



## Implementasi IoT dalam Pengaturan Sistem untuk Peningkatan Kualitas Distribusi Air Pamsimas di Gunungpati

Rafi Wicaksono<sup>1\*</sup>, Dita Riyani<sup>2</sup>, Rofik Widayanto<sup>3</sup>, Eka Nuryanto Budisusila<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Prodi Teknik Elektro, Univeristas Islam Sultan Agung, Indonesia

Email: [rafiwicaksono@std.unissula.ac.id](mailto:rafiwicaksono@std.unissula.ac.id)<sup>1\*</sup>

Alamat: Jl. Kaligawe Raya No. 4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50112

\* Penulis korespondensi

**Abstract.** Clean water distribution in the Community-Based Drinking Water Supply and Sanitation Program (PAMSIMAS) in Kuwasen Lama Village, Gunungpati District, Semarang City, faces the challenge of unequal supply between highland and lowland areas. The main factors that affect these conditions include differences in topography, suboptimal piping network design, and unbalanced water pressure, especially during peak hours. This research proposes a solution based on Internet of Things (IoT) technology using the ESP32 module as a control center, which is integrated with the Blynk application for real-time monitoring and control of the system. The system is equipped with a water flow sensor, water level sensor, motorized valve, and booster pump to increase water pressure in high elevation areas. Two design schemes were tested, namely flow regulation using a motorized valve, and a combination of a motorized valve with a booster pump. The results of the simulation and implementation showed an increase in water pressure stability, equitable distribution, and a decrease in the frequency of supply disruptions. The system also allows for live monitoring of network conditions, facilitates technical decision-making, and improves operational efficiency. With an adaptive and community participation-based approach, this solution has the potential to become a model for PAMSIMAS clean water distribution management that is efficient, sustainable, and responsive to geographical challenges, while strengthening the resilience of clean water services in rural areas.

**Keywords:** Booster Pump; Elevation Region; IoT Technology; Motorized Valve; Water Distribution

**Abstrak.** Distribusi air bersih dalam Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) di Desa Kuwasen Lama, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang, menghadapi tantangan ketidakmerataan pasokan antara wilayah dataran tinggi dan dataran rendah. Faktor utama yang memengaruhi kondisi ini meliputi perbedaan topografi, desain jaringan perpipaan yang kurang optimal, serta tekanan air yang tidak seimbang, terutama pada jam-jam sibuk. Penelitian ini mengusulkan solusi berbasis teknologi Internet of Things (IoT) dengan menggunakan modul ESP32 sebagai pusat kendali, yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk untuk pemantauan dan pengendalian sistem secara real-time. Sistem ini dilengkapi dengan sensor water flow, sensor water level, motorized valve, dan pompa booster untuk meningkatkan tekanan air di wilayah elevasi tinggi. Dua skema desain diuji, yaitu pengaturan aliran menggunakan motorized valve, dan kombinasi motorized valve dengan pompa booster. Hasil simulasi dan implementasi menunjukkan peningkatan stabilitas tekanan air, pemerataan distribusi, serta penurunan frekuensi gangguan pasokan. Sistem ini juga memungkinkan pemantauan kondisi jaringan secara langsung, memudahkan pengambilan keputusan teknis, dan meningkatkan efisiensi operasional. Dengan pendekatan yang adaptif dan berbasis partisipasi masyarakat, solusi ini berpotensi menjadi model pengelolaan distribusi air bersih PAMSIMAS yang efisien, berkelanjutan, dan responsif terhadap tantangan geografis, sekaligus memperkuat ketahanan layanan air bersih di wilayah pedesaan.

**Kata kunci:** Distribusi Air; Motorized Valve; Pompa Booster; Teknologi IoT; Wilayah Elevasi

### 1. LATAR BELAKANG

Air bersih merupakan sumber daya esensial yang menunjang keberlangsungan hidup manusia dan aktivitas domestik maupun publik. Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) berperan strategis dalam memperluas akses air bersih di wilayah pedesaan, termasuk di Desa Kuwasen Lama, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang.

Hasil survei lapangan mengidentifikasi permasalahan utama berupa distribusi air yang tidak merata antara wilayah dataran tinggi dan dataran rendah. Kondisi ini dipengaruhi oleh perbedaan topografi, desain jaringan perpipaan yang kurang optimal, serta ketidakseimbangan tekanan hidraulik, yang berdampak pada keterbatasan pasokan di wilayah elevasi tinggi pada periode puncak konsumsi.

Upaya penanganan sementara melalui pengaturan manual *valve* belum memberikan hasil yang signifikan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan implementasi sistem distribusi berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan modul ESP32 sebagai pusat kendali untuk pemantauan dan pengaturan aliran secara *real-time*. Lingkup penelitian mencakup optimalisasi jaringan distribusi pada tiga wilayah (RT 01, RT 02, RT 03) melalui penambahan *motorized valve*, pompa *booster*, dan tandon pada lokasi strategis. Pendekatan ini diharapkan menghasilkan sistem distribusi yang merata, efisien, berkelanjutan, serta mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam pengelolaan sumber daya air.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

Tinjauan pustaka memaparkan dasar teori terkait distribusi air bersih, sistem perpipaan, dan teknologi yang digunakan. Distribusi air didefinisikan sebagai proses penyaluran air dari sumber ke pengguna melalui jaringan perpipaan dengan mempertimbangkan aspek tekanan, debit, dan kontinuitas. Faktor-faktor yang memengaruhi kinerja distribusi meliputi kondisi topografi, desain jaringan, kapasitas pompa, serta perawatan sistem.

Dijelaskan pula prinsip kerja PAMSIMAS sebagai program pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan air bersih berbasis kebutuhan lokal. Kajian teknologi mencakup *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh menggunakan perangkat seperti ESP32, sensor *water flow*, sensor *water level*, *motorized valve*, dan aplikasi Blynk. Literatur juga menyoroti peran pompa *booster* dalam meningkatkan tekanan pada wilayah elevasi tinggi serta pentingnya otomatisasi pengaturan aliran untuk pemerataan distribusi.

### **Alat**

Penelitian ini memanfaatkan berbagai perangkat keras dan lunak untuk mendukung sistem distribusi air berbasis *Internet of Things* (IoT). Perangkat keras utama meliputi modul ESP32 sebagai mikrokontroler pusat, *motorized valve* untuk pengaturan aliran, pompa submersible sebagai sumber pompa utama, serta pompa *booster* untuk meningkatkan tekanan di wilayah dataran tinggi. Sistem juga dilengkapi sensor *water flow* untuk memantau debit dan sensor *water level* untuk mendeteksi ketinggian air pada tandon. Perangkat pendukung meliputi

UBEC step down sebagai konverter daya, adaptor 12V 3A, serta LCD OLED untuk menampilkan data lokal.

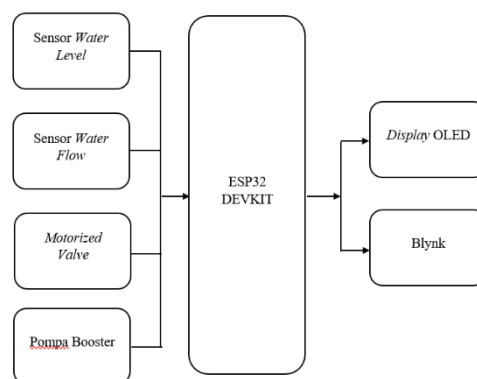
### Software

Perangkat lunak yang digunakan antara lain Arduino IDE sebagai lingkungan pemrograman ESP32, Blynk IoT untuk pemantauan dan pengendalian *real-time* melalui *smartphone*, EPANET untuk simulasi hidrolika jaringan pipa, serta AutoCAD untuk perancangan gambar teknis. Integrasi perangkat keras dan lunak ini memungkinkan pemantauan tekanan, debit, dan ketinggian air secara langsung, serta memberikan fleksibilitas pengaturan distribusi air agar lebih merata dan efisien.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode penelitian terapan (*applied research*) yang bertujuan menghasilkan solusi praktis bagi peningkatan distribusi air bersih pada jaringan PAMSIMAS di Desa Kuwasen Lama, Kecamatan Gunungpati. Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi masalah melalui survei lapangan untuk memperoleh data mengenai kondisi distribusi, tekanan, dan pola penggunaan air di tiga wilayah sasaran (RT 01, RT 02, dan RT 03).

Selanjutnya dilakukan perancangan sistem yang mencakup penyusunan desain teknis jaringan perpipaan, penentuan titik penempatan *motorized valve*, pompa *booster*, dan tandon, serta integrasi perangkat *Internet of Things* (IoT). Pengumpulan data dilakukan dengan memanfaatkan sensor *water flow* dan *water level* untuk mengukur parameter tekanan, debit, dan ketinggian air.



**Gambar 1.** Diagram Blok Usulan Desain 2.

Implementasi sistem meliputi perakitan perangkat keras seperti modul ESP32, pompa, *valve*, dan sensor, pemrograman melalui perangkat lunak Arduino IDE, serta integrasi dengan aplikasi Blynk IoT untuk pemantauan dan pengendalian *real-time*. Tahap pengujian dilakukan

untuk memastikan fungsionalitas perangkat dan memverifikasi kinerja sistem melalui simulasi hidrolika menggunakan perangkat lunak EPANET.

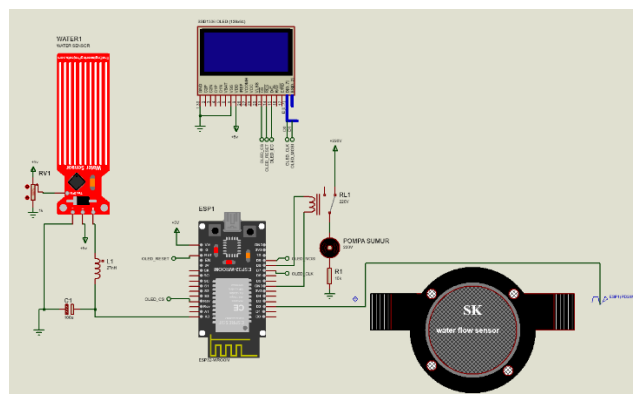
Data hasil pengujian kemudian dianalisis dengan membandingkan kondisi distribusi sebelum dan sesudah implementasi sistem, sehingga dapat diukur efektivitas rancangan dalam meningkatkan pemerataan, stabilitas tekanan, dan efisiensi distribusi air.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan distribusi air PAMSIMAS di Gunungpati dilakukan melalui integrasi valve otomatis, pompa booster, dan teknologi IoT. Sistem ini menggunakan sensor tekanan, flow meter, dan pengukur ketinggian air yang mengirimkan data real-time melalui jaringan GSM, Wi-Fi, atau LoRa untuk pemantauan dan pengendalian terpusat. Otomasi dan analisis data meningkatkan efisiensi distribusi, meminimalkan kebocoran, serta memungkinkan respons cepat terhadap gangguan operasional.

##### Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik pada ruang kontrol distribusi terdiri dari sensor water flow, sensor water level, mikrokontroler, dan LCD. Sensor water flow memantau debit aliran air secara real-time untuk mendeteksi kebocoran, gangguan, dan menganalisis pola penggunaan. Sensor water level mengukur ketinggian air dalam tangki guna mendukung pengisian otomatis, mencegah luapan, dan menjaga ketersediaan air. Data kedua sensor diintegrasikan melalui platform IoT untuk mengatur valve secara real-time, sehingga aliran air dapat dikontrol presisi sesuai kondisi aktual dan kebutuhan distribusi.



Gambar 2. Rangkaian Elektronik Control Distribusi Air.

##### Hasil Rancangan

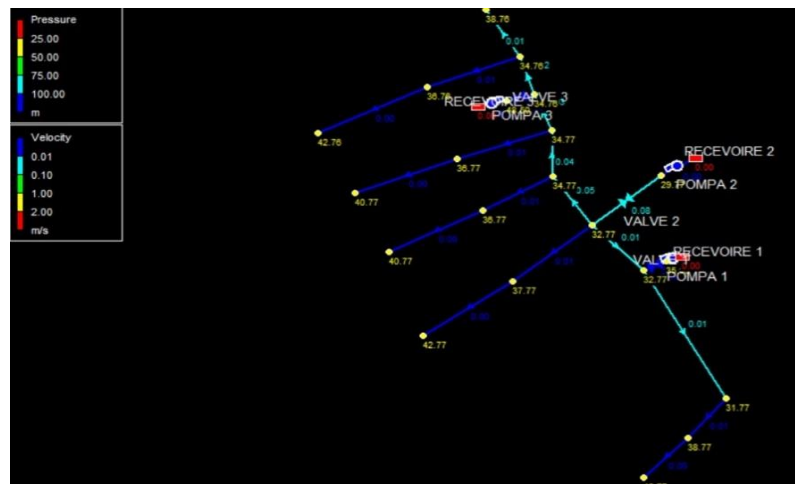
Google Earth Pro untuk memperoleh data kondisi geografis dan profil elevasi wilayah studi. Data ini digunakan untuk menentukan kelayakan distribusi air secara gravitasi dari lokasi dengan elevasi lebih tinggi ke lebih rendah, serta menghitung kebutuhan pompa apabila

terdapat perbedaan elevasi signifikan yang memerlukan dorongan tambahan. Proses pengukuran dilakukan dengan memilih jalur atau titik pada peta, kemudian menggunakan fitur *Show Elevation Profile* untuk menampilkan data ketinggian sepanjang jalur distribusi.



**Gambar 3.** Hasil Rancangan *Google Earth Pro*.

EPANET sebagai perangkat lunak analisis hidrolika untuk merancang dan mensimulasikan sistem distribusi air bersih. Aplikasi ini digunakan untuk memodelkan aliran, tekanan, dan kualitas air dalam jaringan pipa, sekaligus mengevaluasi kinerja sistem pada berbagai skenario operasional. Integrasi hasil pengukuran elevasi dari *Google Earth Pro* ke dalam model EPANET memungkinkan analisis yang lebih akurat terhadap kebutuhan teknis, efisiensi distribusi, dan keandalan sistem secara keseluruhan.



**Gambar 4.** Hasil Rancangan Software Epanet.

### Hasil Analisa EPANET

Hasil simulasi hidraulik menunjukkan bahwa distribusi tekanan pada setiap node (*junction*) berada dalam kisaran yang memenuhi standar operasional untuk sistem distribusi air rumah tangga, yaitu 30–45 meter kolom air (mH<sub>2</sub>O).

Tekanan minimum tercatat pada Junc 11 sebesar 31,68 m, yang masih berada di atas ambang batas minimal untuk pelayanan rumah tangga. Tekanan maksimum terdeteksi pada Junc 12 sebesar 43,68 m, yang disebabkan oleh elevasi lokasi tersebut yang relatif paling rendah, yakni 211 meter di atas permukaan laut, sehingga menghasilkan tekanan statis lebih tinggi.

**Tabel 1.** 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

Data Tabel 1. memperlihatkan bahwa sebagian besar titik distribusi memiliki tekanan antara 34–43 m, dengan nilai *head* yang relatif konstan di kisaran 254,67–254,68 m. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem telah dirancang dengan kehilangan tekanan (*head loss*) yang minimal dan distribusi energi yang seimbang antar titik pelayanan.

Dengan karakteristik ini, sistem diperkirakan mampu mempertahankan kontinuitas dan kualitas pelayanan, sekaligus meminimalkan risiko penurunan tekanan signifikan pada jam puncak pemakaian.

### Hasil Analisa IoT

Simulasi IoT pada Proteus dengan integrasi Blynk memungkinkan pemantauan dan pengendalian ketinggian air, laju aliran, dan pompa booster secara *real-time* melalui mode otomatis maupun manual. Data sensor dikirim ke Blynk IoT, sementara OLED/LCD menampilkan informasi lokal. Sistem menggunakan *water level sensor*, *water flow sensor*, ESP32, *relay*, dan koneksi Wi-Fi.

**Tabel 2.** Estimasi Waktu IoT.

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

Waktu respon koneksi rata-rata 4–10 detik, meliputi inisialisasi (1–2 detik), koneksi Wi-Fi (2–6 detik), koneksi ke server Blynk (1–3 detik), dan sinkronisasi *virtual pins* ( $\pm 1$  detik).

Optimasi konfigurasi dan pemilihan server terdekat dapat mengurangi waktu respon hingga <5 detik.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian pada sistem distribusi air PAMSIMAS di Desa Kuwasen Lama mengidentifikasi permasalahan utama berupa ketidakseimbangan aliran antara wilayah dataran tinggi dan rendah, sehingga pasokan di dataran tinggi berkurang pada jam sibuk. Penyebabnya meliputi faktor topografi, desain jaringan pipa yang kurang optimal, dan tekanan air yang tidak merata. Solusi yang diusulkan adalah sistem distribusi berbasis IoT menggunakan ESP32, aplikasi Blynk, motorized valve, dan pompa booster untuk pemantauan dan pengendalian real-time secara akurat dan responsif.

Pengembangan sistem dapat dilakukan dengan menambahkan kontrol otomatis berbasis mikrokontroler (misalnya NodeMCU) yang terhubung ke sensor tekanan dan relay agar pompa booster bekerja otomatis saat tekanan rendah, serta dilengkapi notifikasi gangguan. Implementasi sebaiknya mengintegrasikan kontrol otomatis berbasis IoT, melibatkan masyarakat dalam pemantauan dan pemeliharaan, serta memilih komponen hemat energi untuk keberlanjutan. Monitoring kinerja sistem direkomendasikan menggunakan sensor flow dan sensor level yang terhubung ke dashboard Blynk, yang telah terbukti stabil dan efisien pada uji simulasi.

## DAFTAR REFERENSI

- Adiantama, G., & Ramadhan, I. (2024). Evaluasi distribusi jaringan air bersih menggunakan program EPANET 2.2 wilayah Semarang Barat. *Universitas Katolik Soegijapranata*.
- Aditya Ramadani, L., Waloejo, C., Pandin, M. P., & Choirunnisa, Z. (2022). Penyuluhan pengolahan sanitasi air bersih untuk meningkatkan kesehatan masyarakat Desa Mengare, Gresik. *Abimanyu J. Community Engagem.*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.26740/abi.v3n1.p1-10>
- Awan, F. N., Samudro, G., & Nugraha, A. L. (2023). Pemetaan sistem penyediaan air minum (Spam) cabang barat Kota Semarang berbasis WebGIS menggunakan software MapServer. Diponegoro University.
- Cameron, N. (2023). ESP32 microcontroller. In *ESP32 Formats and Communication: Application of Communication Protocols with ESP32 Microcontroller* (pp. 1–54). Springer.
- Efendi, M. M., & Samsumar, L. D. (2024). Perancangan sistem monitoring meteran air menggunakan. *Vol. 1*(4), 171–182.
- Firdausi, R. M. A. R., Anifah, L., & Mon, A. A. (2024). Surface detection for quadruped robot using YOLO-V3 tiny. *J. Intell. Syst. Telecommun.*, 1(1), 13–24.

- Getu, B. N., & Attia, H. A. (2016). Automatic water level sensor and controller system. In *2016 5th International Conference on Electronic Devices, Systems and Applications (ICEDSA)* (pp. 1–4).
- Hamidah, S., Sartono, A., & Kusuma, H. S. (2017). Perbedaan pola konsumsi bahan makanan sumber protein di daerah pantai, dataran rendah, dan dataran tinggi. *J. Gizi*, *6*(1).
- Hikam, F. B. (2021). Perancangan aplikasi Blynk untuk pemantauan kualitas air di PDAM Klaten Jawa Tengah. Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Kamaruddin, M., Naibaho, F. T., Wulandari, I., Pradana, A. S., Satria, W. D., & Sigalingging, R. C. P. (2024). *Dasar AutoCAD 2D untuk arsitektur*. Penerbit Tahta Media.
- Kinanthi, I., Putri, R. T., Shafira, H. P., Jesika, D., & Irfana, N. (2024). Design and analysis of water systems for climate resilience: A case study of Sukareja Village, Sukasari District, Subang. *Subang International Journal of Governance and Accounting*, *2*(1), 7–16.
- Krodan. (2021). *Programming dasar: Arduino IDE*.
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A literature review. *J. Comput. Commun.*, *3*(5), 164–173.
- Melvi, M., Ulvan, A., Sidiq, M. R., & Batubara, M. A. M. (2023). Rancang bangun sistem monitoring ketinggian muka air laut menggunakan Arduino Pro Mini dan NodeMCU ESP8266. *J. Teknol. Ris. Terap.*, *1*(1), 25–35.
- Oosterbroek, R. E., Lammerink, T. S. J., Berenschot, J. W., Krijnen, G. J. M., Elwenspoek, M. C., & van den Berg, A. (1999). A micromachined pressure/flow-sensor. *Sensors and Actuators A: Physical*, *77*(3), 167–177.
- Purba, Y. S., & Hazzah, S. (2022). Partisipasi masyarakat dalam program penyediaan air minum dan sanitasi berbasis masyarakat (Pamsimas) di Desa Jandiraya Kecamatan Dolog Masagal Kabupaten Simalungun. *Prof. Komun. Adm. Publik*, *9*(2), 475–484.
- Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). Sistem pengontrol irigasi otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino UNO. *J. Teknol. Dan Sist. Tertanam*, *1*(1), 17–22.
- Seniari, N. M., Adnyani, I. A. S., & Saputra, A. S. Y. (2020). Rancang bangun alat ukur RLC meter berbasis Arduino mega. *Dielektrika*, *7*(2). <https://doi.org/10.29303/dielektrika.v7i2.249>
- Vaughan, N. D., & Gamble, J. B. (1996). The modeling and simulation of a proportional solenoid valve.
- Yati, I., Trilestari, E. W., Sufianti, E., Mochtar, S., Gedeona, H. T., & Sugiharti, D. (2021). Evaluasi pelaksanaan kebijakan program penyediaan air. *Kebijakan: Jurnal Ilmu Administrasi*, *12*(2), 83–96.
- Zainal, A., Rizal, R. F., & Yumono, F. (2023). Prototype kontrol tekanan air menggunakan sensor pressure transducer untuk kerja pompa air berbasis Arduino. *J. Zetroem*, *5*(1), 1–9. <https://doi.org/10.36526/ztr.v5i1.2561>