OFF”, maka aplikasi android mengirimkan nilai 2 kepada thingspeak. Kemudian, led pada relay module akan menyala yang mengartikan relay module dalam keadaan memutuskan aliran listrik. Dalam kondisi tersebut ketika relay module sudah dapat menerima nilai data, maka *solenoid valve* akan menghentikan aliran air.



Gambar 4.16 Pengujian Relay Module dan *Solenoid valve* Kondisi Mati

Pada Gambar 4.17 menampilkan hasil pengujian relay module dan *solenoid valve* dalam kondisi menyala. Dalam kondisi ini, ketika pengguna menekan tombol “ON” “status valve” akan berubah menjadi “OFF”, maka aplikasi android akan mengirimkan nilai 1 kepada thingspeak yang mengartikan relay module menyambungkan pengiriman energi listrik. Dalam kondisi tersebut ketika relay module sudah dapat menerima data dan telah menyambungkan

aliran listrik, maka *solenoid valve* akan menubuh energi listrik menjadi energi mekanis, sehingga aliran air dapat mengalir melewati *solenoid valve*.



Gambar 4.17 Pengujian Relay Modul dan *Solenoid valve* dalam kondisi Menyala

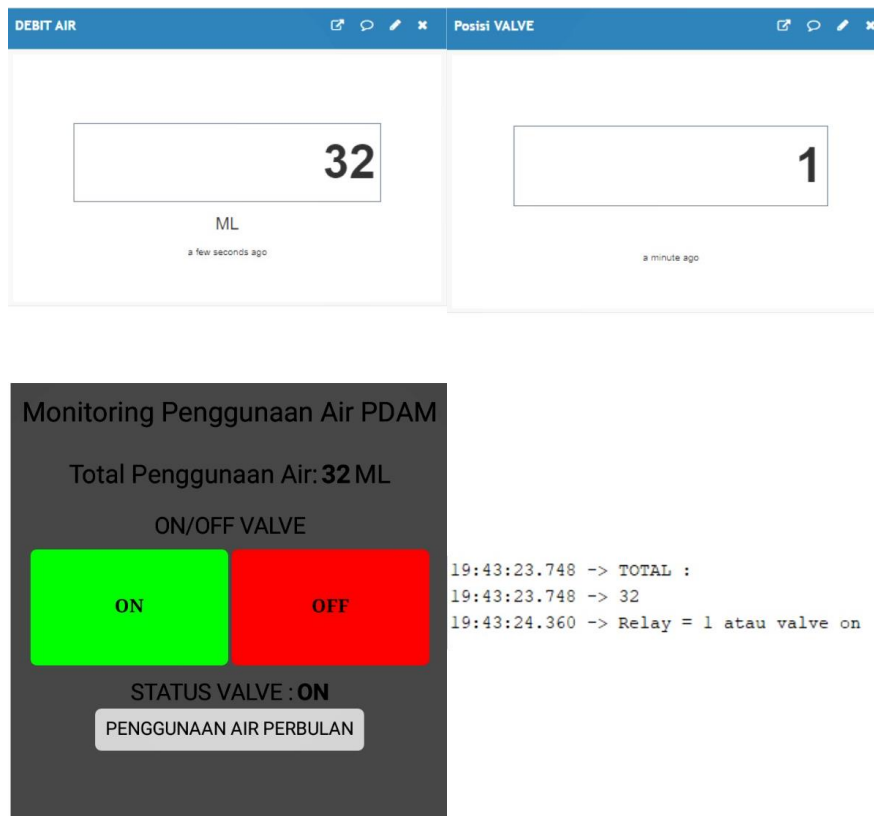
Dalam pengujian relay module dan *solenoid valve* ini memiliki kekurangan, kekurangan tersebut disebabkan adanya batasan waktu dalam memperbaharui channel thingspeak sekitar 15 detik. Oleh karena itu, di beberapa waktu pengujian dalam penekanan tombol *solenoid valve* perlu dilakukan sedikit berulang kali. Namun, relay dan *solenoid valve* telah dapat menerima nilai data yang telah dikirimkan oleh aplikasi android melalui perantara thingspeak.

4.2.3 Pengujian Perangkat ESP32

Pada bagian ini, dilakukan pengujian terhadap esp32 pada sistem. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan sesuai implementasi keseluruhan. Pada pengujian ini maka akan dilakukan penyambungan secara keseluruhan perangkat. Skema pengujian pada perangkat esp32 ini, dilakukan dengan dua kondisi. Pertama, kondisi dimana esp32 dapat mengirim nilai yang telah dibaca oleh *waterflow sensor*, esp32 mengirimkan nilai kepada thingspeak yang nantinya akan diteruskan kepada aplikasi android. Kemudian, pada pengujian kedua kondisi esp32 dapat menerima nilai yang telah dikirimkan aplikasi android melalui perantara thingspeak. Pada sistem monitoring air PDAM ini esp32 berkerja secara terus

menerus melakukan pengulangan, sehingga nilai data yang dikirimkan sensor terbaru secara terus-menerus.

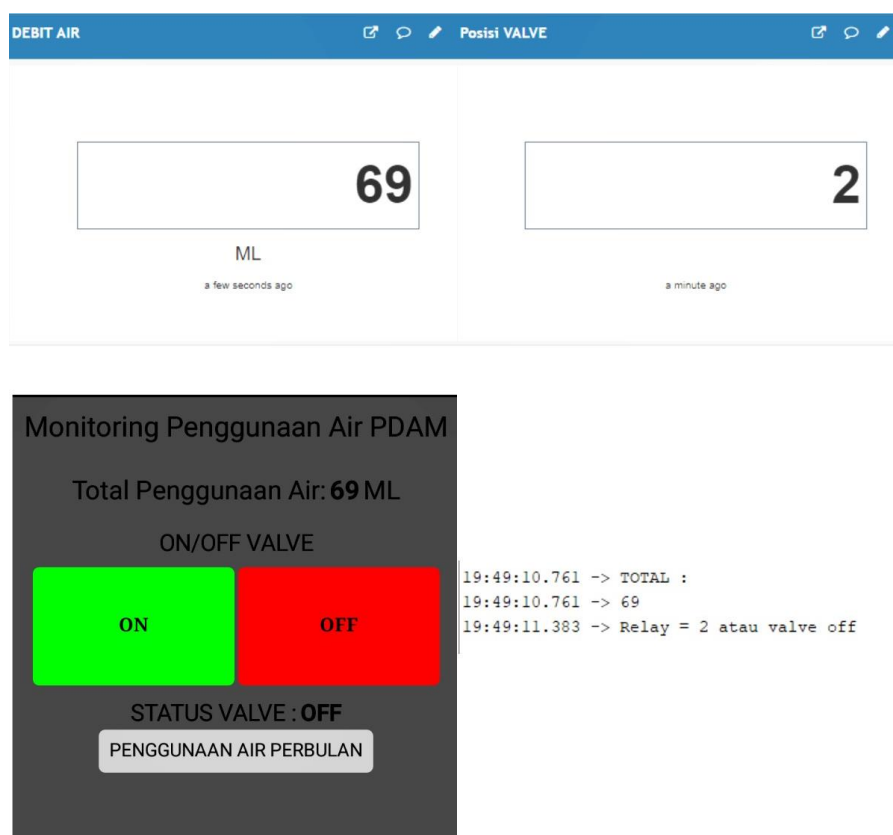
Pada Gambar 4.18 menampilkan hasil skema pengujian kondisi pertama esp32. Esp32 mengirimkan data hasil bacaan sensor *waterflow* sensor. Esp32 mengirimkan data yang telah dibaca oleh *waterflow sensor* kepada thingspeak, hasil bacaan esp32 yang ditampilkan pada serial monitor aplikasi Arduino menunjukkan nilai “32”. Kemudian, esp32 mengirimkan nilai tersebut kepada thingspeak field 1 atau field “Debit Air”. Selanjutnya, aplikasi android mengambil data tersebut untuk ditampilkan pada aplikasi android. Pada tampilan aplikasi android nilai yang dikirimkan esp32 ditampilkan pada “Total Penggunaan Air”, ketika esp32 mendapatkan nilai data yang baru dari sensor *waterflow*, esp32 mengirimkan secara terus-menerus. Esp32 juga secara terus menerus membaca atau menerima nilai update *solenoid valve* pada field 2 atau field “Posisi VALVE”.



Gambar 4.18 Pengujian Mengirim Data oleh ESP32

Pada Gambar 4.19 menampilkan hasil skema pengujian kedua yaitu, menerima data pada esp32. Esp32 menerima data yang telah dikirimkan aplikasi android, melalui thingspeak. Pada tampilan android nilai data untuk *solenoid valve* berstatus off atau bernilai 2. Kemudian, pada tampilan thingspeak sebagai perantara telah menerima nilai yang dikirmkan oleh aplikasi android, yaitu bernilai data adalah 2. Kemudian esp32 menerima data yang ada pada field 2

atau field posisi *valve* dan mengirimkan data kepada relay module. Pada tampilan serial monitor aplikasi Arduino “Relay = 2 atau valve off” yang mengartikan bahwa relay sudah menerima nilai data dan dalam status off atau memutus aliran listrik, sehingga esp32 telah menerima data yang dikirimkan oleh aplikasi android. Dalam sistem monitoring air PDAM ini esp32 mengirimkan data melalui perantara thingspeak kepada aplikasi android dan aplikasi android juga mengirimkan data melalui perantara thingspeak kepada esp32. Oleh karena itu, dengan menggunakan thingspeak sebagai perantara, esp32 dan aplikasi android hanya perlu memiliki *write API* dan *read API* thingspeak secara langsung dan gratis, dengan pembuatan akun thingspeak akan langsung memiliki channel id, field dan *write API* serta *read API*.



Gambar 4.19 Pengujian Menerima Data oleh ESP32

Pada pengujian perangkat esp32 didapatkan hasil, esp32 telah berhasil mengirim dan menerima data. Pada saat menjalankan pengujian didapati beberapa kali esp32 gagal membarui nilai dikarenakan koneksi yang tidak stabil. Kondisi keadaan jaringan sangat berpengaruh pada pengiriman dan penerimaan data yang dilakukan oleh esp32. Kendala tersebut dapat berkurang jika pengguna menggunakan jaringan internet melalui modulator demodulator atau yang lebih dikenal dengan modem atau dengan jaringan wi-fi yang stabil.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat dari sistem monitoring penggunaan air PDAM dapat ditarik kesimpulan secara fungsional dapat berjalan sesuai dengan rencana. Penerapan *Internet of Things (IoT)* pada Sistem penggunaan air berbasis PDAM menggunakan sensor *waterflow*, *solenoid valve*, relay module dengan esp32 sebagai alat pusat dapat diimplementasikan dan dapat berfungsi dengan baik. Selain itu, sistem monitoring penggunaan air PDAM ini juga dapat mengontrol penggunaan air melalui *solenoid valve* yang dikontrol melalui aplikasi android yang dibuat sendiri. Penggunaan thingspeak juga sangat memudahkan dalam pembuatan sistem, dengan membuat akun thingspeak akan mendapatkan API yang dapat digunakan secara gratis serta dapat melihat perbaruan data secara real-time. Kemudian, untuk hasil dari pengujian akurasi *waterflow sensor* di atas mendapatkan angka 97% setelah dilakukan pengujian berulang-kali dengan nilai faktor kalibrasi bernilai 7.5. Hasil yang dibaca dari *waterflow sensor* juga dapat ditampilkan pada aplikasi android. Fitur kalkulasi penggunaan debit air juga dapat membantu penggunaan dalam memantau penggunaan air setiap bulan. Selain itu, penggunaan fitur grafik memudahkan dalam menampilkan hasil penggunaan air total setiap bulan. Meskipun penggunaan IoT dapat memudahkan penggunaan layanan PDAM masih terdapat kendala, terutama kendala pada jaringan membutuhkan jaringan yang sangat stabil.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, tentunya didapat beberapa kekurangan. Oleh karena itu terdapat beberapa saran yang dapat diberikan:

- a. Untuk pada tampilan dari sisi mobile mungkin bisa ditingkatkan lagi agar menjadi lebih menarik.
- b. Untuk penelitian berikutnya mungkin dapat ditambahkan batas pengisian air atau sensor leveling air.
- c. Untuk penelitian dengan judul yang sama atau mendekati dapat menambahkan fitur atau alat lainnya.
- d. Untuk penelitian atau pengembangan yang lebih serius bisa menggunakan alat atau sensor yang lebih bagus dan berspesifikasi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, F., & Salsabil, S. (2019). Internet of Things: Sejarah Teknologi Dan Penerapannya. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 14(2), 92–99. <https://www.ejournal.sttmandalabdg.ac.id/index.php/JIT/article/view/162>
- Almetwally, S. A. H., Hassan, M. K., & Mourad, M. H. (2020). Real Time Internet of Things (IoT) Based Water Quality Management System. *Procedia CIRP*, 91, 478–485. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.107>
- Amin, A. (2018). Monitoring Water Level Control Berbasis Arduino Uno Menggunakan Lcd Lm016L. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 1(2).
- Amin Suharjono, Listya Nurina Rahayu, & Roudlotul Afwah. (2016). Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang. *TELE, Journal of Applied Communication and Information Technologies*, 13(1), 7–12.
- Ardutech. (2020, March 5). *Mengenal ESP32 Development Kit untuk IoT (Internet of Things)*. Ardutech.Com.
- Budi, A., Amshari, R., & Mulyanti, B. (2020). *Rancang Bangun Sistem Real Time Watermeter Berbasis Internet of Things (IOT)*. <https://doi.org/10.34010/iqe.v8i2.3407>
- Chandra Syah Putra. (2022, March 14). *Prinsip Kerja dan Fungsi Solenoid Valve Pada Industri*. Anak Teknik Indonesia.
- Dariana, & Desriyanti, W. (2017). Analisis Sistem Informasi Akuntansi Pembayaran Biaya Tagihan Pemakaian Air Bersih Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Cabang Bengkalis. *Jurnal Stie Syariah Bengkalis*, 1(228), 230. <https://ejournal.stiesyariahbengkalis.ac.id/index.php/jas/article/view/113>
- Eka Budhy Prasetya, & khairur rozikin. (2021). IOT Hidroponik Indoor Menggunakan Growing Light Dan Sirkulasi Udara Dalam Air. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika (TEKINFO)*, 22(1), 20–28.
- Eko Budiono. (2019, August 28). *Mendagri: 70 Persen PDAM Alami Kerugian*. Media Indonesia.
- Elang Hendy Subrata. (2018, November 9). *Begini Kelebihan dan Kekurangan Android Studio Bagi yang Ingin Menggunakannya*. Dosen IT.
- Elga Aris Prastyo. (2019). *Memfaatkan Nilai ADC pada ESP32 untuk Kontrol LED*. Arduino Indonesia.
- Feby Dwi Sutianto. (2019, December 16). *156 PDAM Rugi karena Tarif Air Terlalu Rendah*.

Kumparan Bisnis.

- Henny Gusril. (2016). Studi kualitas air minum PDAM di Kota Duri Riau. *Jurnal Geografi*, 8(2), 190–196.
- Jahary, M. M., Hannats, M., & Ichsan, H. (2019). Implementasi Protokol Universal Plug and Play (UPnP) pada Sensor dan Aktuator untuk Otomasi Lampu. ... *Teknologi Informasi Dan ...*, 3(7).
- Jamal Eason. (2015, June 26). *An update on Eclipse Android Developer Tools*. Android Developers Blog.
- Junaidi, A. (2015). Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya : Review. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, IV(3), 62–66.
- Jyostna Vanaja, K., Suresh, A., Srilatha, S., Kumar, K. V., & Bharath, M. (2018). IOT based Agriculture System Using NodeMCU. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(3), 3025–3028. www.irjet.net
- Kallam., & Siregar. (2013). Viskosimeter Digital Menggunakan Water Flow Sensor G1/2 Berbasis Mikrokontroller. *Saintika Fisika*, 4(1), 1–5.
- Kamienski, C., Soininen, J. P., Taumberger, M., Dantas, R., Toscano, A., Cinotti, T. S., Maia, R. F., & Neto, A. T. (2019). Smart water management platform: IoT-based precision irrigation for agriculture. *Sensors (Switzerland)*, 19(2). <https://doi.org/10.3390/s19020276>
- Kautsar, M., Isnanto, R. R., & Widiyanto, E. D. (2015). Sistem Monitoring Digital Penggunaan dan Kualitas Kekeruhan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATMega328 Menggunakan Sensor Aliran Air dan Sensor Fotodiode. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 3(1), 79–86. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.3.1.2015.79-86>
- Kurniawan, A., & Wilianto. (2016). Sejarah, Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things. *Matrix*, 8(2), 36–41.
- Lin, J. Y., Tsai, H. L., & Lyu, W. H. (2021). An integrated wireless multi-sensor system for monitoring the water quality of aquaculture. *Sensors*, 21(24). <https://doi.org/10.3390/s21248179>
- Maroli, A. A., Narwane, V. S., Raut, R. D., & Narkhede, B. E. (2021). Framework for the implementation of an Internet of Things (IoT)-based water distribution and management system. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 23(1). <https://doi.org/10.1007/s10098-020-01975-z>
- Maya Utami Dewi. (2022, October 27). *5 Komponen Utama Dalam Internet of Things (IoT)*. Universitas Sains Dan Teknologi Komputer.

- Miry, A. H., & Aramice, G. A. (2020). Water monitoring and analytic based ThingSpeak. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 10(4). <https://doi.org/10.11591/ijece.v10i4.pp3588-3595>
- Pangestu, D. A. (2021). *Mikrokontroler ESP 32*. Universitas Raharja. <https://raharja.ac.id/2021/11/17/mikrokontroler-esp32-dwi/>
- Pasika, S., & Gandla, S. T. (2020). Smart water quality monitoring system with cost-effective using IoT. *Heliyon*, 6(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04096>
- Ramadhan, A. B., Sumaryo, S., & Piramadhi, R. A. (2019). Desain Dan Implementasi Pengukuran Debit Air Menggunakan Sensor Water Flow Berbasis IoT Design. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 1–8.
- Robi Dany Riupassa, Helen Raflis, & Hendro. (2018). Optimasi Nilai Konstanta Kalibrasi pada Water Flow Sensor YF-S201. *SISTEMIK - Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik*, 6, 1–6.
- Rupalir Shevale, Shweta Karad, Maryam Merchant, Ashwini Kardile, & Vijeyata Mishra. (2018). IOT Based Real time water Monitoring System for Smart City. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 3(4), 246–251.
- Salilama, A., Ahmad, D., Madjowa, N. F., Tinggi, S., Administrasi, I., & Taruna, B. (2020). Analisis Kebutuhan Air Bersih (PDAM) di Wilayah Kota Gorontalo Sekolah Tinggi Ilmu Administrasi Bina Taruna Gorontalo. *RADIAL- Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 6(2), 102–114. <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/article/view/169>
- Setya Ardhi, Tjwanda Putera Gunawan, Suhatati Tjandra, & Grace Levina Dewi. (2023). Penerapan Metode Regresi Linear dalam Pengembangan Pengukuran Aliran Air pada Sensor YF-S201. *Jurnal Teknik Industri*, 26(01), 10–21.
- Suryantoro, H. (2019). Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(3). <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i3.48718>
- Tamim, A. T., Begum, H., Shachcho, S. A., Khan, M. M., Yeboah-Akowuah, B., Masud, M., & Al-Amri, J. F. (2022). Development of IoT Based Fish Monitoring System for Aquaculture. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 32(1), 55–71. <https://doi.org/10.32604/IASC.2022.021559>
- Thamaraimanalan, T., Vivekk, S. P., Satheeshkumar, G., & Saravanan, P. (2018). Smart Garden Monitoring System Using IOT. *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST) (Open Access Quarterly International Journal)*, 2(2).

- Wen Xi, & Evan W. Patton. (2018). Block-Based Approaches to Internet of Things in MIT App Inventor. *Ser. BLOCKS+*.
- Wulandari, N. sandra ayu. (2016). Strategi peningkatan kualitas pelayanan penyedia air bersih oleh Perusahaan Daerah Air Minum(PDAM) tirta galuh kabupaten ciamis. *Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi Negara*, 15(2), 1–23.

LAMPIRAN

Cari Berita...

Subscribe | Masuk



DUNIA BERUBAH
KAMI BERADAPTASI

MEDIA INDONESIA

BERLANGGANAN

Minggu, 02 Jul 2023 13:30:33 WIB | E-paper Media Indonesia Hari Ini

HOME NEWS VIEWS FOTO VIDEO INFOGRAFIS WEEKEND SEPAK BOLA SAJAK KOFE OTOMOTIF TEKNOLOGI RAMADAN LAINNYA

ngun Smelter Tembaga di Papua • Kompolnas: Kasus Sambo, Teddy Minahasa, dan Kanjuruhan Jadi Pela • Everton Berencana Pindah Stadion pada Musim 2025/26 • My Nerd Girl Season 2 akan Tayang 1.

Rabu 28 Agustus 2019, 17:00 WIB

Mendagri Miris 70 Persen PDAM di Indonesia Alami Kerugian

Rahmatul Fajri | Politik dan Hukum



E-Paper Media Indonesia



MEDIA