



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7648

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengembangan Sistem Penyaringan Air Otomatis Berbasis Internet of Things

Jason Hartono, Handy Wicaksono

Universitas Kristen Petra

e-mail: handy@petra.ac.id

ABSTRACT

The water filtration system at PDAM Surya Sembada was still operated manually as of 2020, making it prone to inaccuracies due to human error. This research aims to design an automatic water filtration system using ultrasonic sensors, flow sensors, pumps, valves, and filtration stones. There are three stages activated when a high level of impurities is detected: tank draining, mixing, and waste disposal. Our system is capable of monitoring system parameters via the internet and sends notifications to operators in the event of an error. The controllers used are the Siemens S7-1200 PLC and the Schneider M221 PLC. A Raspberry Pi 4 serves as the IoT gateway, with Node-RED as the tool for integrating various IoT system components. Based on testing results, the system operates according to the programmed logic. If any part of the system fails to turn on or water flow is not detected, the system sends an email notification within less than one minute. The system has also successfully stored the timestamp of each error event in a MySQL database.

Keywords: Automation; dynamic system; embedded system; example; water vehicles.

ABSTRAK

Sistem penyaringan air di PDAM Surya Sembada masih dilakukan secara manual (tahun 2020), sehingga berpotensi untuk terjadinya inakurasi karena *human error*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyaringan air otomatis memanfaatkan sensor ultrasonik, *flow sensor*, pompa, valve dan batu filtrasi. Ada tiga tahapan yang terjadi jika kotoran banyak: tahap pengosongan bak, tahap pengadukan, dan tahap pembuangan kotoran. Sistem kami dapat memonitor pergerakan parameter sistem via internet dan memberikan notifikasi kepada petugas jika terjadi *error*. Kontroler yang digunakan ialah PLC Siemens S7-1200 dan PLC Schneider M221. Raspberry Pi 4 digunakan sebagai IoT *gateway* dengan Node-RED

sebagai *tool* untuk integrasi berbagai komponen sistem IoT. Berdasarkan hasil pengujian, sistem telah berjalan sesuai dengan alur program yang dibuat. Jika salah satu bagian dari sistem tidak menyala atau aliran air tidak terdeteksi, maka sistem akan mengirim notifikasi via email dalam waktu kurang dari 1 menit. Penyimpanan waktu dan tanggal terjadinya *error* ke *database* MySQL telah berhasil dilakukan.

Kata kunci: penyaringan air; internet of things; PLC; Node-RED

PENDAHULUAN

Peneliti telah menggunakan sistem filtrasi air sederhana memanfaatkan zeolit, pasir silika, karbon aktif, dan spons. Sistem ini dikembangkan untuk skala rumah tangga saja [1]. Salah satu fungsi PDAM ialah fungsi produksi, dimana PDAM bertugas untuk memproduksi air bersih yang dapat digunakan oleh masyarakat [2]. Berdasarkan wawancara dengan staf PDAM Surya Sembada di tahun 2020, didapatkan beberapa informasi berikut. Sebelum air disalurkan ke tiap-tiap rumah, harus dilakukan proses pembersihan dan penyaringan (filtrasi) supaya air dapat menjadi bersih (sumber air yang digunakan umumnya berasal dari sungai yang keruh). Pembersihan dilakukan dengan menggunakan bahan kimia seperti tawas dan beberapa bahan lainnya untuk mengikat bakteri dan menjernihkan air. Setelah pembersihan dilakukan proses penyaringan. Proses filtrasi yang dilakukan di PDAM (di tahun 2020) masih menggunakan tenaga manusia untuk mengoperasikannya, dengan cara membuka valve, menyalakan sistem *blower* dan mengaktifkan pompa untuk pengurasan secara manual.

Sistem *IoT* berbasis Arduino telah digunakan untuk *monitoring* penjernihan air berdasar derajat keasaman [3]. Peneliti lain mengembangkan sistem penjernih air pada tandon berdasar sensor ultrasonik dan sensor *turbidity* [4]. Aplikasi sistem penyaringan lain ialah pada sumur bor dengan memanfaatkan sensor pH dan *turbidity* [5]. Blynk juga digunakan sebagai platform *IoT* pada penjernihan air dengan sistem filtrasi berulang yang memanfaatkan sensor – sensor serupa [6]. Peneliti lain memanfaatkan Virtual PLC dan HMI pada sistem filtrasi air [7]. PLC digunakan karena sifatnya yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang tidak ideal.

Pada penelitian ini, kami memanfaatkan NodeRed (sebuah inisiatif *open source*) untuk mengintegrasikan sistem penyaringan air yang dikendalikan oleh beberapa PLC berbeda *brand*. Hal ini senada dengan penelitian kami sebelumnya yang memanfaatkan NodeRed untuk mengintegrasikan sistem dengan beberapa kontroler heterogen [8].

METODE

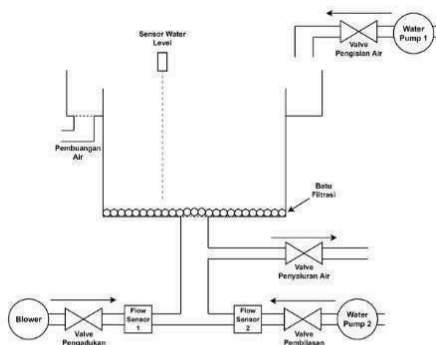
Alur penelitian yang kami lakukan meliputi: menetapkan mekanisme sistem penyaringan air berdasar kondisi sekarang (manual), membuat logika kontrol sistem penyaringan air otomatis, menambahkan fitur – fitur *IoT* pada sistem (monitor dan kontrol via internet, database, notifikasi melalui email).

Mekanisme sistem penyaringan air

Sistem penyaringan air sebelumnya merupakan sistem manual, dimana aktivasi pompa dan *valve* sebagai aktuator dilakukan oleh operator manusia, berdasar pengamatan mereka tentang kondisi kebersihan air saat ini. Mekanisme manual ini berpotensi menimbulkan inakurasi karena adanya *human error*.

Kami mengusulkan sistem penyaringan air otomatis yang terdiri dari sebuah bak *filter* yang dilengkapi batu filtrasi, dimana ketinggian air dideteksi oleh sebuah *water level sensor*. Selain itu terdapat: bagian pengisian (*water pump 1*, *valve* pengisian air), bagian pembilasan (*water pump 2*, *valve* pembilasan, *flow sensor 2*), bagian pengadukan (*blower*, *valve* pengadukan, *flow sensor 1*), bagian penyaluran air (*valve* penyaluran air), dan bagian pembuangan air. Ketinggian bak *filter* sekitar 40 cm. Terdapat dua bak filter identik, yang nantinya akan

dikendalikan oleh dua pengendali yang berbeda juga. *Layout* sistem penyaringan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Layout* sistem penyaringan air

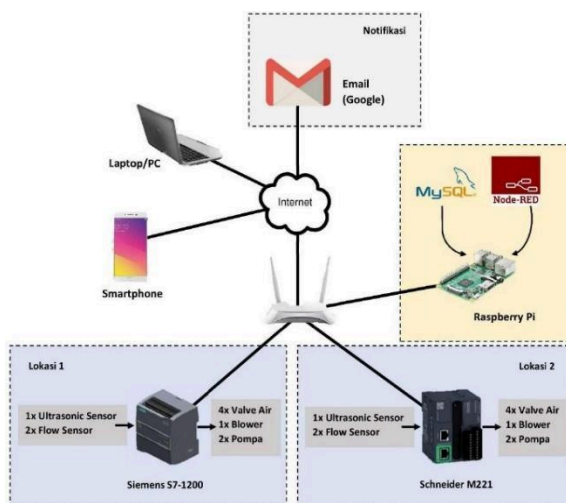
Secara umum sistem penyaringan air yang dikembangkan meliputi dua tahap utama: tahap pengisian dan tahap pembersihan. Pada tahap pengisian, tangki akan diisi dengan mengaktifkan *water pump 1* dan valve pengisian air. Sensor level air akan mendeteksi ketinggian air di bak *filter*. Valve penyaluran air akan terbuka jika bak *filter* sudah hampir penuh, sehingga air bersih akan disalurkan ke bagian lain. Jika valve penyaluran air terbuka namun bak terus dalam kondisi penuh (di atas 25 cm), bahkan meluap ke bagian pembuangan air, berarti ada kotoran yang menyumbat saluran filtrasi.

Jika sistem mendeteksi ada banyak kotoran di bak *filter*, maka akan dilakukan tahapan pembersihan sebagai berikut:

1. Tahap pengosongan bak. Bak filter akan dikosongkan (*water pump 1* dan valve pengisian OFF). Valve penyaluran air tetap dibuka. Akan ada sedikit air yang tersisa di bak.
2. Tahap pengadukan. Valve penyaluran OFF, dan *blower* serta valve pengadukan ON selama 30 detik. Udara akan ditiup oleh blower, sehingga kotoran yang menempel di batu filtrasi akan tertiup dan naik ke air di bak.
3. Tahap pembuangan kotoran. *Blower* dan valve pengadukan OFF, lalu *water pump 2* dan valve pembilasan akan ON (selama 30 detik setelah air mencapai 29 cm) untuk mengisi bak yang telah diaduk. Kotoran akan naik ke atas sampai meluap ke bagian pembuangan.

Sistem penyaringan air otomatis berbasis IoT

Sistem penyaringan air otomatis berbasis IoT yang dikembangkan memanfaatkan dua buah PLC berbeda merk (PLC Siemens S7 1200 dan PLC Modicon M221). Masing – masing PLC memiliki logika yang identik untuk melakukan penyaringan air seperti telah dijelaskan di atas. Raspberry Pi 4 digunakan sebagai *database server* (MySQL) dan berfungsi sebagai IoT *gateway* (memanfaatkan Node-Red). Petugas dapat memantau kondisi sistem setiap saat dari internet melalui NodeRed *dashboard*. Saat terjadi kondisi darurat, sistem akan mengirimkan notifikasi melalui email. Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 2.

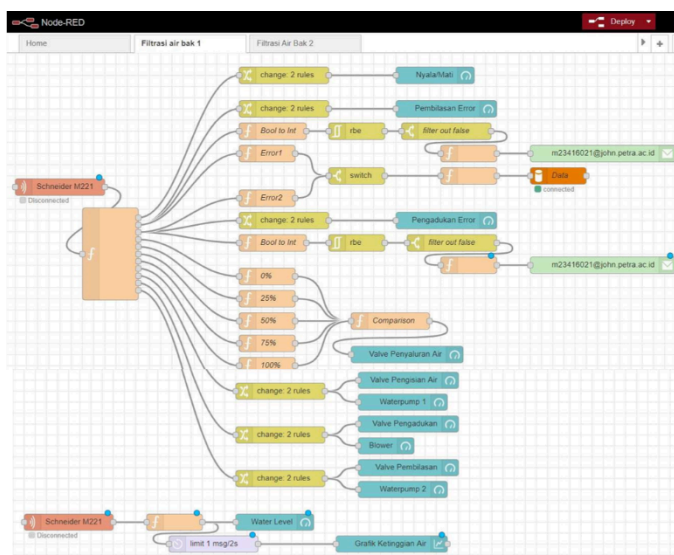


Gambar 2. Blok diagram sistem penyaringan air otomatis berbasis IoT

Sensor flow dan sensor ultrasonik akan dihubungkan ke Arduino. Karena kebutuhan dari sensor *flow* hanyalah diskrit (ada atau tidaknya air yang mengalir), maka output Arduino akan dihubungkan ke modul input diskrit dari PLC. *OpAmp* dengan konfigurasi komparator (memanfaatkan LM 324) akan digunakan untuk merubah tegangan dari TTL ke standar PLC (0 – 24 VDC). Untuk sensor ultrasonic akan dihubungkan ke analog input PLC, karena kebutuhan pengamatan ketinggian air secara analog. Amplifier akan digunakan supaya tegangan berada di kisaran 5 – 10 VDC. Logika penyaringan air diimplementasikan dengan *ladder diagram* via *software* TIA Portal untuk PLC Siemens, dan *software* SoMachine Basic untuk PLC Modicon.

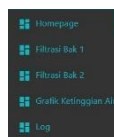
Dari sisi *software* IoT, RaspberryPi 4 akan digunakan sebagai IoT *gateway* dengan memanfaatkan NodeRed. Terkait bak filtrasi pertama, *package* berikut perlu di-install sebagai tambahan di NodeRed: “modbustcp” untuk komunikasi dengan PLC Modicon M221. Pada node “modbustcp” perlu diatur IP *address* PLC yang diakses, alamat Modbus yang dibaca dari PLC. Data yang diambil dari PLC akan ditampilkan di *nodored dashboard*. Selain itu beberapa data juga akan dimasukkan ke *database* memanfaatkan MySQL database. Jika terjadi kondisi darurat, maka *node* terkait *email notification* juga akan digunakan untuk mengirim notifikasi email ke alamat tertentu yang digunakan. Gambar 3 menunjukkan potongan *flow* NodeRed untuk bak filter pertama yang dikendalikan oleh PLC Modicon M221.

Untuk pengendalian bak filtrasi ke dua, *flow* lain dengan fungsi serupa juga dibuat. Disini PLC Siemens S7 1200 akan digunakan sebagai pengendali. Perlu ditambahkan NodeRed *package* “S7” untuk supaya sensor yang terhubung dengan PLC Siemens S7 1200 dapat ditampilkan di *dashboard*, disimpan ke *database*, dan dimanfaatkan untuk pengiriman email notifikasi dalam keadaan abnormal.



Gambar 3. Flow NodeRed untuk bak filter 1

Sebagai tampilan, kami membuat lima buah halaman yang terdiri dari: *homepage* (halaman yang berisi identitas sistem), *filtrasi bak 1*, *filtrasi bak 2*, *grafik ketinggian air*, dan *database log* dari situasi abnormal yang terjadi pada sistem. Setelah halaman – halaman tersebut dibuat di NodeRed, maka pada *user interface* akan muncul pilihan halaman sebagai berikut (lihat Gambar 4).



Gambar 4. Menu dari *user interface*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini beberapa pengujian yang akan dilakukan: pengujian *water level* sensor, pengujian *monitoring system* dengan *dashboard*, pengujian fitur *database* dan notifikasi melalui email.

Pengujian water level sensor

Pengujian water level sensor dilakukan dengan membandingkan ketinggian sebenarnya di bak dengan data *water level sensor* yang diterima oleh pengendali. Dari 10 kali pengujian dengan ketinggian yang dinaikkan perlahan, terdapat rata – rata error sebesar 1.75%. Nilai error ini relatif kecil dan dapat diterima. Tabel 1 menunjukkan data pengujian tersebut. Sensor dan aktuator lain pada sistem bersifat diskrit, dan semuanya berhasil dinyala-matikan sesuai logika PLC.

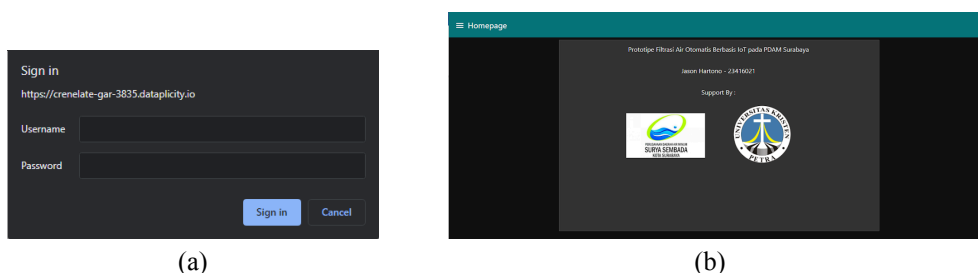
Tabel 1. Pengujian *water level sensor*

No	Ketinggian di Bak (cm)	Data <i>level sensor</i> (cm)	Selisih Jarak (%)
1	10,8	11,05	3,24
2	13,5	13,9	2,96
3	15,3	15,41	0,72

4	18,3	18,86	2,51
5	19,5	19,98	2,46
6	20,8	21,27	2,26
7	22	22,3	1,36
8	23	23,4	1,74
9	23,8	23,85	0,21
10	25,5	25,5	0
Rata-rata error jarak			1,75

Pengujian monitoring sistem

Di halaman awal, kami menggunakan mekanisme *user name* dan password sederhana. Jika berhasil, maka akan masuk ke halaman awal (*homepage*). Tampilan halaman dapat dilihat pada Gambar 5a dan 5b.



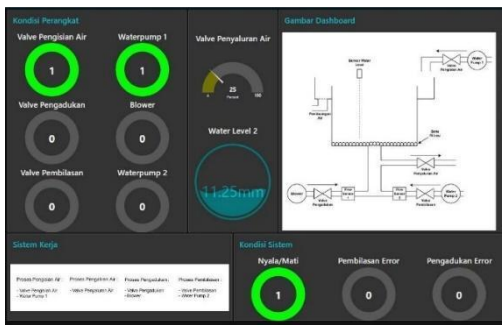
Gambar 5. a) Halaman *security*, b) Halaman *homepage* sistem.

Saat proses penyaringan terjadi, maka *dashboard* akan menampilkan status peralatan: perubahan dua warna dan angka 0/1 (untuk peralatan diskrit), dan akan menampilkan pergerakan jarum atau angka analog (untuk sensor analog). Pada tampilan juga akan ditampilkan apakah: sistem menyala atau mati, terjadi *error* pada tahap pembilasan, terjadi *error* pada tahap pengadukan. Tampilan *dashboard* dan kondisi bak nyata saat terjadi pengisian (*valve* pengisian air dan *waterpump 1* aktif) ditampilkan pada Gambar 6a dan 6b. Hal serupa terjadi juga pada tahapan – tahapan penyaringan lainnya. Gambar 7a dan 7b menunjukkan tampilan *dashboard* dan kondisi peralatan nyata saat proses pengadukan berjalan (*valve* pengadukan dan *blower* menyala).

Sebuah halaman khusus dibuat untuk menampilkan ketinggian air dalam bentuk grafik atau *trend* yang dikembangkan di NodeRed. Tampilan *trend* penting karena selain menampilkan data terkini, namun juga memberikan data historis, sehingga operator dapat mengamati pergerakan ketinggian air dan dapat mengambil keputusan yang relevan (lihat Gambar 8).

Pengujian database dan notifikasi email

Fitur lain pada sistem ini ialah *logging* data *error* di bagian pembilasan atau pengadukan pada MySQL database. *Error* akan direkam jika pompa atau *blower* mati, padahal seharusnya menyala. *Log* terkait juga ditampilkan di halaman khusus log (lihat Gambar 9).

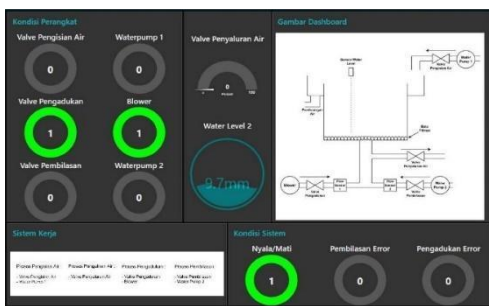


(a)



(b)

Gambar 6. a) Tampilan dashboard saat pengisian, b) Kondisi peralatan nyata.

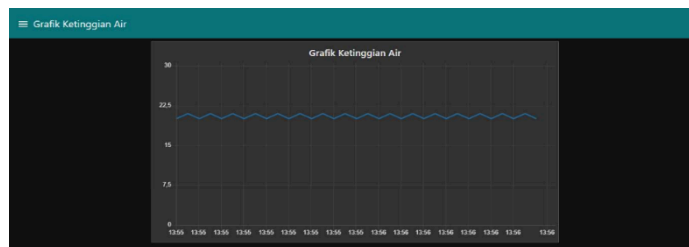


(a)



(b)

Gambar 7. a) Tampilan dashboard saat pengadukan berlangsung, b) Kondisi peralatan nyata.

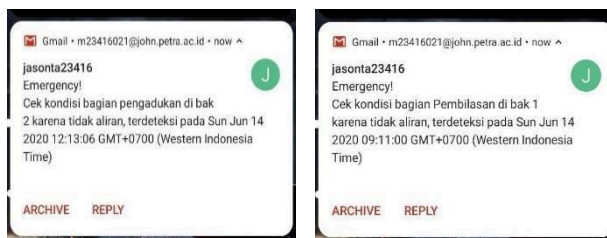


Gambar 8. Halaman grafik ketinggian air

ID	Date	Day	Time	Error Status	Location
1	May 21, 2020	Thu	09:00:34	Error bagian Pembilasan	Bak 1
2	May 21, 2020	Thu	09:00:34	Error bagian Pengadukan	Bak 1
3	May 21, 2020	Thu	09:00:51	Error bagian Pembilasan	Bak 1
4	May 21, 2020	Thu	09:00:51	Error bagian Pengadukan	Bak 1
5	Jun 06, 2020	Sat	13:57:24	Error bagian Pembilasan	Bak 2
6	Jun 06, 2020	Sat	13:57:29	Error bagian Pembilasan	Bak 2
7	Jun 06, 2020	Sat	13:57:36	Error bagian Pembilasan	Bak 2
8	Jun 06, 2020	Sat	13:57:55	Error bagian Pengadukan	Bak 2
9	Jun 10, 2020	Wed	09:19:50	Error bagian Pembilasan	Bak 2
10	Jun 10, 2020	Wed	09:20:08	Error bagian Pembilasan	Bak 2

Gambar 9. Daftar Error pada *dashboard* Node-RED

Selain perekaman pada *database*, kondisi *error* juga akan dikirim sistem sebagai notifikasi melalui email pada pengguna. Jangka waktu yang diperlukan untuk mengirim notifikasi ialah di bawah 1 menit. Contoh tampilan notifikasi email dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Contoh notifikasi email jika terjadi error

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dikembangkan sistem penyaringan air berbasis *internet of things*. Sensor level air cukup akurat dengan dengan rata – rata *error* sebesar 1.75 %. Sistem menggunakan dua buah PLC berbeda merk sebagai pengendali, dan NodeRed digunakan sebagai *tool* untuk integrasi berbagai komponen sistem IoT. Fitur – fitur sistem (*monitoring* kondisi sensor dari internet, perekaman *error* ke MySQL database, dan notifikasi email jika terjadi *error*) telah dibuat dan berjalan dengan baik. Notifikasi email memerlukan waktu kurang dari 1 menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih untuk PDAM Surya Sembada, khususnya Bapak Riyan Wahyu Yogatama (kepala bagian distribusi dan survey lapangan di PDAM Surya Sembada), yang telah memberikan informasi bermanfaat terkait sistem penyaringan air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Nainggolan, et al., "Alat pengolahan air baku sederhana dengan sistem filtrasi," *Widyakala Journal: Journal of Pembangunan Jaya University*, vol. 6, pp. 12-20, 2019.
- [2] Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi, "Fungsi PDAM Tirta Mayang." <https://tirtamayang.com/tugas-pokok-fungsi/>.
- [3] M. Orlando, and W. Kasoep, "Sistem monitoring dan penjernihan air berdasarkan derajat keasaman (pH) dan kekeruhan pada bak penampungan air berbasis internet of things," *CHIPSET*, vol. 1, no. 1, pp. 17-22, 2020.
- [4] M. A. Delwizar, et al., "Perancangan Prototipe Sistem Monitoring Kejernihan Air Dengan Sensor Turbidity Pada Tandon Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 3, pp. 106-112, 2021.
- [5] Zaenurrohman, et al., "Sistem Penjernih Air Otomatis Dengan Filtrasi Berulang Dan Monitoring Kekeruhan Berbasis IoT," *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 8, no.1, pp. 1-11, 2023.
- [6] A. Wardani, T. Rismawan, dan Suhardi, "Sistem Kendali Dan Pemantauan Filter Air Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32," *JUPITER: Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknologi Komputer*, vol. 16, no. 1, pp. 49-60, 2024.
- [7] K. O. Bachri et al., "Perancangan Sistem Filtrasi Air Berbasis Virtual Programmable Logic Controller (PLC) dan Human-Machine Interface (HMI)," *Cylinder: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 10, no .2, pp. 25-35, 2024.
- [8] H. Wicaksono, et al., "Towards integration of heterogeneous controllers in an IoT-based automation system," *E3S Web of Conferences*, vol. 188, no. 9, 2020.