

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI AIR PAMSIMAS
DI GUNUNGPATI MELALUI PENGATURAN SISTEM DAN
MONITORING IOT**



Penyusun

Rafi Wicaksono	(30602100032)
Dita Riyani	(30602100053)
Rofik Widayanto	(30602100015)

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

2024 /2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dita Riyani
NIM : 30602100053
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI AIR PAMSIMAS DI GUNUNGPATI MELALUI PENGATURAN SISTEM DAN MONITORING IOT”** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 14 Agustus 2025

Yang Menyatakan



Dita Riyani

LEMBAR PENGESAHAN

PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI AIR PAMSIMAS DI GUNUNGPATI MELALUI PENGATURAN SISTEM DAN MONITORING IOT

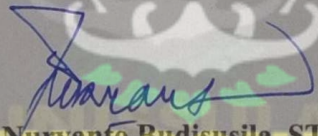
Penyusun:

Capstone Design Kelompok 9

1. Rafi Wicaksono (30602100032)
2. Dita Riyani (30602100053)
3. Rofik Widdayanto (30602100015)

Semarang, 14 Agustus 2025

Dosen Pembimbing


Dr. Eka Nuryanto Budisusila, ST., MT.
NIDN. 0619107301

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro


Jenny Putri Hapsari, ST., MT.
NIDN: 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI AIR PAMSIMAS DI GUNUNGPATI MELALUI PENGATURAN SISTEM DAN MONITORING IOT” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 14 Agustus 2025

Ketua dan Penguji I

Tanda Tangan

Dedi Nugroho, S.T., M.T.

NIDN : 0617126602

Tim Penguji

Agus Suprajitno, S.T., M.T.

NIDN 0602047301

Pembimbing

Dr. Eka Nuryanto Budisusila, ST., MT.

NIDN. 0619107301

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dita Riyani
NIM : 30602100053
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **“IMPLEMENTASI IoT DALAM PENGATURAN SISTEM UNTUK PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI AIR PAMSIMAS DI GUNUNGPATI”** dan menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini kami buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan kami tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung

Semarang, 14 Agustus 2025

Yang Menyatakan



Dita Riyani

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
RINGKASAN	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Batasan Realistis Keteknikan	4
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM	5
2.1 Studi Literatur dan Observasi	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Kontur Daerah Dataran Tinggi dan Rendah	7
2.2.2 Rumus Bernoulli	8
2.2.3 <i>Internet of Things</i> (IoT)	10
2.3 Alat dan Software	11
2.3.1 Modul ESP 32	11
2.3.2 Aplikasi Blynk	12
2.3.3 Software Arduino IDE	13
2.3.4 Software AutoCAD	14
2.3.5 Software EPANET	15
2.3.6 Pompa <i>Submersible</i>	19
2.3.7 <i>Motorized valve</i>	20
2.3.8 Pompa <i>booster</i>	20
2.3.9 Sensor <i>Water Flow</i>	21
2.3.10 Sensor <i>water level</i>	22

2.3.11	UBEC <i>Step Down</i>	22
2.3.12	Adaptor.....	23
2.4	Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem	24
2.5	Spesifikasi Sistem	24
BAB 3.	USULAN SOLUSI	25
3.1	Usulan Solusi 1	25
3.1.1	Desain Sistem 1	25
3.1.2	Rencana Anggaran Desain Sistem 1	31
3.1.3	Analisis Risiko Desain.....	31
3.1.4	Pengukuran Performa	32
3.1.5	Data Sistem Eksisting.....	33
3.2	Usulan Solusi 2	34
3.2.1	Desain Solusi 2.....	34
3.2.2	Rencana Anggaran Desain Sistem 2	40
3.2.3	Analisis Risiko Desain.....	40
3.2.4	Pengukuran Performa	41
3.3	Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik	41
3.4	Gantt Chart.....	42
3.5	Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1	42
BAB 4.	HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN	44
4.1	Hasil Rancangan Sistem.....	44
4.1.1	Rangkaian Elektronik	44
4.1.2	Gambar desain tiga dimensi.....	46
4.1.3	Software atau interface	46
4.1.4	Foto hasil akhir perancangan	47
4.1.5	Gambar Kelistrikan jaringan distribusi air	48
4.2	Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan	49
BAB 5.	HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS	51
5.1	Analisis Hasil	51
5.2	Hasil dan Pembahasan.....	58
5.2.1	Deskripsi Umum Simulasi Jaringan Distribusi Air	58
5.2.2	Analisis Tekanan pada Masing-masing <i>Junction</i>	59
5.2.3	Evaluasi Terhadap Pompa dan Kurva Head.....	60
5.2.4	Evaluasi Distribusi Debit.....	61

5.2.5 Peran Valve dalam Zonasi Tekanan.....	61
5.3 Dampak Implementasi Sistem.....	68
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	69
6.1 Kesimpulan	69
6.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Logo Pamsimas	1
Gambar 2.1 Modul ESP32 Blink Kontrol	11
Gambar 2.2 Aplikasi Blynk.....	12
Gambar 2.3 Arduino IDE	13
Gambar 2.4 AutoCAD	14
Gambar 2.5 EPANET.....	15
Gambar 2.6 Pompa Submersible.....	19
Gambar 2.7 Motorized valve 12 V.....	20
Gambar 2.8 Pompa <i>Booster</i>	20
Gambar 2.9 Sensor <i>Water flow</i>	21
Gambar 2.10 Sensor <i>Water level</i>	22
Gambar 2.11 UBEC <i>Step down</i> 12V to 5V.....	22
Gambar 2.12 Adaptor 12 V 3A	23
Gambar 3.1 Diagram Blok Usulan Desain 1.....	26
Gambar 3.2 Flowchart Usulan Solusi Satu Pengaturan Motorized valve.....	27
Gambar 3.3 Desain Usulan Pertama Dengan Penambahan Valve.....	28
Gambar 3.4 Desain Simulasi Usulan Pertama Dengan Pengaturan Valve	29
Gambar 3.5 Usulan Tampilan Dashboard Rancangan Blynk IoT.....	31
Gambar 3.6 Diagram Blok Usulan Desain 2.....	35
Gambar 3.7 Flowchart Usulan Kedua Pengaturan Valve dan Penambahan Pompa Booster	36
Gambar 3.8 Desain Usulan Kedua Dengan Penambahan Valve Dan Pompa Booster	37
Gambar 3.9 Desain Simulasi Usulan Kedua Dengan Pengaturan Valve & penambahan Pompa Booster	37
Gambar 3.10 Usulan Tampilan Dashboard Rancangan Blynk IoT Penambahan Pompa Booster	39
Gambar 4.1 Rangkaian Elektronik Control Distribusi Air	45
Gambar 4.2. Rangkaian Elektronik Control Distribusi Air	46
Gambar 4.5 Tampilan monitoring pada aplikasi Blink pada Smartphone	46
Gambar 4.6 Tampilan monitoring pada aplikasi Blink di laptop	47
Gambar 4.7 Tampilan hasil ahir perencanaan di aplikasi EPANET tanpa tampilan hasil perhitungan	47
Gambar 4.8 Tampilan hasil ahir perencanaan di aplikasi EPANET dengan hasil perhitungan	48
Gambar 4.9 Tampilan Jaringan Listrik.....	48
Gambar 5.1 Perbandingan Kebutuhan Air per Sektor Desa Kuwasen Lama	52
Gambar 5.2 Grafik faktor reaktif	56
Gambar 5.3. Grafik Hasil sebelum pemodelan	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Hasil survei antara pengembang dan pengguna	2
Tabel 2.1	Hasil studi literatur solusi sejenis.....	5
Tabel 3.1	Inventarisasi Kebutuhan Usulan Pertama Sistem Perangkat Keras	29
Tabel 3.2	Rancangan Anggaran Biaya Solusi Pertama.....	31
Tabel 3.3	Data Primer Survei Lapangan	34
Tabel 3.4	Inventarisasi kebutuhan Usulan Kedua perangkat keras.....	38
Tabel 3.5	Rancangan Anggaran Biaya Solusi Kedua.....	40
Tabel 3.6	Gantt Chart Pelaksanaan Capstone Design Monitoring dan Kontrol Distribusi Air.....	42
Tabel 3.7	Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	43
Tabel 4.1	Komponen Rangkaian Elektronik	44
Tabel 5.1	Sektor Domestik dan Non Domestik	52
Tabel 5.2.	Analisis Kebutuhan Air Sektor Pendidikan (Domestik - Sekolah).....	52
Tabel 5.3	Analisis Kebutuhan Sektor Peribadatan (Domestik - Masjid)	53
Tabel 5.4	Analisis Kebutuhan Air Peribadatan (Domestik - Musholla)	53
Tabel 5.5	Analisis Kebutuhan sektor Rumah tangga (Non Domestik).....	54
Tabel 5.6	Rekapitulasi Kebutuhan Air Desa Kuwasen Lama.....	54
Tabel 5.7	Faktor relatif.....	55
Tabel 5.8	Hasil Pemodelan Awal.....	56
Tabel 5.9	Data hasil simulasi	59
Tabel 5.10	Debit (LPS) dan Head (m)	60
Tabel 5.11	Debit (LPS) dan Head (m)	60
Tabel 5.12.	Respon praktis.....	64
Tabel 5.13.	Estimasi waktu detik	65
Tabel 5.14	Pemenuhan spesifikasi sistem.....	65
Tabel 5.15.	Pengalaman pengguna.....	66
Tabel 5.16.	Menejemen Tim Tugas Akhir 1	66
Tabel 5.17	Menejemen Tim Tugas Akhir 2	67
Tabel 5.18	Kesesuaian alat realisasi.....	67

RINGKASAN

Upaya peningkatan kualitas distribusi air bersih pada Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) di Desa Kuwasen Lama, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah distribusi air yang tidak merata, terutama antara wilayah dataran tinggi dan dataran rendah. Faktor-faktor seperti perbedaan topografi, desain jaringan perpipaan yang kurang optimal, dan tekanan air yang tidak seimbang menyebabkan masyarakat di dataran tinggi sering mengalami kekurangan pasokan air, terutama pada jam-jam sibuk.

Sebagai solusi, penelitian ini mengusulkan sistem distribusi air berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem ini memanfaatkan modul ESP32 sebagai mikrokontroler utama, didukung dengan aplikasi Blynk untuk pemantauan dan pengendalian secara real-time. Dua desain solusi diusulkan, yaitu pengaturan distribusi melalui *motorized valve* untuk mengelola aliran air secara presisi, serta penambahan pompa booster untuk meningkatkan tekanan air di wilayah dataran tinggi. Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor *water flow*, sensor *water level*, dan monitoring berbasis cloud, memungkinkan pengumpulan data secara real-time untuk optimasi sistem.

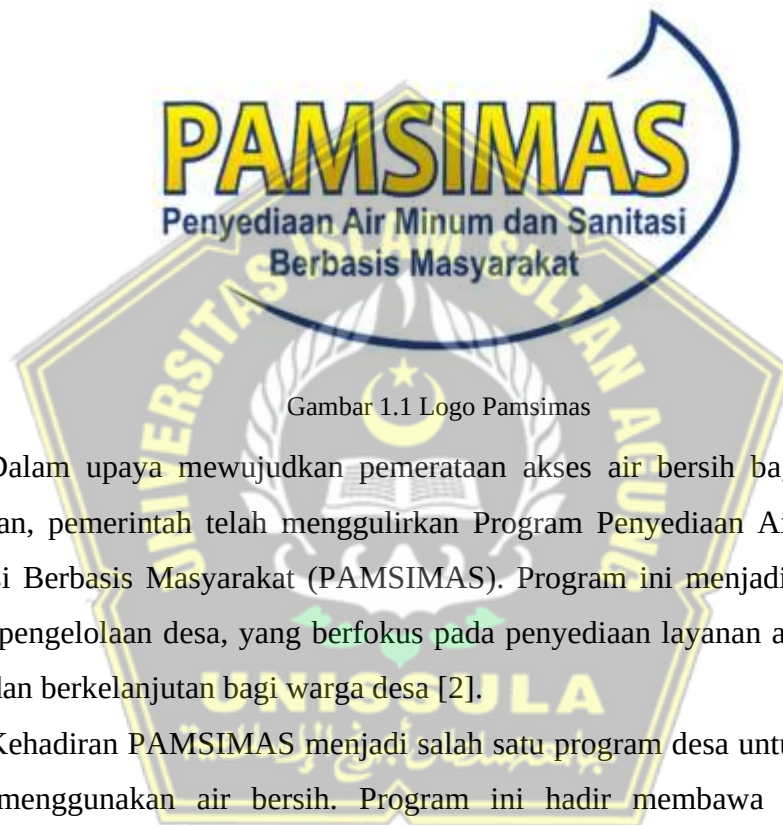
Pendekatan teknis yang diterapkan mencakup rekayasa desain jaringan distribusi dengan mempertimbangkan efisiensi tekanan, pemilihan material berkualitas untuk jaringan perpipaan, serta integrasi perangkat keras dan lunak yang mendukung keberlanjutan sistem. Analisis risiko dilakukan pada aspek teknis, sosial, dan ekonomi, meliputi kemungkinan kegagalan desain, ketidakpuasan masyarakat, dan tantangan biaya implementasi. Sistem ini juga dirancang untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan distribusi air melalui pendekatan yang transparan dan edukatif.

Hasil implementasi sistem diharapkan dapat mengatasi ketidakseimbangan distribusi air, mengurangi frekuensi gangguan pasokan, dan memastikan aliran air bersih yang merata di seluruh wilayah. Dengan pendekatan ini, sistem distribusi air PAMSIMAS diharapkan menjadi lebih efisien, berkelanjutan, dan mampu memenuhi kebutuhan masyarakat secara optimal.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Air adalah elemen penting dalam kehidupan kita. Kita menggunakan air untuk memasak, mandi, minum, dan banyak aktivitas lainnya [1]. Salah satu sumber air yang banyak digunakan di desa-desa salah satunya PAMSIMAS di RW 3 Desa Kuwasen Lama, Kecamatan Gunungpati Kota Semarang.



Gambar 1.1 Logo Pamsimas

Dalam upaya mewujudkan pemerataan akses air bersih bagi masyarakat pedesaan, pemerintah telah menggulirkan Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS). Program ini menjadi pilar penting dalam pengelolaan desa, yang berfokus pada penyediaan layanan air bersih yang layak dan berkelanjutan bagi warga desa [2].

Kehadiran PAMSIMAS menjadi salah satu program desa untuk hidup lebih sehat menggunakan air bersih. Program ini hadir membawa harapan akan kehidupan yang lebih sehat dan sejahtera bagi warga desa [3].

PAMSIMAS bukan sekadar program penyediaan air bersih, melainkan juga menjadi bagian integral dari tata kelola desa. Melalui PAMSIMAS, desa dibekali kapasitas untuk mengelola sumber daya air secara mandiri dan berkelanjutan. Masyarakat desa dilibatkan dalam setiap tahapan program, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga pemeliharaan [3].

Dengan demikian, PAMSIMAS berperan sebagai katalisator pemberdayaan masyarakat desa. Warga desa bukan lagi objek pelayanan, melainkan aktor aktif dalam pengelolaan air bersih di wilayah mereka sendiri. Hal ini sejalan dengan

prinsip otonomi daerah, di mana desa memiliki kewenangan untuk mengelola sumber daya dan pembangunannya sendiri[1].

Dalam pengelolaan air bersih di wilayah mereka sendiri. Hal ini sejalan dengan prinsip otonomi daerah, di mana desa memiliki kewenangan untuk mengelola sumber daya dan pembangunannya sendiri [1].

Tabel 1.1 Hasil survei antara pengembang dan pengguna

Pertanyaan	Jawaban / Tanggapan
Ada berapa sumur yang ada di Desa Kuwasen Lama.	Di Desa Kuwasen lama ada 3 sumur yang tersebar di tiga titik.
Apa permasalahan yang ada di desa ini tentang distribusi air.	Permasalahan nya adalah distribusi air yang kurang merata di saat jam jam tertentu contohnya jam kerja pagi dan pulang kerja sore hari.
Faktor apa yang mempengaruhi distribusi air kurang merata.	Ada beberapa faktor yang mempengaruhinya yang pertama adalah kontur tanah yang berbeda antara datran tinggi dan datran rendah yang ke dua adalah pepipaan yang kurang tepat dalam pemasangan nya
Apa upaya masyarakat yang di lakukan untuk mengatasi sementara dalam permasalahan ini.	Upaya yang di lakukan sementara yaitu menutup dan membuka valve di saat waktu air tidak di gunakan contoh malam hari untuk penyimpan air ditandon agar esok nya pasokan air lancar
Kami akan membuat dan menawarkan sebuah konsep yang mungkin bisa membantu di desa ini	Sangat boleh jikalau konsep yang di tawarkan bisa membantu mengatasi permasalahan distribusi air di desa ini
Dari kami mungkin memerlukan sampel dari 3 sumur dan jumlah pelanggan	Silahkan semoga bisa membantu memecahkan permasalahan yang ada

1.2 Rumusan Masalah

Dalam melakukan survei di beberapa lokasi menemukan beberapa permasalahan di lapangan, pembagian distribusi air yang kurang merata dataran tinggi dan rendah yang memicu terjadinya permasalahan distribusi air kurang merata dalam waktu yang bersamaan dataran tinggi dan rendah sama-sama menggunakan air yang terjadi air yang mengalir lebih condong mengalir ke dataran yang rendah maka yang dataran tinggi tidak kebagian air.

Berdasarkan data tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul peningkatan kualitas distribusi air PAMSIMAS di gunungpati melalui pengaturan sistem dan monitoring IoT pembagian *valve* ini memastikan bahwa sistem distribusi air dapat berfungsi dengan efisien, aman, dan mudah dikelola, serta mampu memberikan air bersih secara merata kepada masyarakat yang terlayani oleh sistem PAMSIMAS.

1. Bagaimana rancangan implementasi sistem distribusi air PAMSIMAS di Gunungpati yang mampu memastikan pemerataan aliran air melalui pendekatan rekayasa teknis.
2. Bagaimana rancangan sistem distribusi air PAMSIMAS yang dilengkapi dengan pemantauan informasi secara *real-time* untuk mendukung pemerataan aliran air dan efektivitas pengelolaan jaringan.

1.3 Tujuan

Distribusi air dalam sistem PAMSIMAS bisa merata, diperlukan pendekatan yang menyeluruh, mulai dari perencanaan dan peningkatan infrastruktur distribusi, penggunaan teknologi untuk pemantauan *real-time*, hingga pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan dan pemeliharaan sistem. Solusi yang diambil harus mempertimbangkan kondisi lokal, ketersediaan sumber air, dan partisipasi aktif masyarakat. Dengan melibatkan teknologi, kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan pihak terkait, distribusi air dapat menjadi lebih merata dan berkelanjutan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini hanya terfokus pada:

1. Masalah sistem distribusi air ke 3 pembagian wilayah (RT 01, RT 02, dan RT 03) Desa Kuwasen Lama, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang.
2. Pengaturan penambahan *motorized valve* dan rekonfigurasi saluran pipa berdasarkan masing-masing jalur dataran tinggi dan dataran rendah.
3. Melakukan penambahan pompa dan pembangunan tandon pada dataran yang paling tinggi di kawasan tersebut.
4. Penambahan pompa booster pada titik tertentu.

1.5 Batasan Realistis Keteknikan

Adapun batasan realistis aspek keteknikan pada distribusi air di masyarakat yaitu :

1. Mengimplementasikan saluran pompa PAMSIMAS menjadi lebih handal yang di kolaborasikan dengan teknologi yang di gunakan dalam pembuatan tugas akhir. Mengkolaborasikan sistem yang sudah ada seperti Pompa *Submersible*, *Motorized valve*, Pompa *Booster*, Sensor *Water flow*, Sensor *Water level*, masuk ke *Blink* yang bisa di monitoring lewat *smartphone*.
2. *Motorized valve* merupakan salah satu alat atau komponen kontrol yang salah satu kegunaannya yaitu untuk menggerakkan tabung *cylinder*, *motorized valve* merupakan katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya yang mana ketika koil mendapat suplai tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran A atau B dari *motorized valve* akan keluar udara yang berasal dari P atau suplai, pada umumnya *motorized valve* mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.
3. Memodifikasi *motorized valve* agar bisa dimonitoring dan digerakkan oleh teknologi IoT untuk mengoprasikan buka tutupnya.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Dalam pembuatan *project capstone* untuk menyelesaikan masalah yang terdapat di Bab 1 maka membutuhkan studi literatur dan observasi mengenai alat yang peningkatan kualitas distribusi air PAMSIMAS melalui pengaturan *valve*, pompa *booster*, dan monitoring IoT yang bertujuan untuk menunjang project tersebut.

Tabel 2.1 Hasil studi literatur solusi sejenis

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi Kelebihan/ Kekurangan
Prototype kontrol tekanan air menggunakan sensor pressure transducer untuk kerja pompa air berbasis arduino[4]	Prototype kontrol tekanan air dimanfaatkan untuk mengatasi kebutuhan tekanan air pada gedung bertingkat.	Hasil: bisa berjalan dengan baik sesuai apa yang diharapkan Kelebihan: dapat dikontrol dengan hp Kekurangan: hanya memonitoring saja.
Rancang bangun sistem monitoring <i>water flow</i> dan kontrol <i>valve</i> jarak jauh dengan teknologi <i>Internet of Things</i> berbasis android[5]	Untuk mengatasi adanya oknum yang memetikkan <i>valve</i> yang tidak haknya agar aliran di tempat nya lancar	Hasil: dari monitoring hp kita bisa melihat di mana yang aliran di matikan Kelebihan: efisiensi dalam menemukan masalah tanpa harus keliling kampung Kekurangan: jaringan jarak jauh pastinya ada kendala
Perancangan sistem monitoring meteran air menggunakan sensor <i>water flow</i> pada rumah tangga[6]	sistem pemantauan meteran air berbasis <i>Internet of Things (IoT)</i> pada rumah tangga. Sistem ini menggunakan	Hasil: bisa berjalan dengan lancar monitoring tekanan air dan meteran

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi Kelebihan/ Kekurangan
	ESP32 sebagai mikrokontroler dan modul WiFi, sensor <i>water flow</i> ,	bisa lewat smartfone untuk memonitoring Kelebihan: memudahkan dalam pengecekan debit air yang digunakan setiap bulan memudahkan pembayaran Kekurangan : memonitoring saja yang dibutuhkan adalah pembagian air yang merata didaratn rendah dan tinggi

Berdasarkan hasil studi literatur dan observasi yang dilakukan, penulis memperoleh pemahaman dan gambaran mengenai hasil, kelebihan, dan kekurangan kelebihannya dapat mendistribusikan air ke rumah warga dengan lancar dengan menambahkan pompa *booster* dititik dimana air tidak maksimal dalam pendistribusian, kekurangannya adalah kalo bertitik di tambahkan pompa booster maka akan mengalami pemborosan pada listriknya. Penulis memilih dengan memodifikasi *valve* pada *control* katupnyanya dengan dibuka setengah atau full agar semua rumah warga terpenuhi airnya tetapi tidak maksimal air yang mengalir. Akan tetapi jika pengontrolan *motorized valve* belum bisa terpenuhi debit airnya maka akan ditambahkan pompa *booster* untuk membantu memperlancar aliran air.

2.2 Dasar Teori

Sistem distribusi air bersih adalah suatu jaringan perpipaan yang kompleks yang berfungsi menyalurkan air bersih dari sumber air baku (seperti sungai, danau, atau waduk) yang telah melalui proses pengolahan, hingga ke konsumen akhir. PAMSIMAS berperan sebagai pengelola utama sistem ini [7].

Prinsip Kerja Sistem Distribusi :

1. Pengambilan Air Baku: Air baku diambil dari sumber air dan dialirkan ke unit pengolahan.
2. Pengolahan Air: Air baku melalui berbagai proses pengolahan seperti, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi.
3. Penampungan: Air bersih yang telah diolah ditampung dalam reservoir.
4. Distribusi: Air dari reservoir didistribusikan melalui jaringan pipa ke konsumen.
5. Pengaturan Tekanan: Pompa mengatur tekanan air dalam jaringan agar mencukupi kebutuhan konsumen.

Tujuan Utama Sistem Distribusi :

1. Menyediakan air bersih: Memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat secara kuantitatif dan kualitatif.
2. Menjaga kontinuitas pelayanan: Menjamin ketersediaan air bersih secara terus-menerus.
3. Menjaga kualitas air: Menjamin kualitas air sesuai dengan standar yang ditetapkan.
4. Efisiensi: Mengoptimalkan penggunaan sumber daya air dan energi.

2.2.1 Kontur Daerah Dataran Tinggi dan Rendah

Daerah dataran tinggi dan rendah memiliki karakteristik fisik yang sangat berbeda, yang berdampak signifikan pada berbagai aspek, termasuk sistem distribusi air bersih. daerah dataran tinggi umumnya memiliki suhu yang lebih rendah, curah hujan yang lebih tinggi, dan topografi yang lebih bervariasi dibandingkan daerah dataran rendah. Kondisi ini memengaruhi ketersediaan air, kualitas air, dan desain sistem distribusi. di daerah dataran tinggi, sumber air cenderung lebih melimpah namun seringkali tersebar dan sulit diakses karena medan yang terjal. Sistem distribusi di daerah ini seringkali melibatkan pipa dengan

diameter lebih besar dan pompa dengan kapasitas yang lebih tinggi untuk mengatasi perbedaan elevasi.

Sebaliknya, daerah dataran rendah cenderung memiliki suhu yang lebih tinggi, curah hujan yang lebih rendah, dan topografi yang lebih datar. Ketersediaan air di daerah ini seringkali lebih terbatas, terutama selama musim kemarau. Sistem distribusi di daerah dataran rendah umumnya lebih sederhana, namun rentan terhadap intrusi air laut dan pencemaran akibat aktivitas manusia [8].

2.2.2 Rumus Bernoulli

Perbedaan ini juga berdampak pada tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan sistem distribusi air bersih:

Rumus Persamaan BERNOULLI

Berikut persamaan Bernoulli :

$$P_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (V_1)^2 = P_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (V_2)^2 \quad (1.1)$$

Rumus Aliran (Velocity) :

Berikut persamaan dari rumus aliran (Velocity) :

$$(P_1 - P_2) + \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (V_2^2 - V_1^2) \quad (1.2)$$

Dengan catatan , bahwa perhitungan diatas mengabaikan faktor – factor friksi / gesekan.

1. Tekanan: Di daerah dataran tinggi, tekanan air di bagian hilir jaringan seringkali lebih rendah karena pengaruh gravitasi. Sebaliknya, di daerah dataran rendah, tekanan air cenderung lebih tinggi, terutama di bagian hilir.
2. Kebocoran: topografi yang bervariasi di daerah dataran tinggi dapat menyulitkan deteksi dan perbaikan kebocoran.
3. Kualitas air: Kualitas air di daerah dataran tinggi umumnya lebih baik karena pengaruh lingkungan yang lebih bersih. Namun, risiko kontaminasi oleh bahan organik atau mikroorganisme patogen tetap ada.
4. Biaya: Pembangunan dan pemeliharaan sistem distribusi di daerah dataran tinggi umumnya lebih mahal karena kondisi geografis yang lebih sulit.

Dalam perhitungan, kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air rata-rata. Kebutuhan air rata-rata dapat dibedakan menjadi dua yaitu kebutuhan air rata-rata harian dan kebutuhan harian maksimum. Kebutuhan air rata-rata harian (Q_{rh}) adalah banyaknya air yang dibutuhkan selama satu hari.

Rumus untuk mengetahui jumlah kebutuhan air

$$Q_{rh} = P \cdot q$$

Dimana:

Q_{rh} : Kebutuhan air rata-rata harian (liter/detik)

P : Jumlah penduduk (jiwa)

q : Kebutuhan air penduduk (liter/detik)

Kebutuhan air harian maksimum (Q_{hm})

adalah banyaknya air yang dibutuhkan terbesar pada satu hari.

$$Q_{hm} = F_{hm} \cdot Q_{rh}$$

Dimana:

Q_{hm} : Kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)

F_{hm} : Faktor kebutuhan harian maksimum (1,05-1,15)

Q_{rh} : Kebutuhan air rata-rata (liter/detik)

Analisis kebutuhan pelanggan, dapat dirumuskan sebagai berikut

Kebutuhan pelanggan = Banyaknya KK Pelanggan 86.400 x Kebutuhan air

Dengan:

$$1 \text{ Hari} = 24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} = 86.400 \text{ detik}$$

Rumus untuk mengetahui jumlah kebutuhan sektor domestik dan non domestik

Jumlah murid 150

Rata rata murid 5 liter / murid / hari

Jumlah :

$$150 \times 5 = 750 \text{ liter / murid / hari}$$

Jumlah kebutuhan / detik

$$\frac{750}{24 \text{ jam}} = \frac{750}{86400} = 0.009$$

Untuk mengetahui jumlah kebutuhan perdetik maka rumus yang digunakan

$$\text{Jumlah} \times \text{rata rata}) : 24 \text{ jam}$$

Rumus Faktor Reaktif rata rata konsumsi air

Konsumsi aktual konsumsi rata rata

Hasil dari rumus berada di tabel data 5.6

$$\frac{\text{Konsumsi setiap jam}}{\text{Konsumsi maksimal harian (puncak)}}$$

Diket : di jam 18.00 sebesar 0.080

$$\begin{aligned} \text{Contoh:} &= \frac{\text{Konsumsi setiap jam}}{\text{Lons maksimal (Puncak)}} \\ &= : \frac{0.020}{0.080} = 0.25 \text{ (Faktor reaktif)} \end{aligned}$$

2.2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep dimana berbagai objek fisik, mulai dari perangkat elektronik sehari-hari hingga peralatan industri, dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan konektivitas internet. Hal ini memungkinkan objek-objek tersebut untuk mengumpulkan dan berbagi data, serta berinteraksi satu sama lain. Bayangkan sebuah kulkas yang dapat secara otomatis memesan susu saat persediaannya habis, atau sebuah mobil yang dapat memantau kondisi lalu lintas secara real-time dan menyesuaikan kecepatannya. IoT telah mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia fisik di sekitar kita, membuka peluang baru dalam berbagai bidang seperti kesehatan, transportasi, pertanian, dan industri [9].

Komponen utama IoT meliputi perangkat (seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler), konektivitas (jaringan nirkabel seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau jaringan seluler), dan platform cloud untuk memproses dan menyimpan data yang dihasilkan oleh perangkat. Data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT dapat dianalisis untuk menghasilkan wawasan yang berharga, memungkinkan kita untuk membuat keputusan yang lebih baik dan mengoptimalkan proses.

Dalam penerapan *Internet of Things* (IoT) menggunakan beberapa perangkat dan software dan alat pendukung seperti ESP 32 sebagai otak dari pemrograman

sistem yang di hubungkan ke software Blink untuk alat monitoring dan memerikan notifikasi apabila terjadi kerusakan pada sistem yang berjalan dan untuk memudahkan dalam pemeliharaan.

2.3 Alat dan Software

2.3.1 Modul ESP 32



Gambar 2.1 Modul ESP32 Blink Kontrol

Modul ESP32 adalah sebuah konsep dasar dalam pemrograman mikrokontroler ESP32 yang melibatkan pengontrolan nyala-padam (blink) sebuah LED (Light Emitting Diode) secara berulang. Prinsip kerjanya sangat sederhana program akan memberikan perintah kepada ESP32 untuk menyalakan LED selama waktu tertentu, kemudian mematikannya, dan mengulang siklus ini secara terus-menerus. Fungsi utama dari program "blynk" ini adalah untuk memverifikasi apakah perangkat keras dan perangkat lunak telah terhubung dan berfungsi dengan baik. Selain itu, program ini juga menjadi fondasi untuk membangun proyek-proyek yang lebih kompleks menggunakan ESP32 [10].

Konsep dasar yang terlibat dalam Blink Kontrol:

1. Pin Digital: ESP32 memiliki beberapa pin digital yang dapat digunakan untuk mengontrol perangkat eksternal seperti LED. Pin ini dapat diatur ke keadaan tinggi (HIGH) atau rendah (LOW) untuk menyalakan atau mematikan perangkat.
2. Fungsi delay(): Fungsi ini digunakan untuk menunda eksekusi program selama waktu tertentu dalam satuan milidetik. Fungsi delay() inilah yang mengatur lamanya LED menyala dan mati.
3. Loop: Program akan terus berulang-ulang menjalankan instruksi di dalam loop, sehingga LED akan berkedip secara terus-menerus.

2.3.2 Aplikasi Blynk



Gambar 2.2 Aplikasi Blynk

Blynk adalah sebuah aplikasi platform IoT (*Internet of things*) yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi IoT dengan mudah dan cepat. Platform ini menyediakan antarmuka yang intuitif, baik melalui aplikasi mobile (Android dan iOS) dan *web dashboard*, sehingga pengguna dapat dengan mudah memonitor dan mengontrol perangkat IoT mereka dari jarak jauh [11].

Cara kerja Blynk:

1. Pendaftar: Pengguna perlu mendaftar akun Blynk untuk mengakses platform dan layanannya.
2. Pembuatan Proyek: Setelah mendaftar, pengguna dapat membuat proyek baru. Proyek ini akan menjadi wadah untuk semua perangkat dan widget yang akan digunakan.
3. Penambahan Perangkat: Pengguna menghubungkan perangkat fisik (seperti Arduino, Raspberry Pi, atau perangkat IoT lainnya) ke platform Blynk melalui kode pemrograman yang disediakan.
4. Desain Antarmuka: Pengguna dapat merancang antarmuka pengguna (user interface) untuk proyek mereka dengan menggunakan berbagai widget yang disediakan oleh Blynk, seperti tombol, slider, grafik, dan lain-lain.
5. Kontrol dan Monitoring: Setelah antarmuka selesai dirancang, pengguna dapat mengontrol perangkat mereka dari jarak jauh melalui aplikasi mobile atau *web dashboard*. Data yang dihasilkan oleh perangkat juga dapat dipantau secara *real-time*.

Komponen Utama Blynk:

1. Aplikasi Mobile: Aplikasi Blynk tersedia untuk perangkat Android dan iOS, memungkinkan pengguna untuk mengakses dan mengontrol proyek mereka dari mana saja.
2. Web Dashboard: Blynk juga menyediakan web dashboard yang memungkinkan pengguna untuk mengelola proyek mereka melalui browser web.
3. Library: Blynk menyediakan berbagai library untuk berbagai platform perangkat keras, seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, dan lain-lain. Library ini memudahkan pengguna untuk mengintegrasikan perangkat mereka dengan platform Blynk.
4. Cloud: Blynk menggunakan cloud untuk menghubungkan perangkat pengguna dengan aplikasi mobile dan web dashboard

2.3.3 Software Arduino IDE



Gambar 2.3 Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) adalah perangkat lunak berbasis open-source sebuah model pengembangan perangkat lunak di mana kode sumbernya (*source code*) tersedia secara bebas untuk dilihat, dimodifikasi, dan didistribusikan yang dirancang untuk memfasilitasi proses pemrograman dan pengunggahan kode pada papan mikrokontroler Arduino. Perangkat lunak ini menyediakan antarmuka yang intuitif untuk menulis kode dalam bahasa pemrograman berbasis C++, mengompilasi kode menjadi file biner menggunakan

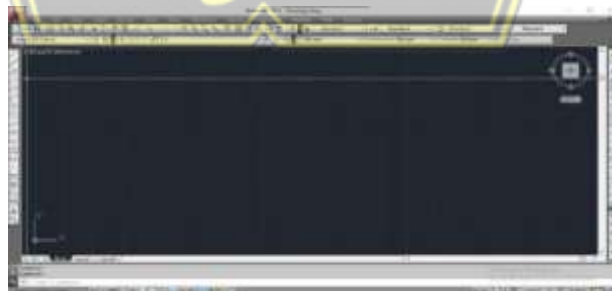
compiler seperti avr-gcc, dan mengunggahnya ke papan mikrokontroler melalui protokol USB atau serial menggunakan perangkat seperti avrdude [12].

Arduino IDE memiliki beberapa fitur utama yang mendukung proses pengembangan perangkat lunak *embedded*, termasuk editor kode sumber dengan penyorotan sintaks dan indentasi otomatis, *library manager* untuk mengelola pustaka tambahan, dan *board manager* yang memungkinkan pengguna menambahkan dukungan untuk berbagai jenis papan mikrokontroler. Salah satu komponen pentingnya, Serial Monitor, menyediakan kemampuan untuk memantau data yang dikirim dan diterima dari papan secara real-time, sehingga mendukung aktivitas *debugging* dan pengujian sistem.

Pada versi terbaru, Arduino IDE 2.0, sejumlah fitur modern telah ditambahkan untuk meningkatkan efisiensi pengembangan, seperti pencarian cepat, debugger terintegrasi, kompilasi kode yang lebih cepat, dan terminal bawaan. Versi ini juga menghadirkan antarmuka pengguna yang lebih canggih, sehingga lebih cocok untuk pengembangan proyek yang kompleks.

Dengan kompatibilitas lintas platform untuk sistem operasi Windows, MacOS, dan Linux, serta dukungan yang luas dari komunitas pengembang, Arduino IDE telah menjadi standar de facto untuk pengembangan proyek berbasis mikrokontroler Arduino, baik dalam skala akademik maupun profesional.

2.3.4 Software AutoCAD



Gambar 2.4 AutoCAD

AutoCAD adalah perangkat lunak desain berbantuan komputer (CAD) yang dikembangkan oleh Autodesk, yang digunakan secara luas dalam berbagai bidang teknik dan desain, seperti arsitektur, teknik sipil, teknik mesin, dan desain interior.

Software ini dirancang untuk menghasilkan gambar teknis yang sangat akurat dalam bentuk dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D), memungkinkan pengguna untuk merancang dan memvisualisasikan elemen-elemen desain secara rinci. Dalam proses desain, AutoCAD menyediakan berbagai alat yang memungkinkan pembuatan dan pengeditan objek dengan presisi tinggi, seperti garis, lengkungan, lingkaran, poligon, dan bentuk-bentuk geometris [13].

Fitur pemodelan 3D AutoCAD juga memungkinkan pembuatan model tiga dimensi yang kompleks, yang bisa diputar dan dilihat dari berbagai sudut pandang, memberikan gambaran yang lebih jelas tentang bentuk dan proporsi objek yang sedang dirancang.

Secara keseluruhan, AutoCAD merupakan alat yang sangat penting dalam dunia desain dan rekayasa, yang memberikan fleksibilitas dan kemampuan presisi tinggi dalam pembuatan gambar teknis serta mendukung berbagai alur kerja kolaboratif antara profesional di berbagai bidang. Dengan kemampuannya untuk mengakomodasi berbagai jenis desain, AutoCAD tetap menjadi pilihan utama bagi mereka yang membutuhkan solusi perangkat lunak CAD yang andal dan canggih.

2.3.5 Software EPANET



Gambar 2.5 EPANET

EPANET adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh United States Environmental Protection Agency (EPA) untuk menganalisis dan merancang sistem distribusi air bersih, khususnya dalam konteks jaringan pipa yang kompleks. Perangkat lunak ini digunakan untuk mensimulasikan aliran air, distribusi tekanan,

dan kualitas air dalam sistem distribusi, serta untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam berbagai skenario operasional. EPANET berfungsi untuk memodelkan dinamika aliran dalam jaringan pipa, yang mencakup perhitungan kehilangan tekanan, laju aliran, serta distribusi kualitas air yang dipengaruhi oleh parameter seperti kontaminan dan bahan kimia, seperti klorin, dalam sistem distribusi air [14].

EPANET mencakup kemampuan untuk melakukan analisis aliran air dan tekanan dalam jaringan pipa yang memungkinkan perencanaan dan desain sistem distribusi air yang efisien. Perangkat lunak ini juga memiliki kemampuan untuk mensimulasikan kualitas air dalam jaringan distribusi, termasuk perubahan konsentrasi zat kimia dan kontaminan seiring waktu. Dengan menggunakan model dinamis, EPANET dapat mensimulasikan kondisi sistem distribusi air secara real-time, memungkinkan analisis respons sistem terhadap berbagai kondisi operasional dan peristiwa luar biasa yang dapat mempengaruhi kinerja jaringan.

EPANET mendukung pemodelan jaringan distribusi air yang kompleks, yang mencakup elemen-elemen seperti pipa, pompa, katup, dan reservoir, serta interaksi antar elemen-elemen tersebut dalam sistem distribusi. Kemampuan untuk memodelkan jaringan dengan berbagai topologi dan konfigurasi sangat penting untuk perencanaan dan pengelolaan sistem distribusi air yang besar dan rumit. EPANET juga memungkinkan pengguna untuk mengatur kontrol sistem distribusi dan manajemen sumber daya air, yang berguna dalam merancang sistem yang responsif terhadap permintaan dan perubahan kondisi operasional.

Perangkat lunak ini memiliki antarmuka pengguna grafis yang memungkinkan visualisasi interaktif dari model jaringan distribusi air, serta menyediakan alat untuk menganalisis dan menginterpretasikan hasil simulasi. EPANET juga mendukung interoperabilitas dengan perangkat lunak lain, seperti sistem informasi geografis (GIS) dan perangkat lunak CAD, melalui kemampuan untuk mengimpor dan mengekspor data dalam berbagai format, yang memfasilitasi kolaborasi antar disiplin ilmu dalam perencanaan dan pengelolaan sistem distribusi air.

Istilah *Head* (m) dalam EPANET adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan energi total per satuan berat air pada titik tertentu dalam sistem jaringan perpipaan, yang diukur dalam satuan meter.

Secara sederhana, head adalah jumlah dari tiga komponen utama:

1. Elevasi (*Elevation Head*): Ketinggian titik tersebut di atas datum (titik referensi) tertentu. Ini adalah energi potensial karena posisi air.
2. Tekanan (*Pressure Head*): Tekanan air pada titik tersebut. Ini adalah energi potensial karena tekanan.
3. Kecepatan (*Velocity Head*): Kecepatan aliran air pada titik tersebut. Ini adalah energi kinetik air.

Fungsi *Head* dalam EPANET

Head merupakan parameter fundamental dalam EPANET karena digunakan untuk:

1. Menentukan Arah Aliran: Air akan mengalir dari titik dengan head yang lebih tinggi ke titik dengan head yang lebih rendah. EPANET menggunakan perbedaan head antar node untuk menghitung aliran.
2. Menghitung Kehilangan Head (*Head Loss*): EPANET menghitung kehilangan energi akibat gesekan di sepanjang pipa (major loss) dan kehilangan energi akibat belokan, sambungan, atau katup (minor loss). Hasilnya disebut head loss, yang menunjukkan penurunan head di antara dua titik.
3. Mengatur Operasi Pompa: Pompa berfungsi untuk menaikkan head air. EPANET menggunakan kurva pompa (pump curve) untuk menentukan seberapa banyak head yang ditambahkan oleh pompa pada debit aliran tertentu.
4. Menganalisis Ketersediaan Tekanan: Head berhubungan langsung dengan tekanan. Dengan mengetahui nilai head di suatu titik, EPANET dapat menghitung tekanan yang tersedia, yang penting untuk memastikan tekanan yang memadai bagi konsumen.

Istilah *Junction* pada EPANET adalah salah satu komponen dasar (Node) yang mewakili titik sambungan atau titik konsumsi dalam jaringan perpipaan.

Secara singkat, Anda bisa menganggap Junction sebagai:

1. Titik Sambungan: Di mana dua atau lebih pipa bertemu.
2. Titik Konsumsi: Di mana air dialirkan keluar dari sistem untuk digunakan oleh konsumen (misalnya, sambungan rumah, keran, atau outlet lainnya).

Fungsi *Junction*

1. Junction sangat penting dalam pemodelan karena mendefinisikan karakteristik fisik dan hidrolik dari jaringan. Untuk memodelkan sebuah junction, Anda perlu memasukkan data berikut:
2. Elevasi (*Elevation*): Ketinggian junction di atas datum (titik referensi). Ini penting untuk perhitungan energi potensial air dan penentuan tekanan.
3. Kebutuhan Air (*Base Demand*): Jumlah air yang dibutuhkan oleh konsumen pada titik tersebut. Ini adalah data input utama yang menentukan aliran di seluruh jaringan.
4. Pola Kebutuhan Air (*Demand Pattern*): Pola perubahan kebutuhan air sepanjang waktu (misalnya, lebih banyak air digunakan di pagi dan sore hari). Ini digunakan untuk simulasi jangka waktu tertentu.

Istilah *Valve* (PRV) adalah katup yang menurunkan dan menjaga tekanan di sisi hilir agar tetap konstan dan lebih rendah dari tekanan di sisi hulu. Fungsinya untuk melindungi sistem dari tekanan tinggi.

Fungsi utamanya memang untuk:

1. Menurunkan tekanan dari sumber yang lebih tinggi (sisi hulu).
2. Menjaga tekanan di sisi hilir agar tetap stabil dan konstan pada nilai yang telah diatur, terlepas dari fluktuasi tekanan di sisi hulu.
3. Melindungi peralatan atau sistem perpipaan di sisi hilir dari kerusakan akibat tekanan berlebih.

2.3.6 Pompa Submersible



Gambar 2.6 Pompa Submersible

Pompa submersible adalah jenis pompa sentrifugal yang seluruh bagiannya, termasuk motor penggerak, terendam sepenuhnya di dalam cairan yang akan dipompa. kata "*submersible*" sendiri berasal dari bahasa Inggris yang berarti "dapat tenggelam". Pompa ini dirancang khusus untuk beroperasi di lingkungan yang basah atau bahkan terendam air [15].

Pompa submersible bekerja berdasarkan prinsip konversi energi. Motor listrik yang terendam di dalam cairan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa putaran impeller (baling-baling). Impeller ini kemudian mendorong cairan ke arah keluar pompa dengan memanfaatkan gaya sentrifugal.

Proses kerjanya secara singkat adalah sebagai berikut:

2. Motor Listrik Berputar: Motor listrik yang terendam dalam cairan menerima suplai listrik dan mulai berputar.
3. Impeller Berputar: Poros motor terhubung dengan impeller. Ketika motor berputar, impeller ikut berputar.
4. Cairan Terdorong: cairan yang berada di sekitar impeller akan terdorong ke arah luar impeller akibat gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran impeller.
5. Cairan Naik: cairan yang terdorong ke arah luar akan mengalir melalui pipa keluar pompa dan naik ke permukaan yang lebih tinggi.

2.3.7 Motorized valve



Gambar 2.7 Motorized valve 12 V

Motorized valve 12V adalah sebuah katup (*valve*) yang dikendalikan secara otomatis menggunakan motor listrik dengan tegangan 12V. *Valve* ini berfungsi untuk mengontrol aliran fluida (baik gas atau cairan) dalam sistem pipa atau saluran. Prinsip kerjanya adalah motor listrik yang terdapat pada *motorized valve* bekerja dengan menerima sinyal dari sistem pengendali, misalnya sensor atau kontroler. Ketika sinyal diberikan, motor akan menggerakkan *actuator* (bagian yang menggerakkan *valve*) untuk membuka atau menutup katup, sehingga mengatur aliran fluida. Biasanya, motor yang digunakan adalah motor DC 12V, yang menggerakkan *valve* dengan cara rotasi atau translasi, tergantung pada jenis *valve* dan *actuator*-nya [16].

2.3.8 Pompa booster



Gambar 2.8 Pompa Booster

Motor servo adalah jenis motor listrik khusus yang dirancang untuk memberikan kontrol posisi yang sangat akurat. Motor ini bekerja dengan prinsip umpan balik (*feedback*) di mana posisi rotornya terus-menerus dibandingkan dengan posisi yang diinginkan. Perbedaan antara kedua posisi ini akan

menghasilkan sinyal *error* yang kemudian digunakan untuk menggerakkan motor sehingga mencapai posisi yang tepat. Motor servo banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari mainan remote control hingga robot industri, karena kemampuannya untuk mengontrol gerakan dengan presisi tinggi. Komponen utama motor servo meliputi motor DC, potensiometer (sebagai sensor posisi), gearbox, dan rangkaian kontrol elektronik [17].

2.3.9 Sensor *Water Flow*



Gambar 2.9 Sensor *Water flow*

Sensor aliran air adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk mendeteksi dan mengukur laju aliran suatu fluida, khususnya air, melalui suatu pipa atau saluran. Prinsip kerja sensor ini beragam, namun secara umum, sensor ini akan menghasilkan sinyal listrik yang proporsional dengan kecepatan atau volume air yang mengalir. Sinyal listrik ini kemudian dapat diproses oleh perangkat lain, seperti mikrokontroler atau komputer, untuk berbagai aplikasi, seperti pengukuran konsumsi air, deteksi kebocoran, atau kontrol sistem irigasi. Beberapa jenis sensor aliran air yang umum digunakan adalah sensor tipe turbin, sensor elektromagnetik, sensor ultrasonik, dan sensor volumetrik. Setiap jenis sensor memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, sehingga pemilihan jenis sensor yang tepat sangat bergantung pada aplikasi yang dituju, seperti akurasi yang dibutuhkan, ukuran pipa, jenis fluida, dan kondisi lingkungan [18].

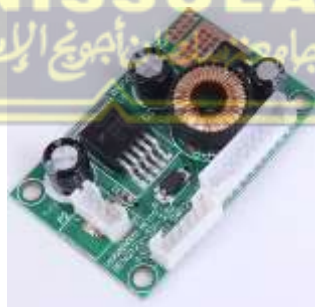
2.3.10 Sensor water level



Gambar 2.10 Sensor Water level

Sensor *water level* adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk mengukur dan mendeteksi tinggi atau rendahnya permukaan suatu cairan, dalam hal ini air. Prinsip kerjanya beragam, mulai dari mengukur tekanan hidrostatik, perubahan kapasitansi, hingga memanfaatkan sifat optik air. Data yang diperoleh dari sensor ini kemudian dapat diolah dan digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti mengontrol level air dalam tangki, mendeteksi kebocoran, atau memicu alarm pada kondisi tertentu. Sensor *water level* memiliki peran penting dalam berbagai sistem, mulai dari industri hingga rumah tangga, dan terus dikembangkan untuk meningkatkan akurasi, keandalan, dan fleksibilitasnya [19].

2.3.11 UBEC Step Down



Gambar 2.11 UBEC Step down 12V to 5V

UBEC *Step down* 12V ke 5V adalah konverter daya DC-DC yang efisien dalam menurunkan tegangan dari sumber daya 12V menjadi 5V untuk digunakan oleh perangkat elektronik lainnya. Konverter ini banyak digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan efisiensi tinggi dan ukuran kecil. Pada UBEC, tegangan input yang lebih tinggi (12V) disuplai ke konverter, yang kemudian diproses oleh

MOSFET dan induktor. Saat MOSFET menyala, arus mengalir melalui induktor dan menghasilkan medan magnet. Ketika MOSFET dimatikan, induktor mengalirkan energi yang tersimpan untuk mempertahankan arus keluar, dan dioda mencegah arus balik. Dengan cara ini, melalui siklus hidup MOSFET yang dikendalikan, tegangan output menjadi lebih rendah dan stabil [20].

2.3.12 Adaptor



Gambar 2.12 Adaptor 12 V 3A

Adaptor 12V 3A adalah perangkat yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik dari sumber daya (biasanya AC 110V atau 220V) menjadi tegangan DC yang stabil, yaitu 12V, dengan kemampuan untuk memberikan arus maksimal hingga 3 ampere. Prinsip kerjanya adalah Adaptor bekerja dengan cara mengubah arus listrik bolak-balik (AC) yang masuk dari sumber daya ke dalam arus searah (DC) yang dibutuhkan oleh perangkat [21].

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Indonesia.

SPAM di Indonesia diatur secara cermat oleh pemerintah pusat dan daerah, dengan dukungan hukum, regulasi, dan investasi yang kuat. Sementara itu, masyarakat memainkan peran penting dalam perencanaan, pengelolaan, pengawasan, khususnya melalui program seperti Pamsimas dan sistem komunitas lokal. Meskipun sudah ada kemajuan, tantangan implementatif terutama pada infrastruktur distribusi dan kesinambungan layanan masih memerlukan kolaborasi terus-menerus antara pemerintah, PDAM, komunitas, dan swasta.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

Aspek-aspek luar yang dapat mempengaruhi perancangan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi Geografis seperti ketinggian tanah dan kemiringan akan mempengaruhi tekanan air dalam sistem.
2. Kondisi kondisi demografis seperti jumlah pelanggan, semakin banyak pelanggan maka semakin besar pula kebutuhan air, hal ini akan menentukan ukuran pipa yang digunakan.
3. Aktivitas penduduk: semakin padat aktivitas penduduk pada penggunaan air maka jumlah air yang didistribusikan akan semakin besar, hal ini akan menentukan kapasitas sistem.
4. Kandungan mineral pada air dapat menyebabkan pengendapan dan korosi pada pipa yang akan mempengaruhi kinerja dari pembacaan sensor.
5. Jaringan listrik yang stabil sangat penting untuk operasional pompa dan peralatan monitoring.
6. Kualitas Jaringan komunikasi akan mempengaruhi kinerja sistem monitoring berbasis IoT sehingga akan menjadi penentuan tata letak jaringan yang digunakan.

2.5 Spesifikasi Sistem

Berdasarkan kajian literatur, dasar teori dan hasil survei lapangan yang didapatkan, spesifikasi dan kriteria sistem yang akan dirancang sebagai berikut:

1. Pompa submersible Grundfos 1 x 220 V 50 Hz.
2. Pompa booster Grundfos Cmb 3-37.
3. Panel Pompa *Summersible*.
4. *Motorized valve* $\frac{3}{4}$ inch 12V DC.
5. *Sensor water flow*.
6. *Sensor Water level* Control PS-3S Omron.
7. Modul IoT (Arduino IDE, ESP 32, kabel pin *header*).
8. Blynk IoT 2.0

BAB 3. USULAN SOLUSI

Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat di RT 01, RT 02, dan RT 03 merasa kurang puas dengan kualitas layanan PAMSIMAS yang diterima. Keluhan utama yang sering disampaikan adalah tekanan air yang lemah, terutama pada jam-jam sibuk. Pada kawasan RT 01 terbagi menjadi 2 wilayah (yang memiliki kontur tanah tinggi dan kontur tanah yang rendah). Untuk RT 02 dan RT 03 kontur tanahnya sama dengan kontur tanah RT 01 yang dataran rendah.

Dalam aspek engineering, risiko utama meliputi kesalahan dalam desain teknis yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan tekanan air, kegagalan material seperti *valve* dan pipa yang tidak tahan terhadap korosi atau tekanan, serta potensi penyumbatan akibat akumulasi sedimen pada jalur distribusi. Oleh karena itu, desain hidraulik yang matang, pemilihan material berkualitas, dan pemeliharaan rutin menjadi solusi yang sangat penting untuk memastikan sistem bekerja secara optimal.

3.1 Usulan Solusi 1

Sistem aliran pipa air untuk distribusi air di wilayah masing-masing RT dibedakan, untuk wilayah dataran tinggi dan dataran rendah juga dibedakan. Sehingga ada 4 jalur pipa distribusi air pada wilayah tersebut, jadi ada 4 pengaturan katup *motorized valve*. Modul ESP32 digunakan sebagai mikrokontroller dalam pemrograman, mikrokontroler ESP32 yang melibatkan aplikasi blynk sebagai monitoring sistem yang merupakan aplikasi platform IoT (*Internet of things*) yang memungkinkan pengguna untuk monitoring distribusi air dengan mudah dan cepat secara real time.

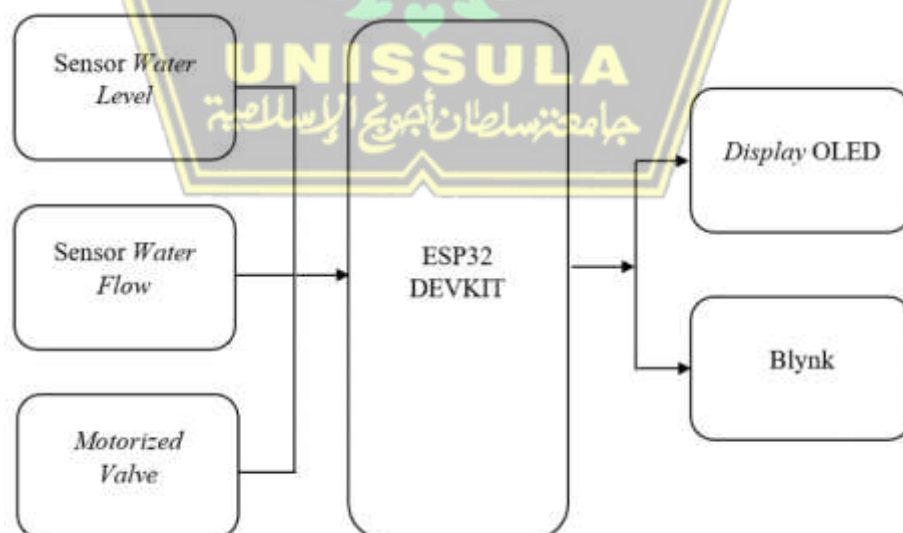
3.1.1 Desain Sistem 1

Sistem distribusi pipa air yang dirancang untuk mengatasi perbedaan topografi, yakni antara wilayah dataran tinggi dan dataran rendah, melalui penambahan *valve* (katup) sebagai elemen pengatur tekanan aliran air. Jalur distribusi pipa, yang ditandai dengan garis biru, menghubungkan sumur-sumur utama (SUMUR WIL 1, 2, dan 3) sebagai sumber air dengan jaringan distribusi yang mencakup area pemukiman. *Valve*, yang ditandai dengan lingkaran merah,

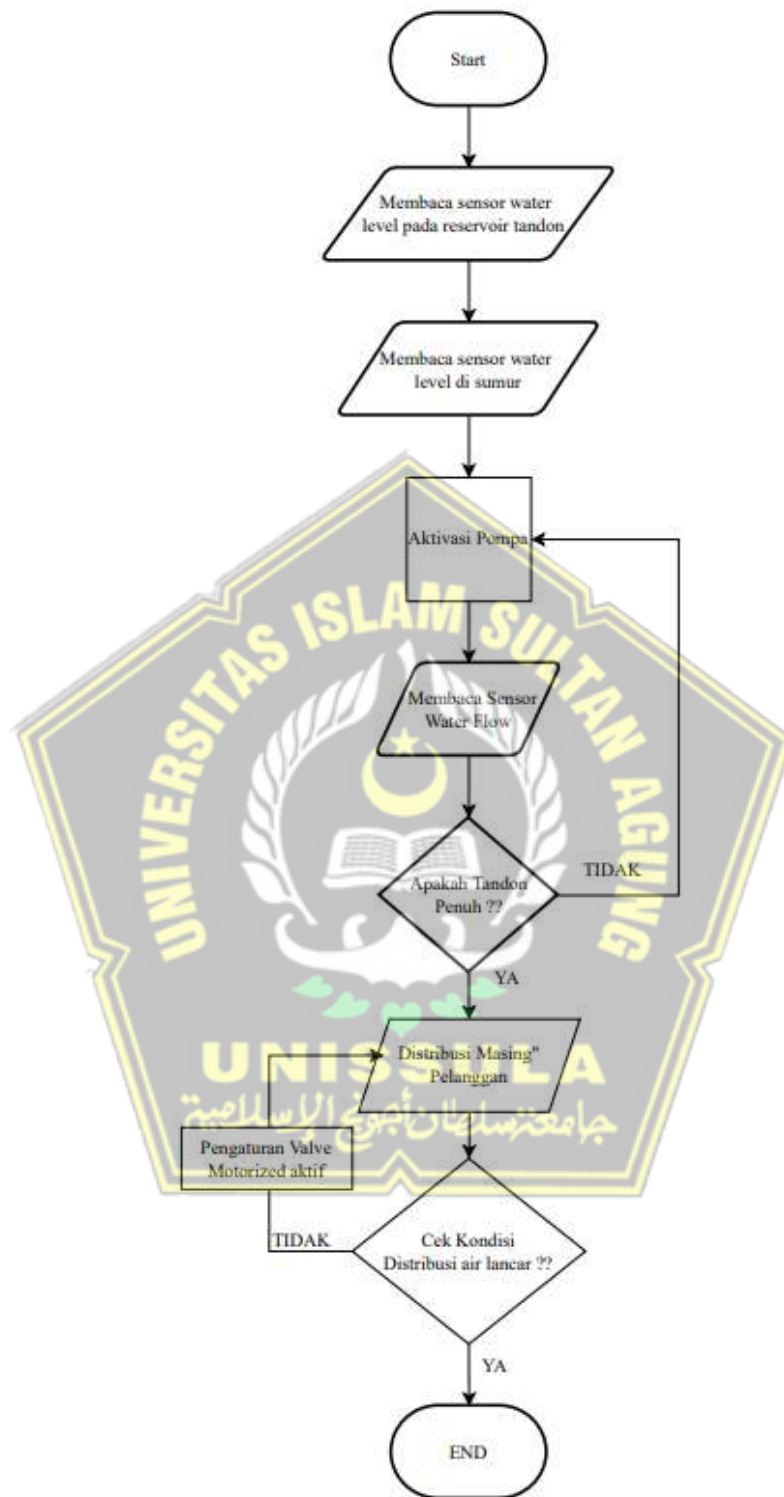
ditempatkan di beberapa titik strategis sepanjang jalur distribusi untuk mengontrol tekanan air. Penempatan ini bertujuan untuk mengatasi ketidakseimbangan distribusi yang sering terjadi akibat gaya gravitasi pada wilayah dengan perbedaan elevasi.

Secara teknis, *valve* berfungsi untuk mengurangi tekanan berlebih pada wilayah dataran rendah yang cenderung menerima aliran air dengan tekanan tinggi, sekaligus memastikan aliran air ke wilayah dataran tinggi tetap mencukupi meskipun tekanan alami lebih rendah. Dengan pengaturan ini, sistem distribusi mampu menjaga stabilitas tekanan air, sehingga aliran air dapat didistribusikan secara optimal dan merata ke seluruh wilayah yang terlayani.

Selain itu, desain ini mempertimbangkan efisiensi penggunaan sumber daya air dengan memanfaatkan diameter pipa (2 inci) yang sesuai untuk kapasitas aliran, sehingga mengurangi potensi kehilangan tekanan akibat gesekan. Penambahan *valve* juga mendukung fleksibilitas operasional, memungkinkan pengelolaan aliran air di jalur tertentu saat terjadi perawatan atau gangguan sistem. Dengan pendekatan ini, sistem distribusi pipa air tidak hanya efektif dalam memenuhi kebutuhan masyarakat tetapi juga berkelanjutan untuk jangka panjang. Diagram blok usulan desain 1 dapat dilihat pada Gambar 3.1



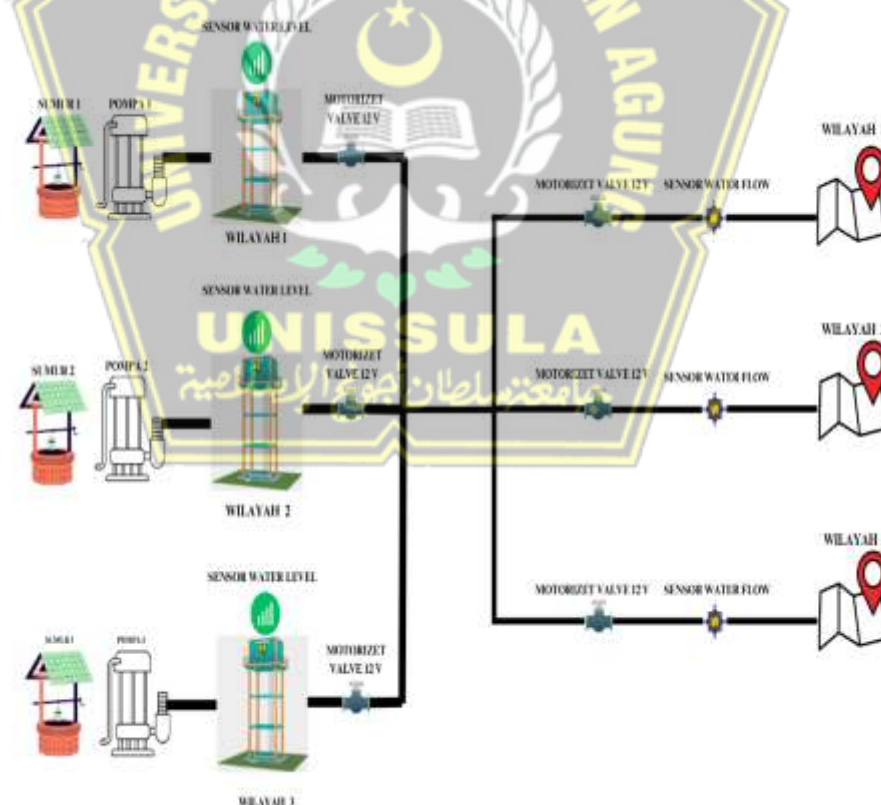
Gambar 3.1 Diagram Blok Usulan Desain 1



Gambar 3.2 Flowchart Usulan Solusi Satu Pengaturan *Motorized valve*

Gambar 3.2 pada flowchart tersebut menggambarkan proses kerja sistem distribusi air secara otomatis dengan menggunakan teknologi sensor, pompa, dan

katup *motorized*. Proses diawali dengan membaca data dari sensor *water level* pada tandon untuk mengetahui kondisi ketinggian air. Selanjutnya, sensor *water level* di sumur digunakan untuk memastikan ketersediaan sumber air yang cukup. Jika sumber air mencukupi dan tandon belum penuh, sistem mengaktifkan pompa untuk memindahkan air dari sumur ke tandon. Selama proses ini, sensor *water flow* memantau kelancaran aliran air menuju tandon. Ketika tandon sudah penuh, sistem beralih ke tahap distribusi air ke pelanggan. Pada tahap ini, *valve motorized* diaktifkan untuk mengatur aliran air sesuai kebutuhan masing-masing pelanggan. Sistem kemudian memeriksa kelancaran distribusi air. Jika ditemukan gangguan, pengaturan *motorized valve* akan dioptimalkan kembali hingga distribusi air berjalan lancar. Proses berakhir setelah semua tahapan selesai dengan baik, memastikan tandon terisi penuh dan air didistribusikan secara efisien kepada pelanggan.



Gambar 3.3 Desain Usulan Pertama Dengan Penambahan Valve



Gambar 3.4 Desain Simulasi Usulan Pertama Dengan Pengaturan Valve

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras Tabel 3.1 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.1 Inventarisasi Kebutuhan Usulan Pertama Sistem Perangkat Keras

No	Nama Alat	Keterangan
1	Mikrokontroler ESP32 DevKit V1	ESP32 berfungsi sebagai otak kontrol dan pembacaan sensor dan mikrokontroler yang menghubungkan modul Wi-Fi dengan komponen sistem lainnya, kemampuan termasuk sensor. Dengan ini, ESP32 memungkinkan pengumpulan data dari sensor dan menampilkan informasi tersebut di LCD serta output perangkat lainnya melalui komunikasi Wi-Fi.
2	Sensor Water level	Sensor Water level berfungsi mendeteksi dan mengukur ketinggian air secara real-time untuk mendukung pemantauan sumber daya air pada setiap <i>recevoire</i> atau tandon di setiap sumber sumur.
3	Sensor Flow Water	Sensor Flow Water berfungsi untuk mengukur laju aliran air secara real-time, sehingga mendukung pemantauan,

No	Nama Alat	Keterangan
		pengendalian, dan efisiensi penggunaan air pada distribusi untuk mengetahui apakah aliran tersebut lancar atau tidak pada setiap wilayah.
4	LCD OLED	Menggunakan LCD oled untuk menampilkan hasil monitoring parameter seperti ketersediaan air pada setiap <i>recevoire</i> , dan debit aliran air.
5	<i>Motorized valve</i> 12 V	<i>Motorized valve</i> berfungsi sebagai pengontrol aliran dan mengatur aliran air untuk lancarnya distribusi disetiap wilayah.
6	UBEC <i>Step down</i> 12 V to 5 V	<i>Step down</i> tersebut sebagai sumber mikrokontroler dan juga sebagai sumber di setiap sensor.
7	Adaptor 12 V 3A	Sumber daya 12 V untuk menghidupkan <i>motorized valve</i> dan juga sebagai sumber daya utama untuk seluruh rangkaian elektronik.

Mengingat sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini, penulis juga melakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan. Aplikasi monitoring dan kontrol distribusi air ini tentu saja di desain sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa petugas masih mencatat debit dan memonitoring secara manual, sehingga memberikan solusi untuk memudahkan petugas dalam memonitoring dan kontrol distribusi air menggunakan perangkat smartphone yang berada pada ruang control disetiap sumur agar lebih efisien. Desain aplikasi dibuat *compatible* dengan *smartphone* dan spesifikasi yang rendah maka kami menggunakan aplikasi Blynk IoT yang dapat dilihat pada tampilan seperti Gambar 3.5



Gambar 3.5 Usulan Tampilan Dashboard Rancangan Blynk IoT

3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Berdasarkan spesifikasi yang dibutuhkan, berikut merupakan rancangan anggaran usulan desain satu yang dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Rancangan Anggaran Biaya Solusi Pertama

No	BARANG	HARGA	QTY.	SATUAN	TOTAL
1	Pompa Summersible Grundfos 1 x 220 V 50 Hz	Rp.18.850.000,00	3	pcs	Rp. 56.550.000,00
2	Panel Pompa	Rp. 3.750.000,00	3	pcs	Rp. 11.250.000,00
3	Modul IoT	Rp. 1.752.000,00	6	pcs	Rp. 10.512.000,00
4	Pipa 2 inc besi	Rp. 210.000,00	100	m	Rp. 21.000.000,00
5	Water level Control PS-3S Omron	Rp. 356.160,00	3	pcs	Rp. 1.068.480,00
6	Water flow Sensor	Rp. 25.000,00	3	pcs	Rp. 75.000,00
7	Motorized valve	Rp.71.787,00	3	pcs	Rp. 515.361,00
TOTAL					Rp. 100.970.841

3.1.3 Analisis Risiko Desain

Analisis desain tersebut mempunyai beberapa kekurangan yang berdampak terhadap pembuatan distribusi air PAMSIMAS di gunungpati melalui pengaturan valve, dan monitoring IoT ini yang memiliki 3 aspek yaitu :

1. Aspek teknis

Dalam aspek teknis, risiko utama meliputi kesalahan dalam desain teknis yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan tekanan air, kegagalan material seperti *valve* dan pipa yang tidak tahan terhadap korosi atau tekanan, serta potensi penyumbatan akibat akumulasi sedimen pada jalur distribusi. Oleh karena itu, desain hidrolis yang matang, pemilihan material berkualitas, dan pemeliharaan rutin menjadi solusi yang sangat penting untuk memastikan sistem bekerja secara optimal.

2. Aspek Sosial

Dari segi sosial, risiko mencakup potensi ketidakpuasan masyarakat akibat distribusi air yang tidak merata serta kesenjangan akses antara wilayah dataran tinggi dan rendah. Untuk itu, pelibatan masyarakat dalam tahap perencanaan, sosialisasi terkait sistem distribusi air, dan edukasi penggunaan air secara bijak sangat diperlukan agar solusi yang diterapkan dapat diterima dan didukung oleh masyarakat.

3. Aspek Ekonomi

Pada aspek ekonomi, tantangan utama adalah biaya investasi awal yang tinggi untuk pembelian *valve* dan pemasangannya, diikuti oleh biaya operasional serta perawatan yang harus dilakukan secara berkala. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan analisis biaya-manfaat yang cermat, pemilihan peralatan berkualitas tinggi, dan alokasi anggaran yang memadai untuk keberlanjutan sistem dalam jangka panjang.

3.1.4 Pengukuran Performa

System monitoring peningkatan distribusi air ini memiliki beberapa parameter pengukuran yang krusial, yaitu kecepatan aliran air, volume air, debit atau aliran air dalam satuan liter per detik.

Parameter-parameter ini sangat penting dalam proses distribusi air untuk memperlancar aliran air untuk bisa di alirkan ke tiap-tiap pelanggan secara merata. Pada system ini dirancang untuk melakukan pemantauan secara real time dan juga control untuk mengetahui dari parameter-parameter tersebut. Pengiriman

data secara real-time kepada petugas yang berada di ruangan control melalui aplikasi *open source* yaitu Blynk.

1. Frekuensi Gangguan Pasokan Air

Berdasarkan hasil survei, frekuensi gangguan pasokan air di wilayah penelitian cukup tinggi. Sebagian besar responden menyatakan mengalami gangguan pasokan air setidaknya sekali dalam seminggu. Gangguan pasokan air ini sering terjadi pada saat musim kemarau atau ketika terjadi peningkatan permintaan air.

2. Dampak Gangguan Pasokan Air

Gangguan pasokan air berdampak signifikan terhadap kehidupan sehari-hari masyarakat. Beberapa dampak yang sering dirasakan antara lain kesulitan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti memasak, mencuci, dan mandi, serta terganggunya aktivitas produktif lainnya. Selain itu, gangguan pasokan air juga berpotensi menimbulkan konflik sosial di masyarakat.

3. Solusi yang Diharapkan

Masyarakat berharap adanya perbaikan sistem distribusi air PAMSIMAS secara menyeluruh. Beberapa solusi yang diharapkan antara lain peningkatan kapasitas jaringan pipa, perbaikan pompa distribusi, serta perawatan jaringan secara berkala. Selain itu, masyarakat juga menginginkan adanya transparansi informasi terkait jadwal pemeliharaan dan perbaikan jaringan dari pihak PAMSIMAS.

4. Analisa Hasil Survei

Hasil survei menunjukkan bahwa permasalahan distribusi air PAMSIMAS di Desa Gunung Pati, khususnya di RT 01, RT 02, dan RT 03, merupakan masalah yang kompleks dan membutuhkan penanganan yang serius. Kontur tanah yang tidak rata menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan distribusi air tidak merata. Kondisi ini diperparah dengan kapasitas jaringan pipa yang tidak memadai dan kurangnya perawatan jaringan secara berkala.

3.1.5 Data Sistem Eksisting

Pada hasil survei yang dilakukan terdapat 3 titik sumur tanah yang digunakan oleh PAMSIMAS untuk mensuplay air daerah tersebut. Pompa yang digunakan pada wilayah tersebut pompa submersible 1 fasa. Air yang disedot oleh pompa akan

dialirkan ke wilayah yang paling tinggi di RT 01 untuk mengisi tandon cadangan agar kerja pompa tidak terlalu berat. Data survei dengan titik sumur yang terdapat pada wilayah tersebut dijelaskan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Data Primer Survei Lapangan

DATA PENGUKURAN SUMUR				
No	WILAYAH SUMUR	ALTITUDE	TINGGI RECEVOIRE	KEDALAMAN
1	SUMUR RT 01	223 MDPL	9 m	60 m
2	SUMUR RT 02	224 MDPL	7.9 m	45 m
3	SUMUR RT 03	217 MDPL	3 m	90 m

3.2 Usulan Solusi 2

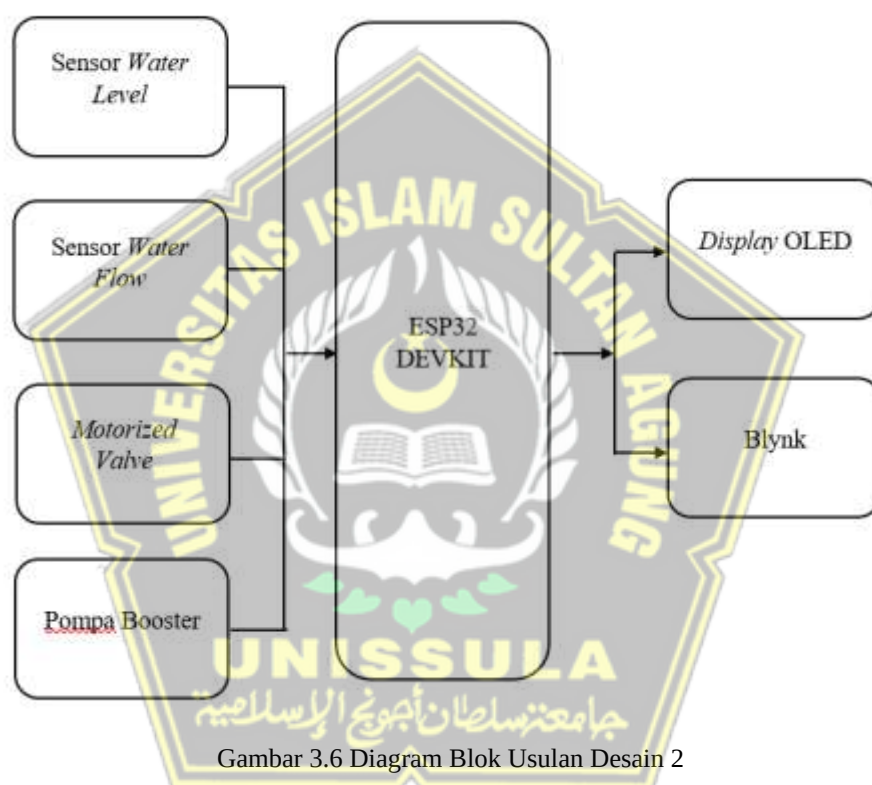
Sistem aliran pipa air untuk distribusi di setiap RT dibedakan berdasarkan wilayah dataran tinggi dan rendah, sehingga terdapat 4 jalur pipa distribusi dengan 4 pengaturan motorized valve. Modul ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler untuk pemrograman, yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk. Aplikasi IoT ini memungkinkan monitoring distribusi air secara real-time dengan mudah dan cepat.

Untuk meningkatkan efisiensi sistem, pada usulan kedua terdapat penambahan pompa booster pada jalur distribusi menuju wilayah dataran tinggi. Pompa ini akan memastikan tekanan air tetap mencukupi, meskipun perbedaan elevasi signifikan. Integrasi pompa booster dengan mikrokontroler ESP32 memungkinkan pengendalian otomatis berdasarkan kondisi tekanan air, sehingga distribusi air tetap stabil dan optimal di seluruh wilayah.

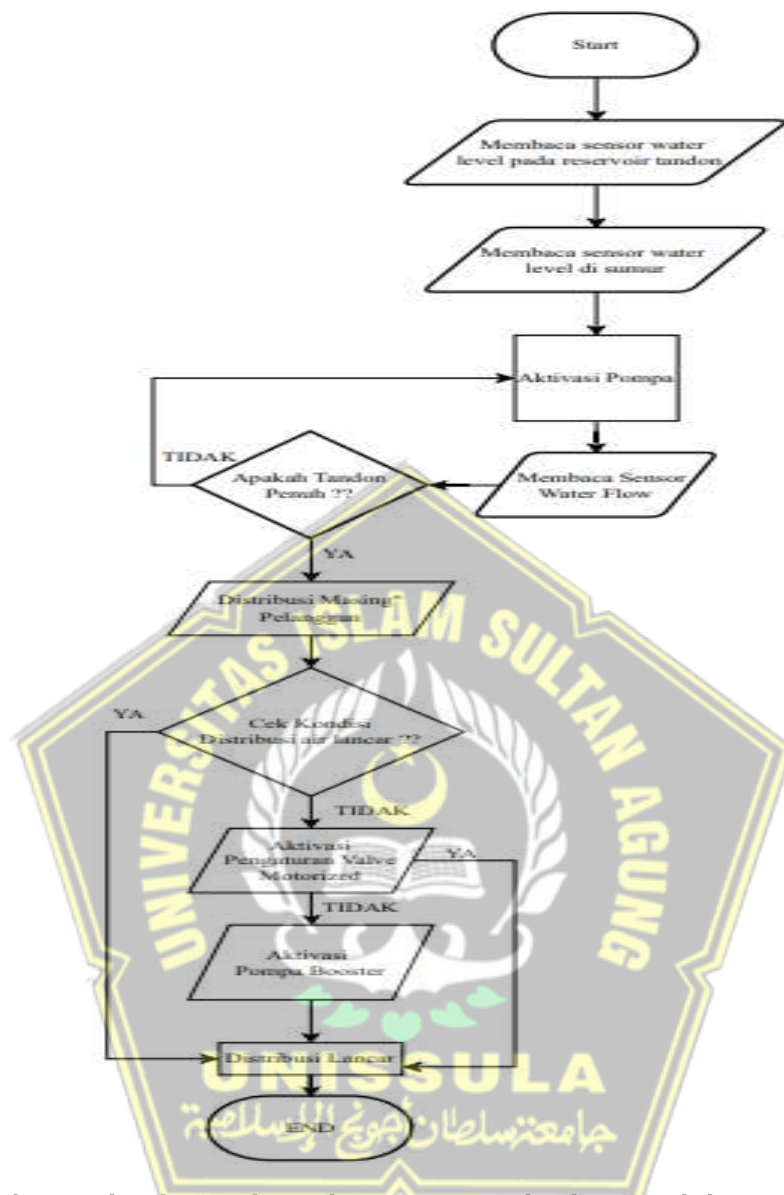
3.2.1 Desain Solusi 2

Pada usulan solusi yang kedua sistem distribusi pipa air dirancang untuk mengatasi perbedaan topografi antara dataran tinggi dan rendah dengan menambahkan valve (katup) sebagai pengatur tekanan aliran air. Jalur distribusi, ditandai garis biru, menghubungkan sumur utama (SUMUR WIL 1, 2, dan 3) dengan jaringan distribusi ke area pemukiman. Valve, ditandai lingkaran merah, ditempatkan di titik strategis untuk mengurangi tekanan berlebih di dataran rendah dan memastikan aliran mencukupi ke dataran tinggi.

Selain *valve*, pada solusi kedua ini dilengkapi dengan pompa booster di wilayah elevasi rendah untuk meningkatkan tekanan aliran menuju dataran tinggi. Penggunaan pipa berdiameter 2 inci mendukung efisiensi aliran dan meminimalkan kehilangan tekanan. Desain ini memungkinkan distribusi air yang stabil, fleksibel, dan berkelanjutan, mendukung kebutuhan masyarakat serta mempermudah pengelolaan saat perawatan atau gangguan. Diagram blok usulan desain 1 dapat dilihat pada Gambar 3.5.



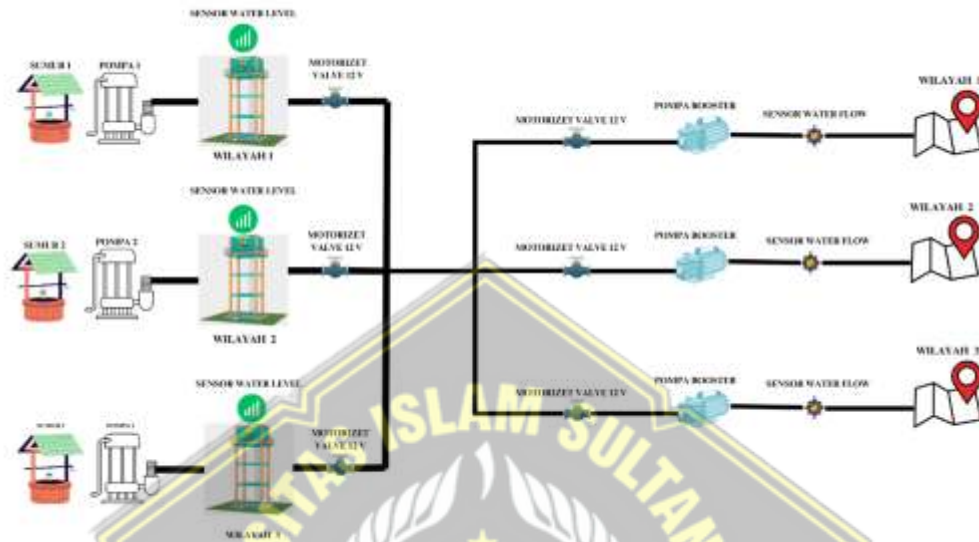
Flowchart Gambar 3.7 tersebut menggambarkan proses kerja sistem distribusi air otomatis yang dirancang untuk memastikan pengisian dan distribusi air berjalan secara efisien dan terkontrol. Proses diawali dengan membaca data dari sensor *water level* pada tandon untuk memantau ketinggian air. Jika tandon belum penuh, sistem melanjutkan dengan membaca sensor *water level* di sumur guna memverifikasi ketersediaan air sebagai sumber pengisian. Apabila kondisi air di sumur mencukupi, pompa diaktifkan untuk mengalirkan air dari sumur ke tandon, dengan sensor *water flow* memantau kelancaran aliran air selama proses berlangsung.



Gambar 3.7 Flowchart Usulan Kedua Pengaturan Valve dan Penambahan Pompa Booster

Setelah tandon mencapai kapasitas penuh, sistem beralih ke tahap distribusi air kepada pelanggan. Distribusi dimulai dengan mengaktifkan *motorized valve* yang berfungsi mengatur aliran air sesuai kebutuhan masing-masing pelanggan. Sistem kemudian melakukan pemeriksaan kelancaran distribusi menggunakan indikator tertentu. Jika aliran air belum optimal, sistem mengatur ulang *motorized valve* untuk mengatasi kendala distribusi. Apabila langkah tersebut tidak cukup, sistem akan mengaktifkan pompa booster guna meningkatkan tekanan aliran sehingga distribusi menjadi lebih efisien.

Proses berakhir ketika distribusi air terkonfirmasi berjalan dengan baik, mencakup pengisian tandon secara penuh dan aliran air yang lancar ke pelanggan, yang menandai keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsinya secara otomatis.



Gambar 3.8 Desain Usulan Kedua Dengan Penambahan Valve Dan Pompa Booster



Gambar 3.9 Desain Simulasi Usulan Kedua Dengan Pengaturan Valve & penambahan Pompa Booster

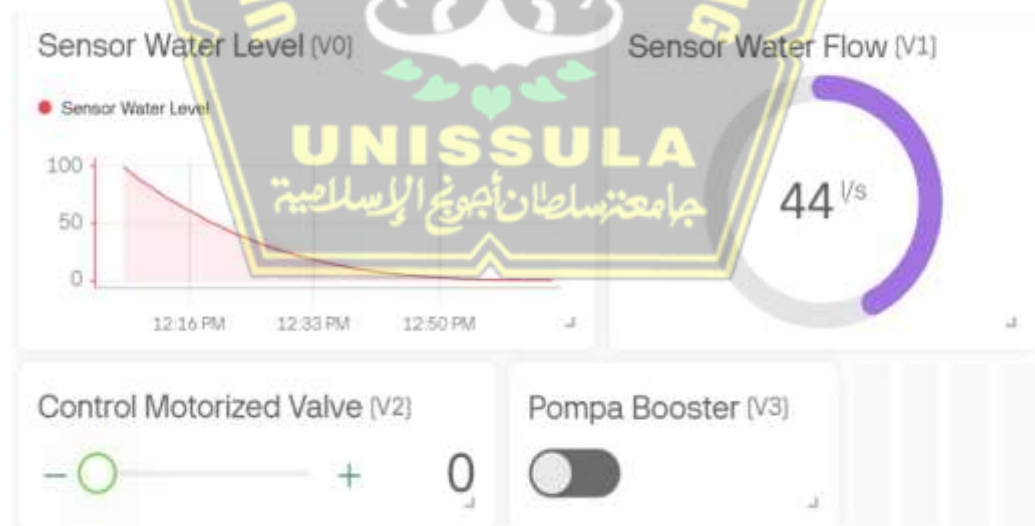
Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras Tabel 3.3 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.4 Inventarisasi kebutuhan Usulan Kedua perangkat keras

No	Nama Alat	Keterangan
1	Mikrokontroler ESP32 DevKit V1	ESP32 berfungsi sebagai otak kontrol dan pembacaan sensor dan mikrokontroler yang menghubungkan modul Wi-Fi dengan komponen sistem lainnya, kemampuan termasuk sensor. Dengan ini, ESP32 memungkinkan pengumpulan data dari sensor dan menampilkan informasi tersebut di LCD serta output perangkat lainnya melalui komunikasi Wi-Fi.
2	Sensor <i>Water level</i>	Sensor <i>Water level</i> berfungsi mendeteksi dan mengukur ketinggian air secara real-time untuk mendukung pemantauan sumber daya air pada setiap <i>recevoire</i> atau tandon di setiap sumber sumur.
3	Sensor Flow Water	Sensor <i>Flow Water</i> berfungsi untuk mengukur laju aliran air secara real-time, sehingga mendukung pemantauan, pengendalian, dan efisiensi penggunaan air pada distribusi untuk mengetahui apakah aliran tersebut lancar atau tidak pada setiap wilayah.
4	LCD OLED	Menggunakan LCD oled untuk menampilkan hasil monitoring parameter seperti ketersediaan air pada setiap <i>recevoire</i> , dan debit aliran air.
5	<i>Motorized valve</i> 12 V	<i>Motorized valve</i> berfungsi sebagai pengontrol aliran dan mengatur aliran air untuk lancarnya distribusi di setiap wilayah.
6	Pompa Booster	Pompa booster berfungsi untuk meningkatkan debit aliran air dari sumber setiap wilayah ke pelanggan.
7	UBEC <i>Step down</i> 12 V to 5 V	<i>Step down</i> tersebut sebagai sumber mikrokontroler dan juga sebagai sumber di setiap sensor.

No	Nama Alat	Keterangan
8	Adaptor 12 V 3A	Sumber daya 12 V untuk menghidupkan <i>motorized valve</i> dan juga sebagai sumber daya utama untuk seluruh rangkaian elektronik.

Dikarenakan sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini, penulis juga melakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan. Aplikasi monitoring dan kontrol distribusi air ini bukan hanya untuk *valve* saja akan tetapi pada usulan kedua ditambahkan pompa booster yang bisa dikontrol, tentu saja desain sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa petugas masih mencatat debit dan memonitoring secara manual, sehingga memberikan solusi untuk memudahkan petugas dalam memonitoring dan kontrol distribusi air menggunakan perangkat *smartphone* yang berada pada ruang control disetiap sumur agar lebih efisien. Desain aplikasi dibuat compatible dengan *smartphone* dan spesifikasi yang rendah maka kami menggunakan aplikasi Blynk IoT yang dapat dilihat pada tampilan seperti Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Usulan Tampilan Dashboard Rancangan Blynk IoT Penambahan Pompa Booster

3.2.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 2

Berdasarkan spesifikasi yang dibutuhkan, berikut merupakan rancangan anggaran usulan desain satu yang dapat dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3.5 Rancangan Anggaran Biaya Solusi Kedua

No	BARANG	HARGA	QTY.	SATUAN	TOTAL
1	Pompa Summersible Grundfos 1 x 220 V 50 Hz	Rp. 18.850.000,00	3	pcs	Rp. 56.550.000,00
2	Pompa Booster Grundfos Cmb 3-37	Rp. 7.977.200,00	3	pcs	Rp. 23.931.600,00
3	Panel Pompa	Rp. 3.750.000,00	3	pcs	Rp. 11.250.000,00
4	Modul IoT	Rp. 1.752.000,00	6	pcs	Rp. 10.512.000,00
5	Pipa 2 inc besi	Rp. 210.000,00	100	m	Rp. 21.000.000,00
6	Water level Control PS-3S Omron	Rp. 356.160,00	3	pcs	Rp. 1.068.480,00
7	Water flow Sensor	Rp. 25.000,00	3	pcs	Rp. 75.000,00
8	Motorized valve	Rp. 71.787,00	3	pcs	Rp. 515.361,00
TOTAL					Rp. 124.902.441,00

3.2.3 Analisis Risiko Desain

Analisis desain tersebut mempunyai beberapa kekurangan yang berdampak terhadap pembuatan distribusi air pamsimas di gunung pati melalui penambahan pompa booster, dan monitoring IoT ini yang memiliki 3 aspek yaitu :

1. Aspek Teknis

Dalam aspek teknis, risiko utama meliputi kesalahan dalam desain teknis yang dapat menyebabkan ketidak seimbangan tekanan air, kegagalan material seperti *valve* dan pipa yang tidak tahan terhadap korosi atau tekanan, serta potensi penyumbatan akibat akumulasi sedimen pada jalur distribusi. Penentuan letak penambahan booster pada jalur pipa distribusi sangat mempengaruhi hasil distribusi air yang dilakukan.

2. Aspek Sosial

Dari segi sosial, risiko mencakup potensi ketidakpuasan masyarakat akibat distribusi air yang tidak merata serta kesenjangan akses antara wilayah dataran tinggi dan rendah. Untuk itu, pelibatan masyarakat dalam tahap perencanaan,

sosialisasi terkait sistem distribusi air, dan edukasi penggunaan air secara bijak sangat diperlukan agar solusi yang diterapkan dapat diterima dan didukung oleh masyarakat.

3. Aspek Ekonomi

Pada aspek ekonomi, tantangan utama adalah biaya investasi awal yang tinggi untuk pembelian pompa booster dan pemasangannya, diikuti oleh biaya operasional serta perawatan yang harus dilakukan secara berkala. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan analisis biaya-manfaat yang cermat, pemilihan peralatan berkualitas tinggi, dan alokasi anggaran yang memadai untuk keberlanjutan sistem dalam jangka panjang.

3.2.4 Pengukuran Performa

System monitoring peningkatan distribusi air ini memiliki beberapa parameter pengukuran yang krusial, yaitu kecepatan aliran air, volume air, debit atau aliran air dalam satuan liter per second.

Parameter-parameter ini sangat penting dalam proses distribusi air untuk memperlancar aliran air untuk bisa di alirkan ke tiap-tiap pelanggan secara merata. Pada system ini dirancang untuk melakukan pemantauan secara real time dan juga control untuk mengetahui dari parameter-parameter tersebut. Pengiriman data secara real-time kepada petugas yang berada di ruangan control melalui aplikasi *open source* yaitu Blynk.

3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Berdasarkan masalah yang telah dibahas dan hasil pada tahap survei penelitian ini akan melakukan rekonfigurasi perancangan sistem agar dapat meningkatkan kualitas pendistribusian air ke seluruh wilayah dataran tinggi dan dataran rendah tersebut. Menggunakan usulan solusi yang pertama yaitu sistem aliran pipa air dibedakan untuk wilayah dataran tinggi dan rendah, dengan 4 jalur pipa distribusi dan 4 pengaturan katup motorized *valve*. Mikrokontroler ESP32 digunakan untuk pemrograman, dan aplikasi Blynk sebagai platform IoT memungkinkan monitoring distribusi air secara real-time.

3.4 Gantt Chart

Dalam upaya memenuhi target yang ingin dicapai dalam pengerjaan Monitoring Dan Kontrol Distribusi Air, perencanaan yang matang sangat diperlukan. Pembagian tugas yang jelas dan terstruktur dapat dilihat pada tabel 3.6, yang menunjukkan tanggung jawab masing-masing anggota tim dalam pengembangan sistem ini.

Tabel 3.6 Gantt Chart Pelaksanaan Capstone Design Monitoring Dan Kontrol Distribusi Air

JADWAL PENELITIAN																		
NO	KEGIATAN	BULAN																
		Oktober				November				Desember				Januari				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Penentuan Kelompok Capstone Desain			P	P													
2	Penentuan Topik Capstone Desain					R F D												
3	Identifikasi Masalah Capstone Desain						R											
4	Penentuan Solusi 1 Capstone Desain							D										
5	Penentuan Solusi 2 Capstone Desain								F									
6	Menentukan Seluruh ide solusi dan finalisasi sistem Capstone Desain									R F D	R F D							

Keterangan : R = Rafi F = Rofik D = Dita

3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Berdasarkan Gantt chart, realisasi tugas akhir Sistem Monitoring distribusi air menghadapi kendala utama pada perancangan desain sistem dan pemenuhan standar alat. Tantangan lain meliputi memastikan desain yang ergonomis, fungsional, dan aman. Penulis berupaya mengoptimalkan setiap tahap pengerjaan agar sistem ini dapat berfungsi efektif dan diterima di lingkungan masyarakat dan pengurus PAMSIMAS.

Tabel 3.7 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1

No.	Hari , Tanggal, Durasi / Jam	Aktivitas	Pelaksana
01.00	Selasa, 8 Oktober 2024 Pukul 07.00 - 10.00 WIB	Wawancara Mitra	Rafi, Dita, Rofik
02.00	Rabu, 9 Oktober 2024 Pukul 13.00 - selesai	Searching Literatur Review Penelitian	Rafi, Dita, Rofik
03.00	Minggu, 24 November 2024 Pukul 07.00 – 18.00 WIB	Survei Lokasi Penelitian	Rafi, Dita, Rofik
04.00	Rabu, 30 Oktober 2024	Penyusunan BAB I	Rafi, Dita, Rofik
05.00	Rabu, 30 Oktober 2024	Penyusunan BAB II	Rafi, Dita, Rofik
06.00	Rabu, 30 Oktober 2024	Penyusunan BAB III	Rafi, Dita, Rofik
07.00	Kamis, 21 November 2024	Desain Flow Chart	Rafi, Dita
08.00	Selasa, 3 Desember 2024	Desain Usulan Solusi 1 dan 2.	Dita, Rafi
09.00	Senin, 8 Desember 2024	Simulasi Perancangan Usulan.	Rafi, Dita, Rofik



BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

Peningkatan kualitas distribusi air PAMSIMAS di Gunungpati dilakukan melalui integrasi *valve* otomatis, pompa *booster*, dan teknologi IoT. *Valve* otomatis mengatur aliran air secara terprogram. Sistem ini dilengkapi sensor tekanan, flow meter, dan ketinggian air yang mengirim data *real-time* ke platform berbasis IoT untuk pemantauan dan pengendalian melalui jaringan GSM, Wi-Fi, atau LoRa. Dengan otomasi dan analitik data, sistem ini meningkatkan efisiensi distribusi, mengurangi risiko kebocoran, dan memungkinkan respons cepat terhadap gangguan operasional.

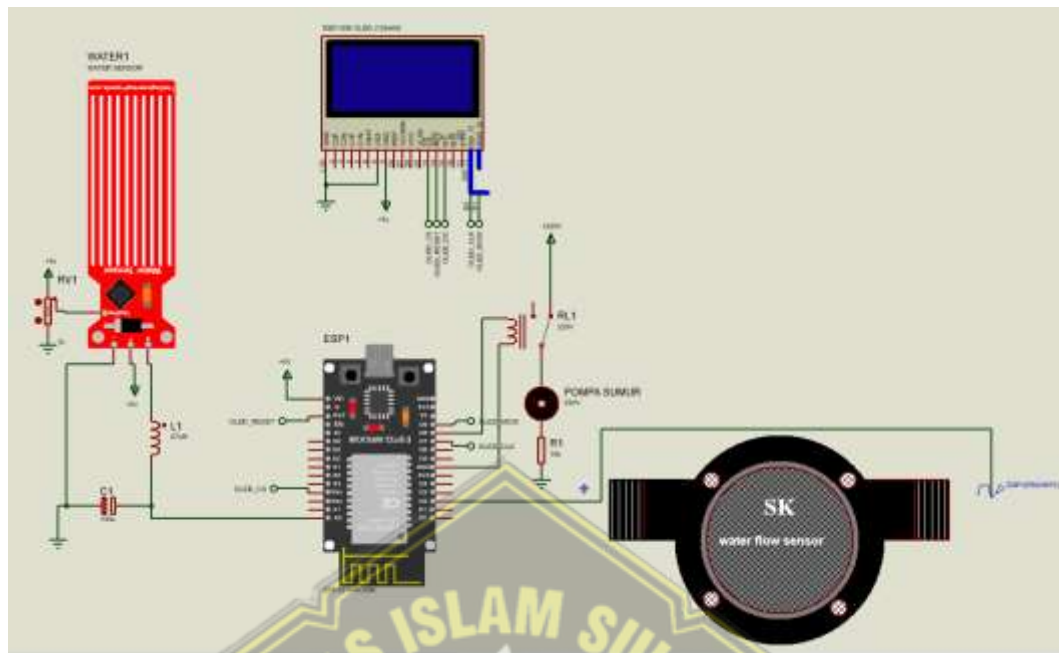
4.1.1 Rangkaian Elektronik

Pada proses prototyping alat untuk Tugas Akhir 2 ini, tim capstone design menggunakan komponen yang telah ditentukan dalam Bab 3 Tugas Akhir 1 untuk membuat rangkaian elektronik. Hasil rancangan alat dapat dilihat pada tabel 4.1 yang menunjukkan alat di ruang control distribusi air. Selain itu, rincian lebih lanjut mengenai komponen dan spesifikasi yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Komponen Rangkaian Elektronik

No.	Komponen
1	Mikrokontroler ESP32 DevKit V1
2	Sensor <i>Water level</i>
3	Sensor Flow Water
4	LCD OLED
5	<i>Motorized valve</i> 12 V
6	UBEC <i>Step down</i> 12 V to 5 V
7	Adaptor 12 V 3A

Setelah tim capstone design menentukan dan melakukan pembelian komponen tersebut, tim capstone design juga melakukan rangkaian elektronik dengan menggunakan software. Berikut merupakan perancangan elektronis dan pembuatan alat secara langsung yaitu:



Gambar 4.1 Rangkaian Elektronik Control Distribusi Air

Berdasarkan Gambar 4.1 rangkaian elektronis yang ditunjukkan, rangkaian tersebut merupakan sistem untuk alat di ruang control distribusi. Rangkaian ini terdiri dari beberapa komponen penting, termasuk sensor, mikrokontroler, dan LCD. Sensor *water flow* berfungsi untuk memantau debit aliran air secara real-time, memungkinkan deteksi dini kebocoran, identifikasi gangguan, serta analisis pola penggunaan air untuk mendukung distribusi yang optimal. data dari sensor ini membantu memastikan aliran air sesuai kebutuhan sistem.

Sensor *water level* digunakan untuk mengukur ketinggian air dalam tangki atau wadah penyimpanan. Penggunaan sensor ini mendukung pengisian ulang otomatis saat tingkat air rendah, mencegah luapan tangki melalui peringatan dini, serta memastikan ketersediaan air yang stabil untuk distribusi.

Pengaturan *valve* secara manual dilakukan dengan mengintegrasikan data dari sensor *water flow* dan sensor *water level* melalui platform IoT. *Valve* dapat dikontrol secara real-time untuk membuka, menutup, atau menyesuaikan aliran air sesuai dengan kondisi aktual, seperti permintaan pengguna, ketersediaan air di tangki, atau adanya kebocoran. Sistem ini memungkinkan pengaturan aliran air yang lebih presisi dan efisien.

4.1.2 Gambar desain tiga dimensi

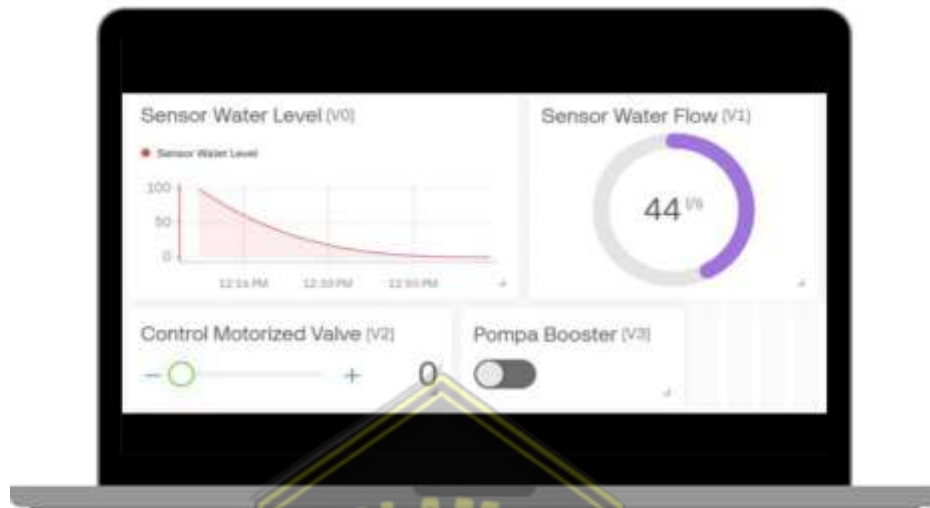


Gambar 4.2. Rangkaian Elektronik Control Distribusi Air

4.1.3 Software atau interface

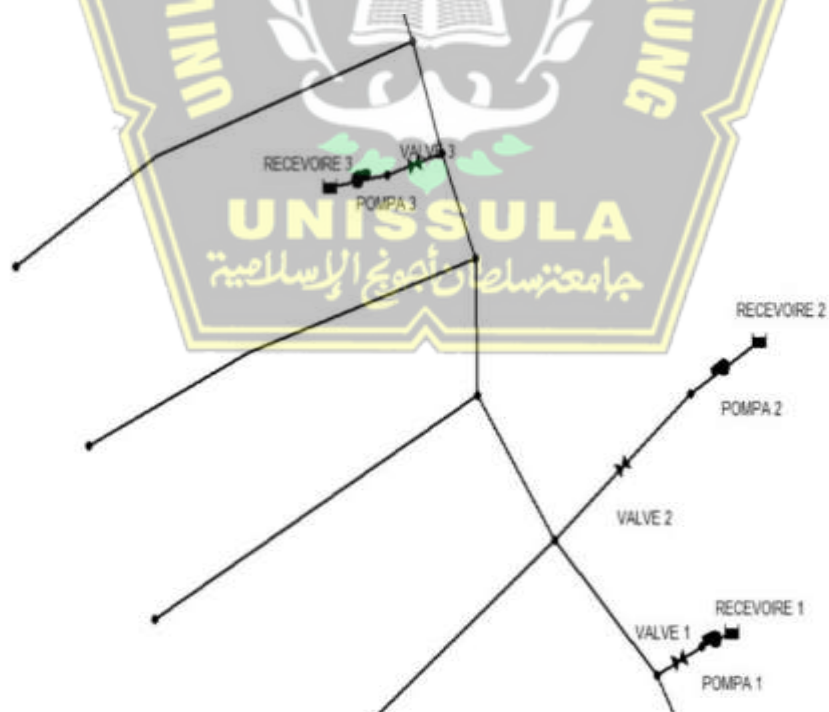


Gambar 4.3 Tampilan monitoring pada aplikasi Blink pada *Smartphone*

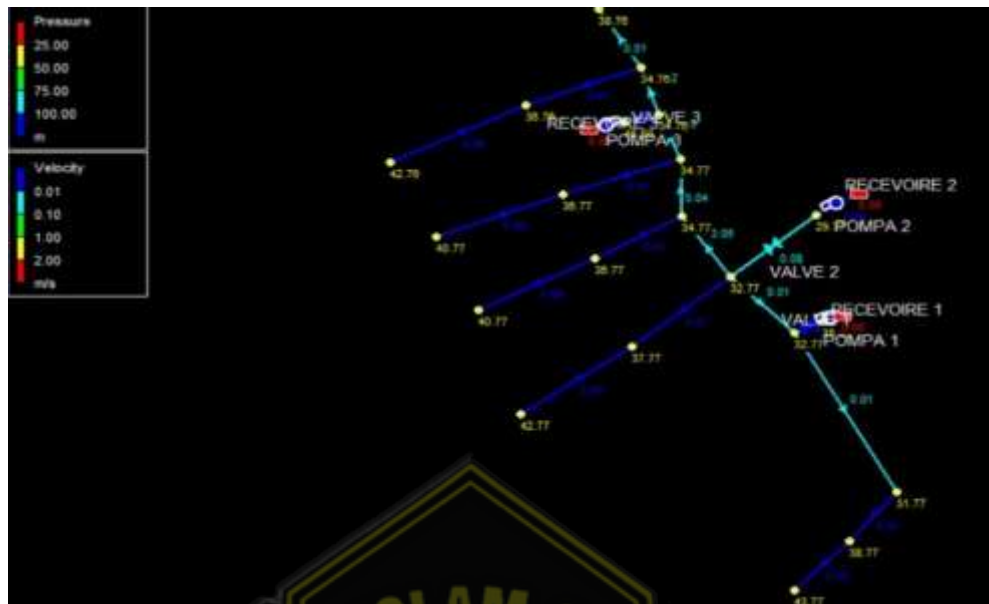


Gambar 4.4 Tampilan monitoring pada aplikasi Blink di laptop

4.1.4 Foto hasil akhir perancangan

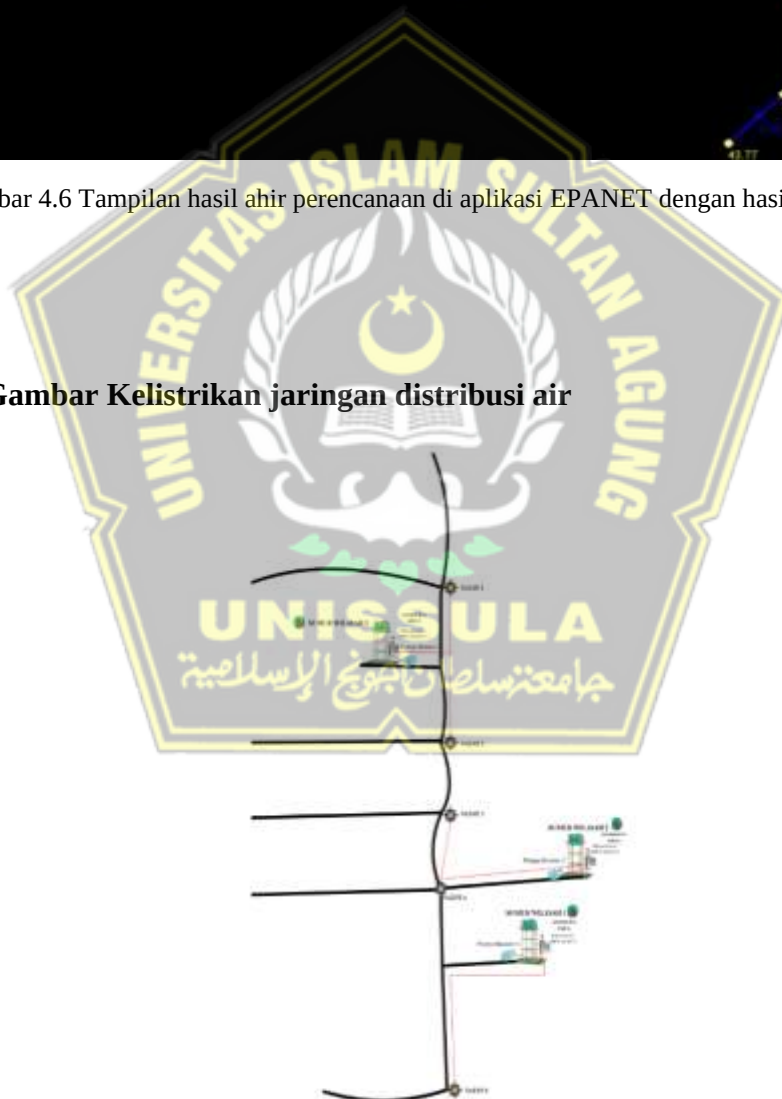


Gambar 4.5 Tampilan hasil akhir perencanaan di aplikasi EPANET tanpa tampilan hasil perhitungan



Gambar 4.6 Tampilan hasil akhir perencanaan di aplikasi EPANET dengan hasil perhitungan

4.1.5 Gambar Kelistrikan jaringan distribusi air



Gambar 4.7 Tampilan Jaringan Listrik

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Metode yang di gunakan dalam pengukuran pada rancangan simulasi yang di gunakan pertama adalah *software* GOOGLE EARTH PRO untuk mengetahui kondisi geografis wilayah yang kedua menggunakan *software* EPANET yang di gunakan untuk menganalisis dan merancang sistem distribusi air bersih untuk mensimulasikan aliran air, tekanan air dan kualitas air dalam sistem distribusi, serta untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam berbagai skenario operasional.

Pengukuran dalam rancangan simulasi menggunakan GOOGLE EARTH PRO yang berguna untuk menentukan kebutuhan pompa jika elevasi naik dan menilai kelayaan distribusi gravitasi jika dari tempat tinggi ke rendah pada geografis wilayah dalam konteks perancangan atau evaluasi infrastruktur air. Langkah pengukurannya yaitu klik kanan pada jalur atau titik, lalu pilih show elevation profile untuk melihat ketinggian sepanjang jalur.

Metode penggunaan kinerja EPANET melibatkan serangkaian langkah untuk menganalisis kinerja sistem distribusi air, mulai dari aliran air, tekanan, hingga kualitas air. Langkah-langkah dalam pengukuran EPANET sebagai berikut:

1. Pengukuran aliran air (Flow) untuk mengukur jumlah air setiap pipa dalam sistem distribusi. Metode pengukurannya yaitu debit aliran (flow rate) diukur dalam satuan desimeter. EPANET secara otomatis menghitung aliran berdasarkan data yang dimasukkan. Kecepatan air (*velocity*) untuk menghitung kecepatan aliran air dalam pipa, yang dapat digunakan untuk memastikan aliran air tidak terlalu lambat atau terlalu cepat. Kecepatan ideal: sekitar 0.6-2.4 m/s.
2. Pengukuran tekanan air (pressure) untuk mengetahui tekanan air di setiap titik atau node dalam jaringan distribusi. Metode pengukurannya yaitu tekanan diukur dalam meter kolom air (H₂O) atau bar. Tekanan yang cukup diperlukan untuk memastikan air dapat mengalir untuk memastikan air dapat mengalir ke setiap rumah atau pengguna. Tekanan terlalu rendah dapat menyebabkan pasokan air yang tidak stabil atau tidak mencukupi. Tekanan terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada pipa atau kebocoran.
3. Headloss (kehilangan energi) mengacu pada penurunan energi dalam sistem distribusi air, yang disebabkan oleh gesekan air dengan dinding pipa dan

berbagai komponen lain seperti katup dan sambungan. Metode Pengukuran: Headloss dihitung berdasarkan panjang pipa, diameter, faktor rugositas, dan aliran air. Kepala hilang yang tinggi dapat menunjukkan masalah dalam sistem seperti pipa yang terlalu kecil atau tersumbat.

4. Pengukuran Kualitas Air (*Water Quality*) mengukur distribusi kualitas air dalam sistem distribusi, termasuk konsentrasi disinfektan (seperti klorin) dan umur air. Metode Pengukuran: Konsentrasi Disinfektan: EPANET dapat digunakan untuk mensimulasikan penyebaran klorin atau disinfektan lainnya sepanjang jaringan pipa. Umur Air: Menghitung berapa lama air sudah berada dalam sistem distribusi. Air yang berada terlalu lama dalam pipa dapat kehilangan kualitasnya.
5. Simulasi Skenario Operasional (*Operational Scenarios*) menggunakan EPANET untuk mensimulasikan berbagai kondisi operasional, seperti: Perubahan pola permintaan air (puncak pagi atau malam hari). Kegagalan pompa atau pipa bocor. Pengaruh penutupan katup pada aliran air.
6. Evaluasi Kinerja Sistem, setelah melakukan pengukuran-pengukuran di atas, evaluasi kinerja sistem distribusi air dapat dilakukan dengan: Menganalisis titik-titik yang memiliki tekanan terlalu rendah atau kecepatan aliran yang tidak sesuai. Memastikan sistem dapat menangani fluktuasi permintaan air (misalnya, selama jam puncak). Memastikan bahwa kualitas air tetap baik di seluruh sistem, bahkan untuk titik-titik yang jauh dari sumber air.

Kinerja hasil perancangan dalam simulasi EPANET dan dikolaborasikan sistem *internet of Things (IoT)* ESP 32 blink kontrol sebagai mikrokontroler utama didukung dengan aplikasi Blynk untuk pemantauan secara *real-time*.

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

Analisi hasil pengukuran peningkatan kualitas distribusi air pamsimas akan menguraikan hasil dari implementasi usulan desain yang sudah ditentukan baik dari pengukuran performa system, pengalaman pengguna (hasil tanggapan dari berupa survei ataupun hasil kepuasan pengguna) pemenuhan spesifikasi kesesuaian dengan tujuan dan analisis dampak implementasi dari sebuah system terdapat beberapa aspek. Berikut adalah analisis hasil pengukuran peningkatan kualitas air pamsimas melalui pengaturan system dan monitoring IoT.

5.1 Analisis Hasil

a. Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Analisis kebutuhan air untuk kebutuhan masa mendatang menggunakan standar perhitungan yang telah ditetapkan. Dari proyeksi tersebut, kemudian dihitung jumlah kebutuhan air dari sektor domestik dan sektor non domestik. kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air baku yang digunakan untuk beberapa kegiatan seperti untuk kebutuhan nasional, komersial, industri dan fasilitas umum. Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih di luar keperluan rumah tangga.

Analisa sektor domestik

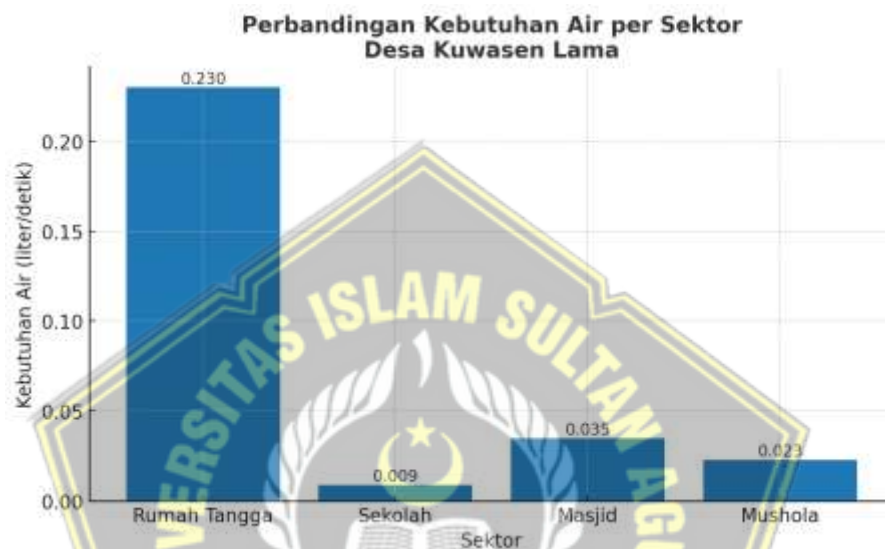
Analisis sektor domestik merupakan aspek penting dalam menganalisis kebutuhan penyediaan dimasa mendatang. Analisis sektor domestik untuk masa mendatang dilaksanakan dengan dasar analisis pertumbuhan penduduk pada wilayah yang direncanakan.

Analisa sektor non domestik

Analisis Sektor Non Domestik Analisis sektor non domestik dilaksanakan berdasarkan pada analisis data pertumbuhan terakhir fasilitas-fasilitas sosial ekonomi yang ada pada wilayah perencanaan.

Tabel 5.1 Sektor Domestik dan Non Domestik

No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Sekolah	5	Liter/murid/hari
2	Masjid	3000	Liter/unit/hari
3	Mushola	2000	Liter/unit/hari
4	Rumah Tangga	135	Liter/unit/hari



Gambar 5.1 Perbandingan Kebutuhan Air per Sektor Desa Kuwasen Lama

Tabel 5.1 Kebutuhan sektor air domestik dan non domestik yang meliputi sekolah, masjid, mushola, dan rumah tangga. Guna mengidentifikasi kebutuhan air di masing masing sektor.

Tabel 5.2. Analisis Kebutuhan Air Sektor Pendidikan (Domestik - Sekolah)

Dasar perhitungan	Konsumsi standar (Liter/hari)	Total Kebutuhan (Liter/hari)	Total Pemakaian (Liter/detik)
1 Unit sekolah	2.000	2000	0,023
150 (Jumlah murid)	5	750	0,009

Tabel 5.2 Menganalisis kebutuhan air di sektor pendidikan Desa Kuwasen Lama dihitung dari jumlah murid sebanyak 150 orang dengan standar pemakaian air 5 liter per murid per hari. Dari perhitungan tersebut diperoleh total kebutuhan air sebesar 750 liter per hari, yang jika dikonversi menjadi debit air setara dengan

0,009 liter per detik. Namun, dalam perencanaan penyediaan air bersih, kebutuhan air di sekolah tidak hanya terbatas untuk murid, tetapi juga mencakup guru, staf, serta penggunaan fasilitas pendukung seperti toilet, kebersihan ruangan, dan kegiatan sekolah lainnya. Oleh karena itu, untuk menjaga ketersediaan air yang lebih memadai, digunakan pendekatan konservatif dengan menetapkan kebutuhan rata-rata per sekolah sebesar 2000 liter per hari atau setara dengan 0,023 liter per detik. Pendekatan ini dipilih agar suplai air lebih aman dan mampu mengantisipasi peningkatan kebutuhan di masa mendatang.

Tabel 5.3 Analisis Kebutuhan Sektor Peribadatan (Domestik - Masjid)

Sektor Peribadatan	Konsumsi standar (Liter/hari)	Asumsi jama'ah (orang)	Kebutuhan air jama'ah (Liter/orang)	Total Pemakaian (Liter/detik)
1 Unit Masjid	3000	300	3	0,035

Tabel 5.3 analisis kebutuhan air di sektor peribadatan masjid yang ada satu di Desa Kuwasen Lama dihitung dari beberapa komponen. Jumlah jamaah rata-rata per hari sebanyak 300 orang, dengan asumsi standar kebutuhan air untuk wudhu sebesar 3 liter per orang, sehingga kebutuhan air untuk wudhu mencapai 900 liter per hari. Selain itu, kebutuhan air untuk kebersihan masjid diperkirakan sebesar 600 liter per hari. Untuk mengantisipasi kegiatan tambahan seperti pengajian, acara keagamaan, dan penggunaan fasilitas lainnya, dialokasikan cadangan kebutuhan sebesar 1.500 liter per hari. Dengan demikian, total kebutuhan air masjid mencapai 3.000 liter per hari. Jika dikonversi ke dalam bentuk debit, diperoleh nilai sekitar 0,035 liter per detik. Angka ini menunjukkan bahwa suplai air yang tersedia harus mampu memenuhi kebutuhan rutin ibadah maupun kegiatan tambahan yang dilakukan di masjid.

Tabel 5.4 Analisis Kebutuhan Air Peribadatan (Domestik - Musholla)

Sektor Peribadatan	Konsumsi standar (Liter/hari)	Asumsi jama'ah (orang)	Kebutuhan air jama'ah (Liter/orang)	Total Pemakaian (Liter/detik)
1 Unit Musholla	2000	150	3	0,023

Tabel 5.4 analisis kebutuhan sektor domestik sektor peribadatan Musholla Desa Kuwasen Lama ditentukan dari jumlah jamaah rata-rata sebanyak 150 orang. Dengan asumsi kebutuhan air untuk wudhu sebesar 3 liter per orang, maka diperoleh kebutuhan harian sekitar 450 liter. Selain itu, dialokasikan kebutuhan untuk kebersihan musholla sebesar 550 liter per hari. Untuk kegiatan tambahan seperti ibadah rutin, pengajian kecil, dan aktivitas lain, disiapkan cadangan kebutuhan air sebesar 1.000 liter per hari. Dengan demikian, total kebutuhan air musholla mencapai 2.000 liter per hari. Jika dikonversi menjadi debit, diperoleh sebesar 0,023 liter per detik. Nilai ini menunjukkan bahwa kebutuhan air musholla relatif lebih kecil dibandingkan masjid, namun tetap penting diperhitungkan agar pelayanan air bersih dapat berjalan optimal.

Tabel 5.5 Analisis Kebutuhan sektor Rumah tangga (Non Domestik)

Jumlah Penduduk (Jiwa)	Cakupan Pelayanan (%)	Jumlah Terlayani (Jiwa)	rata-rata Konsumsi (Liter/orang/hari)	Kebutuhan Air (liter/hari)	Total Kebutuhan (liter/ detik)
429	70	300	65	19500	0.23

Tabel 5.5 Analisa kebutuhan air di sektor rumah tangga dengan jumlah penduduk Desa Kuwasen Lama tercatat sebanyak 429 jiwa. Namun, karena cakupan layanan air bersih baru menjangkau sekitar 70% penduduk, maka yang terlayani berjumlah ± 300 jiwa. Standar kebutuhan air rumah tangga yang digunakan mengacu pada SNI, yaitu rata-rata 65 liter per orang per hari. Dengan demikian, total kebutuhan air rumah tangga di desa ini mencapai 19.500 liter per hari. Jika dikonversi ke dalam debit, maka diperoleh sebesar 0,23 liter per detik. Hasil ini menunjukkan bahwa sektor rumah tangga menjadi sektor dengan kebutuhan air terbesar dibandingkan sektor pendidikan, masjid, maupun mushola, sehingga harus menjadi prioritas utama dalam perencanaan distribusi air.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Kebutuhan Air Desa Kuwasen Lama

Penduduk (Jiwa)	Domestik	Non Domestik			Jumlah Kebutuhan Air	Kehilangan Air 25%	Rata-rata	Air Maks	Kebutuhan Air di Jam Puncak
	SR	Sekolah	Masjid	Musholla					
	(Liter/detik)								
429	0.23	0.009	0.035	0.023	0.292	0.073	0.365	0.548	0.730

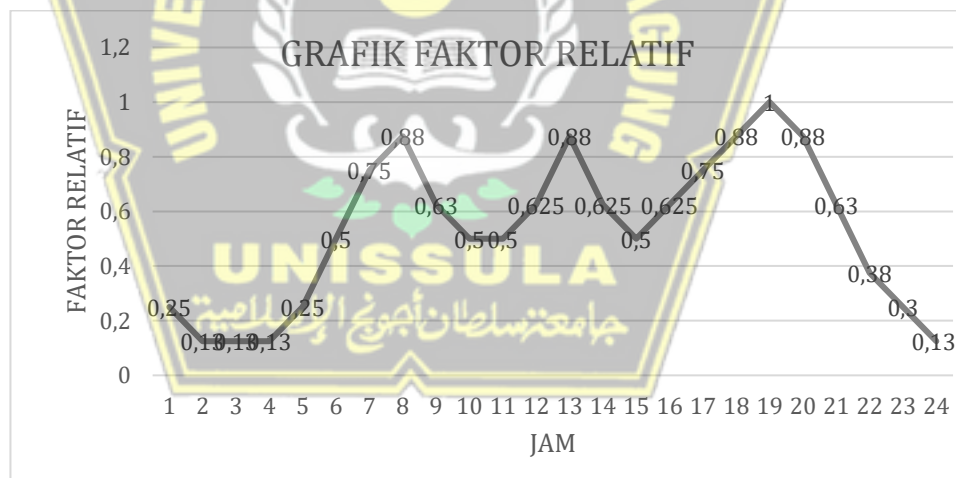
Tabel 5.6 Rekapitulasi kebutuhan air kuwasen lama jumlah seluruh kebutuhan air Desa Kuwasen Lama kebutuhan sektor air domestik dan non domestik yang meliputi sekolah masjid mushola dan rumah tangga tabel 5.1 mengidentifikasi kebutuhan air di masing masing sektor. kebutuhan air sektor domestik (sektor pendidikan) yang meliputi jumlah murid rata rata yang di gunakan per hari dan jumlah kebutuhan air 0,009 per detik. kebutuhan air di sektor peribadatan masjid yang ada satu di Desa Kuwasen Lama membutuhkan air rata rata per hari 3000 liter dan jumlah kebutuhan air 0,035 per detik. kebutuhan sektor domestik sektor peribadatan musola yang rata rata konsumsi air per hari 2000 dengan jumlah kebutuhan 0,023 per detik. kebutuhan air di sektor rumah tangga dengan jumlah penduduk 429 jiwa yang dominan cakupan layanan nya 70 % rata rata kebutuhan nya per hari 19500 liter per orang dengan jumlah 0.23 per detik.

Tabel 5.7 Faktor relatif

Jam	% Konsumsi	Faktor Relatif	Keterangan
0	2	0.25	Tengah malam
1	1	0.13	Aktivitas minim
2	1	0.13	Aktivitas minim
3	1	0.13	Aktivitas minim
4	2	0.25	Subuh, mulai bangun
5	4	0.5	Mandi pagi, sholat, persiapan
6	6	0.75	Puncak pagi dimulai
7	7	0.88	Sekolah, kerja
8	5	0.63	Aktivitas normal
9	4	0.5	Aktivitas normal
10	4	0.5	Aktivitas normal
11	5	0.63	Persiapan makan siang
12	7	0.88	Puncak siang (makan, sholat)
13	5	0.63	Aktivitas ringan
14	4	0.5	Aktivitas ringan
15	5	0.63	Aktivitas sore dimulai
16	6	0.75	Aktivitas meningkat
17	7	0.88	Mandi sore, maghrib
18	8	1.00 (jam puncak)	Puncak malam
19	7	0.88	Masak, kegiatan rumah
20	5	0.63	Mulai menurun
21	3	0.38	Istirahat
22	2	0.25	Tidur
23	1	0.13	Tidur

Tabel 5.8 Hasil Pemodelan Awal

Node ID	Demand (LPS)	Meter Head	Konversi Psi	Pressure (m)
Junc 3	0.01	224.84	22.9	2.84
Junc 4	0.01	224.93	22.9	2.93
Junc 6	0.01	220.66	22.5	0.66
Junc 7	0.02	220.66	22.5	6.66
Junc 8	0.03	220.66	22.5	0.66
Junc 9	0.01	221.64	22.6	1.64
Junc 10	0.01	222.94	22.7	2.94
Junc 11	0.02	224.93	22.9	1.93
Junc 12	0.01	224.93	22.9	13.93
Junc 13	0.01	224.84	22.9	12.84
Junc 14	0.01	222.94	22.7	8.94
Junc 15	0.01	221.64	22.6	7.64
Junc 16	0.01	220.66	22.5	8.66
Resvr 1	-3.06	227	23.2	0
Resvr 2	-0.85	225	23.0	0
Resvr 5	3.7	219	22.3	0



Gambar 5.2 Grafik faktor reaktif

$\text{Psi} = \text{Meter Of Head} \times 0.1020$

Psi (pound per square inch) adalah satuan tekanan dalam sistem imperial.

Meter of Head adalah satuan tekanan dalam sistem metrik, menunjukkan ketinggian air yang menghasilkan tekanan tersebut.

Konversi cepat:

1 psi 0,703 meter head

1 meter head 1,422 psi

$\text{Psi} = \text{pressure (m)} \times 1.422334$

Psi satuan tekanan (pound per square inch).

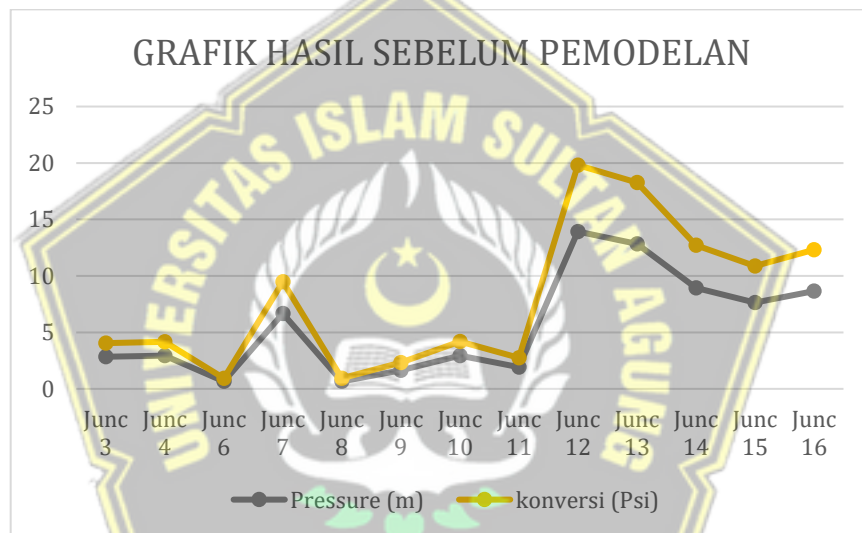
m (meter) adalah satuan panjang, tapi dalam konteks meter head, itu mewakili tekanan akibat tinggi kolom air.

Konversi: 1 psi 0,703 meter head

1 meter head 1,422 psi

Psi = tekanan,

m (meter head) = tekanan dari tinggi air.



Gambar 5.3. Grafik Hasil sebelum pemodelan

Hasil dan analisis pengujian indikator didasarkan pada desain yang sudah ditentukan oleh penulis di Bab 3 (usulan ke 2). Pengujian ini dibagi menjadi 3 *Pressure* (tekanan air) flow (aliran air) monitoring Iot (ESP 32) Berikut adalah penjelasan hasil dan analisis dari pengujian indikator yang penulis lakukan yaitu :

a) *Pressure* (tekanan air)

Pengukuran *pressure* (tekanan air) yang di lakukan di simulasi EPANET pada awal sebelum di lakukan perancangan yang di laksanakan oleh tim kita menunjukan apa yang di keluhkan di masyarakat kuwasen lama gunung pati yaitu pada daerah atas tidak kebagian air dan cenderung air mengalir ke bagian bawah. Metode pengukurannya yaitu tekanan diukur dalam meter kolam air (H20) atau bar. Tekanan yang cukup diperlukan untuk memastikan air dapat

mengalir untuk memastikan air dapat mengalir ke setiap rumah atau pengguna. Tekanan terlalu rendah dapat menyebabkan pasokan air yang tidak stabil atau tidak mencukupi.

b) *Flow* (aliran air)

Dari reservoir, air dialirkan melalui jaringan pipa distribusi ke sambungan jalur utama lalu di sambungkan ke rumah masyarakat. Sistem distribusi dapat berupa sistem gravitasi, pemompaan, atau kombinasi keduanya, tergantung pada kondisi topografi dan kebutuhan teknis. rekonfigurasi perancangan sistem agar dapat meningkatkan kualitas pendistribusian air ke seluruh wilayah dataran tinggi dan dataran rendah tersebut. Untuk meningkatkan efisiensi sistem, pada usulan kedua terdapat penambahan pompa booster pada jalur distribusi menuju wilayah dataran tinggi. Pompa ini akan memastikan tekanan air tetap mencukupi, meskipun perbedaan elevasi signifikan. Integrasi pompa booster dengan mikrokontroler ESP32 memungkinkan pengendalian otomatis berdasarkan kondisi tekanan air, sehingga distribusi air tetap stabil dan optimal di seluruh wilayah.

c) *Monitoring IoT (ESP32)*

Monitoring IoT (ESP32) untuk memudahkan pemantauan dan mengontrol distribusi air yang memudahkan petugas pamsimas untuk mengontrol distribusi air di masing-masing wilayah. Dalam dashboard Blynk IoT ada beberapa tampilan monitoring.

1. *Sensor water level*
2. *Sensor water flow*
3. *Control montorized valve*
4. *Pompa booster*

5.2 Hasil dan Pembahasan

5.2.1 Deskripsi Umum Simulasi Jaringan Distribusi Air

Simulasi jaringan distribusi air dilakukan menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2, yang merupakan tools berbasis pemodelan hidraulik untuk

menganalisis perilaku aliran air dalam jaringan pipa tekanan. Sistem yang dimodelkan dalam penelitian ini terdiri atas:

1. Tiga reservoir utama (resevoir 1, 2, dan 3) sebagai sumber air,
2. Tiga buah pompa (PUMP 1, PUMP 2, PUMP 3) yang masing-masing terhubung langsung dengan reservoir,
3. Beberapa valve yang digunakan sebagai alat kontrol tekanan (prv)
4. Jaringan pipa distribusi dengan konfigurasi cabang dan sebagian *looping*.

Simulasi bertujuan untuk mengevaluasi tekanan hidraulik, distribusi aliran, dan performa sistem terhadap beban yang bervariasi, terutama pada node-node dengan konsumsi tinggi.

5.2.2 Analisis Tekanan pada Masing-masing Junction

Hasil simulasi memperlihatkan bahwa distribusi tekanan pada node (*junction*) memiliki variasi yang cukup merata dengan nilai yang masih berada dalam rentang operasional standar.

Tekanan minimum ditemukan pada Junc 11 yaitu 31.68 meter, sedangkan tekanan maksimum ditemukan pada Junc 12 dengan nilai 43,68 meter karena pada titik tersebut elevasinya paling rendah dibandingkan yang lainnya yaitu 211 meter.

Berikut beberapa data penting yang diperoleh dari hasil simulasi: Tabel 5.9

Tabel 5.9 Data hasil simulasi

Node ID	Demand (LPS)	Head (m)	Tekanan (m)
Junc 7	0.02	254.67	40.67
Junc 8	0.03	254.67	34.67
Junc 9	0.01	254.67	34.67
Junc 10	0.01	254.67	34.67
Junc 11	0.02	254.68	31.68
Junc 12	0.01	254.68	43.68
Junc 13	0.01	254.68	42.68
Junc 14	0.01	254.67	40.67
Junc 15	0.01	254.67	40.67
Junc 16	0.01	254.67	42.67

Dari tabel tersebut terlihat bahwa mayoritas tekanan berada pada kisaran 34–43 meter, dengan tekanan ideal untuk sistem distribusi rumah tangga adalah 30–45 meter.

5.2.3 Evaluasi Terhadap Pompa dan Kurva Head

Pompa yang digunakan dalam sistem sebelumnya memiliki kurva karakteristik sebagai berikut:

Tabel 5.10 Debit (LPS) dan Head (m)

Debit (LPS)	Head (m)
0	60
10	55
20	40
30	20

Tabel 5.10 menunjukkan bahwa pompa memberikan head tinggi pada debit rendah, dan head menurun seiring bertambahnya debit. Pada saat aliran menuju Junc 26 adalah sebesar 1.76 LPS, pompa menghasilkan head sekitar ≥ 48 m, yang setelah dikombinasikan dengan elevasi, memberikan tekanan sebesar 48,30 m.

Untuk mencapai tekanan ideal (sekitar 40 m), maka perlu dilakukan modifikasi kurva pompa, misalnya menjadi:

Tabel 5.11 Debit (LPS) dan Head (m)

Debit (LPS)	Head baru (m)
0	30
10	26
20	22
30	19

Selain itu, metode lain yang digunakan adalah penambahan PRV (*Pressure Reducing Valve*) di jalur output pompa yang menuju ke node beban besar, untuk menstabilkan tekanan di bawah batas maksimum.

5.2.4 Evaluasi Distribusi Debit

Distribusi debit (aliran) pada sistem memperlihatkan bahwa sebagian besar node memiliki permintaan air yang rendah, berkisar antara 0.01 hingga 0.03 LPS, yang sesuai dengan kebutuhan domestik. Namun, terdapat beberapa node seperti Junc 26 yang memiliki permintaan tinggi (1.76 LPS) yang mewakili konsentrasi beban atau zona dengan populasi lebih padat.

Meskipun demikian, sistem tetap mampu menjaga tekanan dan aliran yang stabil ke seluruh node. Tidak terdapat tekanan negatif maupun kehilangan aliran ($velocity = 0$), yang mengindikasikan bahwa jaringan tidak mengalami sumbatan maupun kehilangan head yang ekstrem.

5.2.5 Peran Valve dalam Zonasi Tekanan

Dalam simulasi ini, dua buah *valve* ditempatkan pada pipa yang menghubungkan jalur pompa dengan jaringan distribusi utama. *valve* tersebut berfungsi sebagai pengatur tekanan antar zona dan mencegah terjadinya lonjakan tekanan di node-node yang lebih dekat dengan pompa. *valve* ini disimulasikan sebagai PRV yang menjaga tekanan tetap berada di bawah ambang batas (misalnya 40 m), dan terbukti dapat menstabilkan tekanan pada bagian tengah jaringan.

a. Keseluruhan Evaluasi Sistem

Secara keseluruhan, sistem distribusi yang dimodelkan memiliki performa *hidraulik* yang baik, ditunjukkan oleh:

1. Tidak adanya tekanan negatif,
2. Tekanan merata dan berada dalam batas aman (30–50 m),
3. Tidak terjadi stagnasi aliran ($velocity \neq 0$),
4. Sistem mampu mengalirkan debit besar ke titik beban tinggi tanpa mengganggu node lainnya,
5. Penggunaan PRV dan pemilihan kurva pompa yang tepat telah meningkatkan kestabilan sistem.

Dengan hasil ini, sistem jaringan dapat direkomendasikan untuk diterapkan dalam skala distribusi kawasan perumahan atau wilayah semi perkotaan dengan variasi beban rendah hingga menengah.

Hasil dan Pembahasan IoT

Berdasarkan Simulasi wiring Proteus terhubung ke Blynk IoT dilakukan guna menampilkan hasil visualisasi kerja monitoring secara *real-time*. Operator dapat memantau serta mengontrol ketinggian debit air dan status *speed* pompa booster dari jarak jauh. Dalam sistem ini tersedia 2 fitur kontrol yakni kontrol otomatis dan kontrol manual, sistem dapat diatur secara otomatis berdasarkan level air atau dapat juga diatur manual pada tampilan dashboard Blynk. Pada data ketinggian air dan data laju aliran air dikirim secara real-time ke Blynk IoT sehingga dapat dipantau dari jarak jauh secara real time melalui dashboard. LCD digunakan sebagai lokal indikator untuk menampilkan sensor dan speed motor, Perubahan ini memberikan manfaat yang signifikan dengan adanya pompa booster dan sistem monitoring yang dapat dikontrol dari jarak jauh dapat mempermudah kerja operator sehingga lebih efisien tanpa harus berada pada lokasi instansi. Simulasi ini sebagai penggambaran secara visualisasi kinerja sistem usulan solusi yang akan digunakan, sekaligus guna meminimalkan resiko kerusakan komponen sistem.

Cara Kerja Sistem

1. Sensor Air (WATER1):

Sensor ini mendeteksi keberadaan air, bisa analog (via nilai ADC ESP32) atau digital (langsung HIGH/LOW).

Disetel dengan potensiometer (RV1) untuk menentukan sensitivitas.

2. Water Flow Sensor (SK):

Sensor ini menghasilkan pulsa setiap kali air mengalir.

Pulsa tersebut dibaca oleh interrupt pin ESP32 (PD2/INT0).

Kecepatan pulsa dikonversi menjadi nilai laju aliran air (L/min).

3. ESP32:

Menerima input dari sensor air & sensor flow.

Jika:

Air tersedia (sensor air terdeteksi),

Diperlukan aliran air (berdasarkan logika program atau Blynk),

maka ESP32 mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa air.

4. Relay RL1:

Diaktifkan oleh pin digital dari ESP32.

Jika ON, maka arus 220V mengalir ke pompa → pompa hidup.

5. OLED Display:

Menampilkan Status air (ada/tidak), Status pompa (hidup/mati), Flow rate air.

6. Koneksi Blynk:

ESP 32 tersambung ke WiFi. Terhubung dengan aplikasi Blynk Di aplikasi, pengguna bisa: Melihat status air dan pompa, Menyimak flow rate, Menyalakan/mematikan pompa secara manual (override), Menerima notifikasi jika air habis. Integrasi dengan Aplikasi Blynk Untuk menghubungkan ke aplikasi Blynk (versi Blynk IoT terbaru):

a. Persiapan:

Blynk IoTapp di HP. (device type: ESP32).

Simpan auth token yang diberikan.

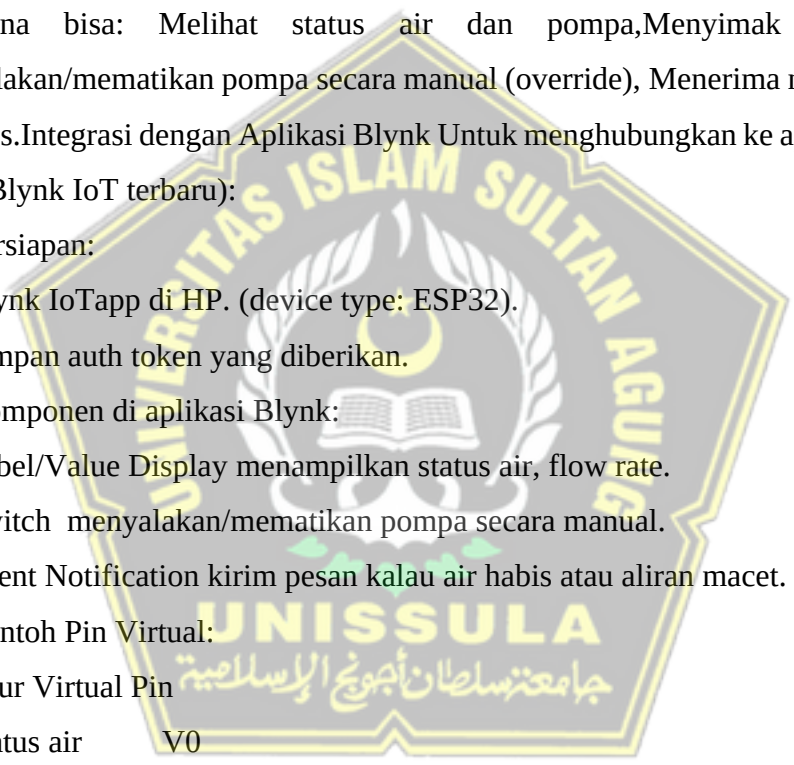
b. Komponen di aplikasi Blynk:

Label/Value Display menampilkan status air, flow rate.

Switch menyalakan/mematikan pompa secara manual.

Event Notification kirim pesan kalau air habis atau aliran macet.

c. Contoh Pin Virtual:

Fitur Virtual Pin 

Status air V0

Flow rate V1

Pompa manual ON/OFF V2 (switch)

d. Contoh Logika di Kode (Arduino IDE):

Sistem ini secara otomatis:

Menyalakan pompa jika air tersedia dan flow dibutuhkan.

Menampilkan informasi sistem via OLED.

Memberi pengguna kendali jarak jauh via Blynk.

Dalam imlementasi di simulasi proteus dengan menghubungkan ke aplikasi Blink mengalami delay atau keterlambatan respon ESP32, sejak dinyalakan atau di-reset, hingga:

Terhubung ke jaringan WiFi.

Terhubung ke server Blynk (baik Blynk Legacy maupun Blynk IoT).

Siap berkomunikasi dua arah dengan aplikasi Blynk (misalnya menyalakan LED dari aplikasi, membaca sensor. Nisialisasi Software proteus Waktu estimasi: ± 1 detik

Terjadi saat fungsi setup() dijalankan.

Melibatkan konfigurasi pin, komunikasi serial, cara untuk mengatasi Delay

Memilih server Blynk yang lebih dekat (region Asia misalnya) mengurangi delay koneksi.

Blynk IoT memiliki sistem auto-routing berdasarkan lokasi server.

Waktu delay ESP32 saat koneksi ke Blynk secara teori berkisar antara 4–10 detik.

Dengan optimasi kode dan koneksi (non-blocking WiFi, pemilihan server, dan handling error), waktu ini bisa ditekan hingga < 5 detik dalam kondisi ideal.

Respon koneksi ESP 32 ke Blynk merujuk pada umpan balik (feedback) yang diterima oleh pengguna atau sistem ketika ESP 32 berhasil atau gagal

Tabel 5.12. Respon praktis

Tahap	Status	Respon Praktis
Koneksi WiFi	Berhasil	IP ditampilkan, status CONNECTED
	Gagal	Retry loop, cetak "Failed"
Koneksi ke Blynk	Berhasil	Tersambung, dashboard aktif
	Gagal	Output: "Connection failed"

Jarak respon ESP32 terhubung ke aplikasi Blynk biasanya membutuhkan waktu sekitar 4–10 detik, tergantung kondisi jaringan dan konfigurasi. ESP32 dinyalakan atau di-reset → hingga status device "Online" di aplikasi Blynk dan bisa dikontrol/dibaca.

Tabel 5.13. Estimasi waktu detik

Tahapan	Estimasi waktu detik
Inisialisasi perangkat (setup)	1 – 2 detik
Koneksi ke WiFi	2 - 6 detik
Koneksi ke Blynk Server	1 – 3 detik
Sinkronisasi Virtual Pins	1 detik
Total waktu respon	4 – 10 detik

b. Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Pada spesifikasi sistem di perancangan sistem untuk meningkatkan kualitas distribusi air pamsimas menggunakan simulasi EPANET dan komponen pendukung seperti modul ESP 32 Blynk kontrol sebagai mikrokontrolernya berikut adalah tabel pemenuhan spesifikasi sistem.

Tabel 5.14 Pemenuhan spesifikasi sistem

No.	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1.	Modul IoT	Mikrokontroler ESP 32 Devkit V1	Mikrokontroler ESP 32 Devkit V1
2.	Pompa Grundfos	Pompa Grundfos 1 x 220 V 50 Hz	Pompa Grundfos 1 x 220 V 50 Hz
3.	Pompa Booster	Pompa Booster Grundfos Cmd 3-37	Pompa Booster Grundfos Cmd 3-37
4.	Motorized Valve 12 V	Motorized Valve 12 V	Motorized Valve 12 V
5.	Water Level	Water Level Control PS-3S Omron	Water Level Control PS-3S Omron
6.	Water Flow	Water Flow model YF S 201	Water Flow model YF S 201
7.	UBEC Step Down	UBEC Step Down 12V to 5V	UBEC Step Down 12V to 5V

c. Pengalaman Pengguna

Pada saat melakukan pengujian sistem terdapat kendala, dikarenakan koneksi yang belum stabil dan kesesuaian jarak yang dibutuhkan belum sesuai sehingga harus mengganti jenis komponen ESP32 dan menambahkan antena untuk menambah jarak jangkauan.

Tabel 5.15. Pengalaman pengguna.

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1.	Fungsi	Efektif dalam penggunaan simulasi EPANET hasilnya sama dengan apa yang terjadi di lapangan	Dipertahankan
2.	Kemudahan	Memudahkan petugas pamsimas dalam pengelolaan dan monitoring air serta memecahkan masalah.	Dipertahankan
3.	Keamanan	Perencanaan dan perancangan di hitung dan di pertimbangkan matang matang yang di simulasikan ke aplikasi EPANET agar perealisasi berjalan dengan baik dan berfungsi tidak ada kendala dan kerugian.	Dipertahankan
4.	Kendala	Jarak jangkauan yang terbatas sehingga koneksi ESP 32 terkadang putus karena jarak antara pemancar wifi warga yang di gunakan ada yang jauh.	menambahkan antena di tempat yang jarak antar koneksinya lumayan jauh.

d. Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Tabel 5.16. Menejemen Tim Tugas Akhir 1

No.	Hari, Tanggal, Durasi / Jam	Aktivitas	Pelaksana
01.00	Selasa, 8 Oktober 2024 Pukul 07.00 - 10.00 WIB	Wawancara Mitra	Rafi, Dita, Rofik
02.00	Rabu, 9 Oktober 2024 Pukul 13.00 - selesai	Searching Literatur Review Penelitian	Rafi, Dita, Rofik
03.00	Minggu, 24 November 2024 Pukul 07.00 – 18.00 WIB	Survei Lokasi Penelitian	Rafi, Dita, Rofik
04.00	Rabu, 30 Oktober 2024	Penyusunan BAB I	Rafi, Dita, Rofik
05.00	Rabu, 30 Oktober 2024	Penyusunan BAB II	Rafi, Dita, Rofik
06.00	Rabu, 30 Oktober 2024	Penyusunan BAB III	Rafi, Dita, Rofik
07.00	Kamis, 21 November 2024	Desain Flow Chart	Rafi, Dita
08.00	Selasa, 3 Desember 2024	Desain Usulan Solusi 1 dan 2.	Dita, Rafi
09.00	Rabu, 4 Desember 2024	Simulasi Perancangan Usulan 2	Rafi, Dita, Rofik

Tabel 5.17 Menejemen Tim Tugas Akhir 2

No.	Tanggal, Durasi / Jam	Aktivitas	Pelaksana
01.00	3 Januari 2025 Pukul 07.00 - 10.00 WIB	Datang ke lokasi dan pengambilan data	Rafi, Dita, Rofik
02.00	5 Januari 2025 Pukul 13.00 - selesai	Datang ke lokasi dan pengambilan data	Rafi, Dita, Rofik
03.00	7 Januari 2025 Pukul 07.00 – 18.00 WIB	Mengolah Data dengan microsoft excel	Rafi, Dita, Rofik
04.00	10 Januari 2025 Pukul 07.00 – 18.00 WIB	Memasukan data ke aplikasi EPANET	Rafi, Dita, Rofik
05.00	20 Maret 2025 Pukul 07.00 – 18.00 WIB	Memasukan data ke aplikasi EPANET dan implementasi	Rafi, Dita, Rofik
06.00	19 Maret 2025 Pukul 07.00 – 18.00 WIB	Perancangan IoT menggunakan aplikasi Proteus	Rafi, Dita, Rofik
07.00	1 April 2025 Pukul 07.00 – 18.00 WIB	Perancangan IoT menggunakan aplikasi Proteus dan uji coba	Rafi, Dita
08.00	10 April 2025 Pukul 07.00 – 18.00 WIB	Penyusunan Laporan Tugas Akhir 2	Dita, Rafi
09.00	13 Mei 2025 Pukul 07.00 – 18.00 WIB	Esisting aplikasi EPANET dan Proteus dan implementasi IoT to Blink	Rafi, Dita, Rofik

Tabel 5.18 Kesesuaian alat realisasi

No	BARANG	HARGA	QTY.	SATUAN	TOTAL
1	Pompa Summersible Grundfos 1 x 220 V 50 Hz	Rp. 18.850.000,00	3	pcs	Rp. 56.550.000,00
2	Pompa Booster Grundfos Cmb 3-37	Rp. 7.977.200,00	3	pcs	Rp. 23.931.600,00
3	Panel Pompa	Rp. 3.750.000,00	3	pcs	Rp. 11.250.000,00
4	Modul IoT	Rp. 1.752.000,00	6	pcs	Rp. 10.512.000,00
5	Pipa 2 inc besi	Rp. 210.000,00	100	m	Rp. 21.000.000,00
6	Water level Control PS-3S Omron	Rp. 356.160,00	3	pcs	Rp. 1.068.480,00
7	Water flow Sensor	Rp. 25.000,00	3	pcs	Rp. 75.000,00
8	Motorized valve	Rp. 71.787,00	3	pcs	Rp. 515.361,00
TOTAL					Rp. 124.902.441,00

5.3 Dampak Implementasi Sistem

Pada Perancangan dan perencanaan ini di buat dengan maksud tujuan dalam mengatasi permasalahan yang ada di masyarakat di desa kwasen lama. Setelah proses perancangan dan perencanaan dengan segala perhitungan dan analisis yang di dapatkan pada saat melakukan wawancara dengan petugas pamsimas : maka tim bersama petugas akan memebrikan solusi pada permasalahan di desa tersebut pada air pamsimas yang kurang merata dan air condong mengalir ke bawah saja sedangkan di sektor atas juga membutuhkan air di karenakan keadaan geografis dan kontur tanah yang berbeda,maksud dan tujuan tim bersama petugas dan masyarakat. Adapun aspek yang berpengaruh antara lain :

1. Aspek Teknis

Dalam aspek teknis, risiko utama meliputi kesalahan dalam desain teknis yang dapat menyebabkan ketidak seimbangan tekanan air, kegagalan material seperti *valve* dan pipa yang tidak tahan terhadap korosi atau tekanan, serta potensi penyumbatan akibat akumulasi sedimen pada jalur distribusi. Penentuan letak penambahan booster pada jalur pipa distribusi sangat mempengaruhi hasil distribusi air yang dilakukan.

2. Aspek Sosial

Dari segi sosial, risiko mencakup potensi ketidakpuasan masyarakat akibat distribusi air yang tidak merata serta kesenjangan akses antara wilayah dataran tinggi dan rendah. Untuk itu, pelibatan masyarakat dalam tahap perencanaan, sosialisasi terkait sistem distribusi air, dan edukasi penggunaan air secara bijak sangat diperlukan agar solusi yang diterapkan dapat diterima dan didukung oleh masyarakat.

3. Aspek Ekonomi

Pada aspek ekonomi, tantangan utama adalah biaya investasi awal yang tinggi untuk pembelian pompa booster dan pemasangannya, diikuti oleh biaya operasional serta perawatan yang harus dilakukan secara berkala. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan analisis biaya-manfaat yang cermat, pemilihan peralatan berkualitas tinggi, dan alokasi anggaran yang memadai untuk keberlanjutan sistem dalam jangka panjang.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil survei, perancangan sistem, implementasi solusi, dan analisis yang dilakukan terhadap sistem distribusi air PAMSIMAS di Desa Kuwasen Lama, Kecamatan Gunungpati, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Melalui pemodelan menggunakan EPANET 2.0, diperoleh data bahwa tekanan air pada kondisi awal hanya berada pada kisaran 5–10 meter head di beberapa junction, yang tidak mencukupi untuk wilayah dataran tinggi. Setelah dilakukan rekayasa sistem dengan penambahan motorized valve dan pompa booster, hasil simulasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan. Tekanan air rata-rata meningkat menjadi 20–30 meter head, serta debit distribusi di masing-masing jalur pipa menjadi lebih stabil dan merata.
2. Pengujian sistem kontrol berbasis IoT dengan ESP32 dan aplikasi Blynk juga berhasil dilakukan. Data real-time dari sensor water flow dan water level menunjukkan bahwa sistem mampu memantau aliran serta volume air secara akurat, dengan tingkat respon yang cepat (estimasi waktu respon sensor tercatat rata-rata < 2 detik).

6.2 Saran

Berdasarkan hasil survei, perancangan sistem, implementasi solusi, dan analisis yang dilakukan terhadap sistem distribusi air PAMSIMAS di Desa Kuwasen Lama, Kecamatan Gunungpati, ada beberapa saran sebagai berikut:

1. Desain kedua dapat dikembangkan dengan menambahkan sistem kontrol otomatis menggunakan mikrokontroler seperti NodeMCU yang terhubung dengan sensor tekanan dan relay. Sistem ini memungkinkan pompa booster bekerja otomatis saat tekanan turun. Untuk meningkatkan keamanan, dapat ditambahkan fitur notifikasi saat tekanan terlalu rendah atau pompa gagal beroperasi. Pengembangan ini membuat sistem lebih efisien, responsif, dan siap direplikasi di wilayah lain dengan menyesuaikan kondisi di lapangan.

2. Implementasi desain kedua berupa penambahan pompa booster sebaiknya dilakukan dengan mengintegrasikan sistem kontrol otomatis berbasis sensor tekanan dan IoT untuk efisiensi teknis, melibatkan masyarakat dalam pemantauan dan pemeliharaan sistem guna meningkatkan partisipasi sosial, serta mempertimbangkan pemilihan komponen yang hemat energi dan biaya operasional rendah untuk mendukung keberlanjutan ekonomi.
3. Monitoring dan pengukuran kinerja sistem dilakukan dengan mengintegrasikan sensor flow dan sensor level air, yang dikendalikan melalui dashboard Blynk. Sistem ini telah diuji secara simulasi dan menunjukkan hasil yang stabil, efisien, dan sesuai ekspektasi pengguna. Sistem yang telah dibuat dapat dikembangkan menjadi informasi untuk masyarakat melalui IoT.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hargono, C. Waloejo, M. P. Pandin, and Z. Choirunnisa, “Penyuluhan Pengolahan Sanitasi Air Bersih untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat Desa Mengare, Gresik,” *Abimanyu J. Community Engagem.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: 10.26740/abi.v3n1.p1-10.
- [2] I. Yati, E. W. Trilestari, E. Sufianti, S. Mochtar, H. T. Gedeona, and D. Sugiharti, “Kebijakan : Jurnal Ilmu Administrasi evaluasi pelaksanaan kebijakan program penyediaan air Kebijakan : Jurnal Ilmu Administrasi,” *J. Ilmu Adm.*, vol. 12, no. 2, pp. 83–96, 2021.
- [3] Y. S. Purba and S. Hazzah, “Partisipasi Masyarakat dalam Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (Pamsimas) Di Desa Jandiraya Kecamatan Dolog Masagal Kabupaten Simalungun,” *Prof. Komun. Adm. Publik*, vol. 9, no. 2, pp. 475–484, 2022.
- [4] A. Zainal, Royb Fatkhur Rizal, and Fajar Yumono, “Prototype Kontrol Tekanan Air Menggunakan Sensor Pressure Transducer Untuk Kerja Pompa Air Berbasis Arduino,” *J. Zetroem*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.36526/ztr.v5i1.2561.
- [5] N. M. Seniari, I. A. S. Adnyani, and A. S. Y. Saputra, “rancang bangun alat ukur rlc meter berbasis arduino mega,” *dielektrika*, vol. 7, no. 2, 2020, doi: 10.29303/dielektrika.v7i2.249.
- [6] M. M. Efendi and L. D. Samsumar, “perancangan sistem monitoring meteran air menggunakan,” vol. 1, no. 4, pp. 171–182, 2024.
- [7] F. N. Awan, G. Samudro, and A. L. Nugraha, “Pemetaan Sistem Penyediaan Air Minum (Spam) Cabang Barat Kota Semarang Berbasis Webgis Menggunakan Software Mapserver.” Diponegoro University, 2023.
- [8] S. Hamidah, A. Sartono, and H. S. Kusuma, “Perbedaan pola konsumsi bahan makanan sumber protein di daerah pantai, dataran rendah dan dataran tinggi,” *J. gizi*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [9] S. Madakam, R. Ramaswamy, and S. Tripathi, “Internet of Things (IoT): A literature review,” *J. Comput. Commun.*, vol. 3, no. 5, pp. 164–173, 2015.
- [10] N. Cameron, “ESP32 Microcontroller,” in *ESP32 Formats and Communication: Application of Communication Protocols with ESP32 Microcontroller*, Springer, 2023, pp. 1–54.
- [11] F. B. Hikam, “perancangan aplikasi blynk untuk pemantauan kualitas air di pdam klaten jawa tengah.” institut sains & teknologi akprind yogyakarta, 2021.

- [12] Krodan, "Programming Dasar : Arduino ide," 2021.
- [13] M. Kamaruddin, F. T. Naibaho, I. Wulandari, A. S. Pradana, W. D. Satria, and R. C. P. Sigalingging, "dasar AutoCAD 2d untuk arsitektur," *Penerbit Tahta Media*, 2024.
- [14] G. adiantama and i. ramadhan, "evaluasi distribusi jaringan air bersih menggunakan program EPANET 2.2 wilayah semarang barat." universitas katolik soegijapranata, 2024.
- [15] I. Kinanthi, R. T. Putri, H. P. Shafira, D. Jesika, and N. Irfana, "Design and Analysis of Water Systems for Climate Resilience: A Case Study of Sukareja Village, Sukasari District, Subang," *Subang Int. J. Gov. Account.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–16, 2024.
- [16] N. D. Vaughan and J. B. Gamble, "The modeling and simulation of a proportional solenoid valve," 1996.
- [17] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," *J. Teknol. Dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, 2020.
- [18] R. E. Oosterbroek, T. S. J. Lammerink, J. W. Berenschot, G. J. M. Krijnen, M. C. Elwenspoek, and A. van den Berg, "A micromachined pressure/flow-sensor," *Sensors Actuators A Phys.*, vol. 77, no. 3, pp. 167–177, 1999.
- [19] B. N. Getu and H. A. Attia, "Automatic water level sensor and controller system," in *2016 5th International Conference on Electronic Devices, Systems and Applications (ICEDSA)*, 2016, pp. 1–4.
- [20] R. M. A. R. Firdausi, L. Anifah, and A. A. Mon, "surface detection for quadruped robot using yolo-v3 tiny," *J. Intell. Syst. Telecommun.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–24, 2024.
- [21] M. Melvi, A. Ulvan, M. R. Sidiq, and M. A. M. Batubara, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Muka Air Laut Menggunakan Arduino Pro Mini dan NodeMCU ESP8266," *J. Teknol. Ris. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–35, 2023.