

Sistem Pendeteksi Aliran Air Pada Pipa Berbasis Arduino Uno

Water Flow Detection System In Pipes Based On Arduino Uno

Syabilli Nur Huda¹, Noval Adriyan Firmansyah^{2*}, Abdul Hafid Paronda³, Andi Hasad⁴, Sri Marini⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Islam 45 Bekasi

Jl. Cut Mutia No.83, Margahayu, Kec. Bekasi Timur, Kota Bekasi, Jawa Barat 17113, (021) 8808851
syabillinh05@gmail.com¹, novaladrianfirmansyah@gmail.com^{2*}, hafid_paronda@unismabekasi.ac.id³,
andi_hasad@unismabekasi.ac.id⁴, srimarini@unismabekasi.ac.id⁵

Abstrak – Air merupakan kebutuhan pokok utama yang menuntut sistem distribusi terpadu yang andal. Deteksi aliran pada jaringan pipa besar seringkali terkendala karena sulitnya menemukan metode pemantauan yang tidak memerlukan kontak langsung dengan fluida. Penelitian ini bertujuan merancang, mengimplementasikan, dan menguji prototipe sistem pendeteksi aliran air pada pipa baja menggunakan sensor getar SW-420 dan mikrokontroler Arduino Uno. Perancangan perangkat keras dan perangkat lunak dipilih untuk menganalisis vibrasi fluida di dalam pipa stainless steel 8 inci dan 6 inci, di mana frekuensi fluida diperoleh sebesar 1,63 Hz dan 3,05 Hz. Sensor SW-420 dikalibrasi untuk mengeluarkan logika biner dengan menjadikan ambang batas $\geq 1,5$ Hz sebagai acuan. Uji akurasi sistem dilaksanakan pada permukaan atas dan bawah pipa guna mengetahui posisi peletakan sensor yang paling optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi deteksi tertinggi adalah ketika sensor diposisikan di permukaan bawah pipa, dengan nilai 86,7% untuk pipa 8 inci dan 90% untuk pipa 6 inci. Temuan ini mengindikasikan sensor getar efektif sebagai indikator aliran dan memberikan solusi pemantauan yang sederhana, akurat, dan sangat potensial untuk diterapkan pada jaringan distribusi skala besar.

Kata Kunci: Sensor Getar, Arduino Uno, Aliran Air, Fluida, Getaran.

Abstract – Water is a primary necessity requiring a reliable and integrated distribution system. However, flow detection in large pipelines is difficult to perform efficiently without direct fluid contact. This study aimed to design, implement, and test a prototype of a water flow detection system in steel pipes using the SW-420 vibration sensor and Arduino Uno microcontroller. The chosen method involved the design of hardware and software to analyze fluid vibrations inside 8-inch and 6-inch diameter stainless steel pipes, where fluid frequencies were obtained at 1.63 Hz and 3.05 Hz. The SW-420 sensor was calibrated to output binary logic by using a frequency threshold of ≥ 1.5 Hz as a reference. Furthermore, system accuracy tests were carried out on the top and bottom surfaces of the pipes to determine the most optimal sensor placement position. The test results show that the highest detection accuracy occurs when the sensor is positioned on the bottom surface of the pipe, with values of 86.7% for the 8-inch pipe and 90% for the 6-inch pipe. This finding indicates that the vibration sensor is effective as a flow indicator and provides a simple, accurate, and highly potential monitoring solution for application in large-scale distribution networks.

Keywords: Vibration Sensor, Arduino Uno, Water Flow, Fluid, Vibration

1. Pendahuluan

Kebutuhan dalam hidup manusia meliputi kebutuhan primer dan kebutuhan sekunder. Air merupakan salah satu kebutuhan pokok terpenting yang erat kaitannya dengan kehidupan seluruh makhluk hidup, khususnya manusia. Air sangat penting untuk mensejahterakan kehidupan sehari-hari dan memiliki berbagai kegunaan. Manusia membutuhkan air untuk kebutuhan sehari-hari seperti minum, memasak, mencuci, mandi dan kebutuhan lainnya. Oleh karena itu, manusia tidak

bisa lepas dari kebutuhannya akan air. Karena itulah, ketersediaan air bersih sangat penting untuk keperluan sehari-hari dan untuk dikonsumsi [1].

Sistem jaringan distribusi air merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu sistem penyediaan air terpadu. Sistem distribusi air adalah jaringan pipa yang digunakan untuk mengalirkan air dari reservoir ke area utilitas/konsumsi. Fungsi utama jaringan pipa air adalah menyediakan air bersih kepada seluruh konsumen dengan memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air. Ketersediaan air yang berkelanjutan merupakan suatu kondisi yang didambakan semua konsumen. Sebelum melakukan kegiatan operasional, perlu dipahami terlebih dahulu keadaan sistem distribusi air yang digunakan. Cakupan pengelolaan jaringan pipa yang sangat luas, sehingga pengelolaan secara konvensional menjadi sangat sulit [2].

Seiring perkembangan teknologi yang semakin berkembang, maka diperlukannya suatu alat untuk memudahkan dalam mendeteksi suatu aliran air pada sistem distribusi air. Dengan memanfaatkan Arduino Uno dan sensor getar dalam mendeteksi aliran air yang ada pada jaringan distribusi air. Hal ini berfungsi untuk mendeteksi adanya air yang mengalir pada pipa atau saluran yang dibaca oleh sensor. Manfaat dari adanya alat ini memberikan kemudahan dalam melakukan pemeriksaan apakah adanya aliran air pada suatu pipa air atau adanya dugaan kebocoran ataupun sumbatan pada pipa.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti mencoba membuat *prototype* untuk mempermudah dalam mendeteksi suatu aliran air pada pipa dengan melakukan pembacaan vibrasi oleh sensor getar pada suatu pipa air. Dengan melihat ada atau tidaknya vibrasi dari pipa air, dapat diketahui jika terdeteksi adanya vibrasi maka ada aliran air yang mengalir dalam pipa tersebut dan begitupun sebaliknya. Jadi, pengguna dapat mengetahui ada tidaknya aliran air pada pipa distribusi. Hal ini bertujuan efektivitas dalam mendeteksi *troubleshooting* pada suatu aliran air.

2. Metode Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam Sistem Pendeteksi Aliran Air Pada Pipa Berbasis Arduino Uno mencakup studi literatur dan perancangan sistem. Alur data dilanjutkan dengan perakitan alat, pengujian sistem, dan analisis data hasil uji. Tahap akhir adalah penyusunan dokumen laporan. Untuk visualisasi tahapan ditampilkan pada Gambar 1 di bawah ini.



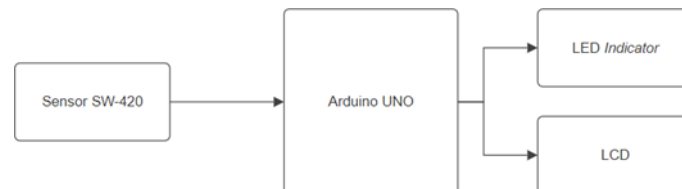
Gambar 1. Flowchart Prosedur Penelitian

2.1. Studi Literatur

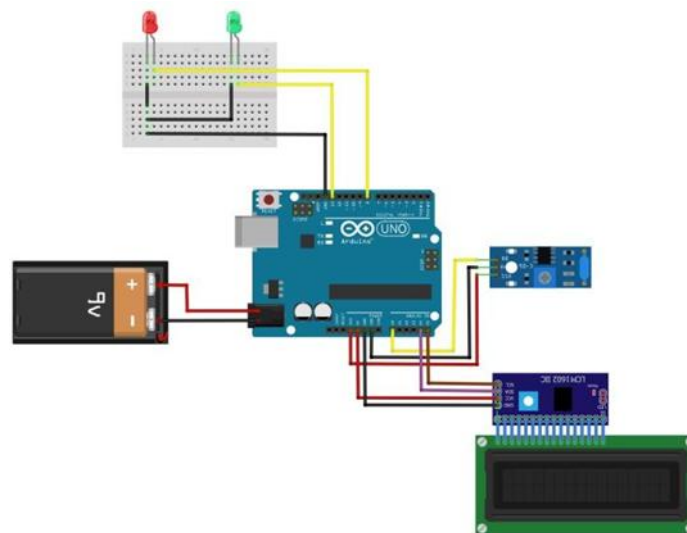
Pada tahap ini meliputi telaah pustaka dan observasi terkait dengan sistem monitoring aliran air berbasis arduino. Tahap ini juga akan diperoleh perancangan sistem terkait sistem monitoring aliran air yang akan dijadikan sebagai referensi pengembangan pada penelitian ini.

2.2. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem dilakukan agar dapat mengukur getaran pipa aliran air dan dapat ditampilkan langsung melalui LCD yang digunakan. Adapun blok diagram dan skema rangkaian yang dibuat seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Blok Diagram Sistem



Gambar 3. Skema Rangkaian

2.3. Perakitan Alat

Pada tahap perakitan alat ini dilakukan dengan cara menghubungkan jalur penyambungan koneksi setiap alat dan komponen elektronika yang digunakan sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibuat. Setelah itu, dilakukan pembuatan kode program melalui perangkat lunak Arduino IDE untuk memberikan perintah pada sistem agar sistem berjalan dengan semestinya. Pada tahap ini diperoleh kesatuan alat yang telah siap untuk digunakan mendeteksi aliran air pada pipa.

2.4. Pengujian Sistem

1. Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari penggunaan sensor getar SW-420 sebagai komponen input utama untuk mendeteksi getaran pada pipa *stainless stell* dengan ukuran 8 dan 6 inch yang memiliki ketebalan 2 mm.
2. Pengujian sistem juga dilakukan untuk mencari titik manakah yang menjadi titik terbaik untuk dilakukannya pembacaan aliran air berdasarkan getaran pada pipa, pengujian ini meliputi pendeteksian pada permukaan bawah dan permukaan atas pipa.

3. Pengujian sistem untuk mengetahui berapa nilai frekuensi yang dapat dibaca oleh sensor getar juga perlu dilakukan guna menentukan batas frekuensi yang dapat dibaca oleh sensor getar SW-420.

2.5. Analisis Data

1. Tingkat akurasi penggunaan sensor SW-420 sebagai komponen input utama sistem dengan membandingkan hasil pembacaan dengan kondisi aktual pada pipa, kemudian dilakukan perhitungan persentase dari hasil pengujian guna mendapatkan nilai tingkat akurasi dari penggunaan sensor getar SW-420.
2. Penentuan titik terbaik pendeteksian sensor dari hasil pengujian, dilihat dari seberapa besar tingkat akurasi yang dihasilkan dari pengujian antara permukaan bawah pipa dan permukaan atas pipa.
3. Batas nilai frekuensi ditentukan dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan rumus 2.1 berdasarkan keadaan aktual yang terjadi pada saat dilakukannya pengujian sistem.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja alat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Proses deteksi dilakukan masing-masing 30 kali dengan menempelkan sensor getar SW-420 ke permukaan atas dan bawah pipa yang akan di deteksi. Pendeteksian dilakukan pada pipa *stainless steel* dengan ukuran 8 dan 6 inch dengan ketebalan pipa 2 mm untuk membandingkan hasil kepekaan pembacaan yang dilakukan oleh sensor.

3.1. Pengujian Pada Pipa Stainless Steel 8 Inch

Tabel 1. Pengujian Pada Permukaan Atas Pipa *Stainless Steel 8 Inch*

No	Pembacaan Sensor Getar	Kondisi Aktual	LED Indikator	Keterangan
1	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
2	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
3	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
4	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
5	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
6	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
7	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
8	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
9	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
10	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
11	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
12	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai

No	Pembacaan Sensor Getar	Kondisi Aktual	LED Indikator	Keterangan
13	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
14	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
15	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
16	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
17	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
18	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
19	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
20	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
21	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
22	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
23	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
24	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
25	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
26	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
27	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
28	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
29	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
30	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai

Tabel 2. Pengujian Pada Permukaan Bawah Pipa *Stainless Steel 8 Inch*

No	Pembacaan Sensor Getar	Kondisi Aktual	LED Indikator	Keterangan
1	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
2	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
3	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
4	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai

5	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
6	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
7	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
8	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
9	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
10	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
11	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
12	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
13	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
14	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
15	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
16	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
17	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
18	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
19	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
20	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
21	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
22	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
23	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
24	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
25	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
26	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
27	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
28	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
29	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
30	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai

3.2. Pengujian Pada Pipa Stainless Steel 6 Inch

Tabel 3. Pengujian Pada permukaan Atas pipa *Stainless Steel 6 Inch*

No	Pembacaan Sensor Getar	Kondisi Aktual	LED Indikator	Keterangan
1	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
2	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
3	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
4	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
5	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
6	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
7	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
8	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
9	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
10	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
11	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
12	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
13	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
14	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
15	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
16	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
17	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
18	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
19	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
20	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
21	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
22	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
23	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
24	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
25	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
26	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
27	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
28	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai

No	Pembacaan Sensor Getar	Kondisi Aktual	LED Indikator	Keterangan
29	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
30	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai

Tabel 4. Pengujian Pada Permukaan Bawah Pipa *Stainless Steel 6 Inch*

No	Pembacaan Sensor Getar	Kondisi Aktual	LED Indikator	Keterangan
1	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
2	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
3	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
4	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
5	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
6	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
7	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
8	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
9	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
10	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
11	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
12	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
13	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
14	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
15	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
16	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
17	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
18	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
19	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
20	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
21	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
22	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
23	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
24	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai

No	Pembacaan Sensor Getar	Kondisi Aktual	LED Indikator	Keterangan
25	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
26	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
27	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
28	0	Ada aliran	Merah	Tidak sesuai
29	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai
30	1	Ada aliran	Hijau	Sesuai

3.3. Pembahasan

Berdasarkan pengujian alat yang telah dilakukan, Pembacaan sensor menampilkan logika 1 jika terdeteksi getaran dan menampilkan logika 0 jika tidak terdeteksi getaran. Pendeteksian getaran terjadi akibat adanya aliran air yang bergerak dengan kecepatan tertentu sehingga menyebabkan adanya getaran pada pipa. Jika frekuensi getaran bernilai $\geq 1,5$ Hz maka sensor akan berlogika 1 dan LCD menampilkan adanya getaran dan adanya aliran. Jika frekuensi getaran bernilai $< 1,5$ Hz maka sensor akan berlogika 0 dan LCD menampilkan tidak adanya getaran dan tidak adanya aliran.

Berdasarkan hasil pengujian sensor getar SW-420 sebanyak 30 kali pada permukaan pipa besi *stainless steel*. Terdapat perbedaan nilai sensor pada pengujian permukaan bawah dan permukaan atas. Pada pengujian pipa *stainless steel* ukuran 8 dan 6 inch terdapat perbedaan antara hasil pengujian pada permukaan bawah dan permukaan atas. Pada pengujian permukaan atas, rata-rata nilai pembacaan dari sensor yaitu lebih banyak menampilkan hasil 0 atau tidak terdeteksinya getaran pada pipa. Sedangkan pada pengujian sensor di permukaan bawah pipa, nilai sensor lebih banyak menunjukkan hasil 1 atau terdeteksinya getaran pada pipa.

Pada pengujian pipa *stainless steel* 8 inch permukaan atas nilai 0 ditampilkan sebanyak 27 kali, sedangkan nilai 1 ditampilkan sebanyak 3 kali. Berdasarkan hasil pengujian nilai yang paling banyak muncul adalah nilai 0 yang berarti tidak adanya getaran dan tidak adanya aliran air. Sedangkan pada permukaan bawah pipa, nilai 0 ditampilkan sebanyak 4 kali dan nilai 1 ditampilkan sebanyak 26 kali. Berdasarkan pengujian tersebut permukaan bawah pipa menunjukkan perbedaan nilai dibandingkan dengan permukaan atas pipa. Hasil ini menunjukkan bahwa pendeteksian lebih peka jika dilakukan pada permukaan bawah pipa dengan nilai persentase akurasi 86,7%.

Pada pengujian pipa *stainless steel* 6 inch permukaan atas nilai 0 ditampilkan sebanyak 25 kali, sedangkan nilai 1 ditampilkan sebanyak 5 kali. Berdasarkan hasil pengujian nilai yang paling banyak muncul adalah nilai 0 yang berarti tidak adanya getaran dan tidak adanya aliran air. Sedangkan pada permukaan bawah pipa, nilai 0 ditampilkan sebanyak 3 kali dan nilai 1 ditampilkan sebanyak 27 kali. Berdasarkan pengujian tersebut sama halnya dengan pengujian pada pipa *stainless steel* 8 inch pendeteksian lebih peka jika dilakukan pada permukaan bawah pipa dengan nilai persentase akurasi 90%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, akurasi penggunaan sensor getar SW-420 menunjukkan hasil yang cukup baik pada dua jenis pipa *stainless steel* yang berbeda. Pada pipa dengan diameter 8 inci, sensor mampu mendeteksi getaran dengan tingkat akurasi sebesar 86,7%, sedangkan pada

pipa berdiameter 6 inci akurasi meningkat hingga 90%. Dari pengujian tersebut, diperoleh bahwa titik terbaik untuk melakukan pendeteksian getaran adalah pada permukaan bawah pipa, karena posisi ini memberikan hasil pembacaan sensor yang paling stabil dan akurat. Selain itu, batas minimum nilai frekuensi getaran yang dapat dideteksi oleh sensor SW-420 adalah 1,5 Hz, sehingga sensor ini efektif digunakan untuk mendeteksi getaran dengan frekuensi di atas nilai tersebut.

Referensi

- [1] Ilma A. G. R., Amrulloh M. F., 2023. "Implementasi Sensor Water Flow Untuk Sistem Monitoring Pemakaian Debit Air HIPPAM Berbasis Android," *Jurnal Krisnadana*, vol. 3, no. 1, pp. 344–353, [Online].
- [2] Sari D. A. I. P., Prihartono E., 2023. "Prototype Monitoring Debit Air pada Jaringan Pipa Berbasis Mikrokontroler," *Informatics, Electrical and Electronics Engineering (Infotron)*, vol. 3, no. 2, pp. 56–64, [Online].
- [3] Prasetya A. D., Haryanto, Wibisono K. A., 2020. "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pendeteksi Lokasi Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Berbasis IoT," *Tahun*, vol. 12, no. 1, pp. 39–47.
- [4] Hatopan A., Ayu N., Indriani W., 2019. "Prototipe Pendeteksi Kebocoran Pada Pipa Air," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, vol. 4, pp. 336–340, [Online].
- [5] Pamungkas R. H. S., Riskiono S. D., Putra Y. A., 2020. "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Sayur Berbasis Arduino Dengan Sensor Kelembaban Tanah," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, vol. 1, no. 1, pp. 23–32, [Online].
- [6] Graha D. S., Fathoni R., Hasad A., Paronda A. H., 2018. "Sistem Proteksi Kebocoran Kran Dan Pencatatan Meteran Air Digital Pada PDAM Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," *JREC Journal of Electrical and Electronics*, vol. 5, no. 1, pp. 21–31.
- [7] Nurkholis, Iskandar, Prasetiawan E., 2022. "Rancang bangun sistem radar pintar pengontrol pengisian air berbasis mikrokontroler," *INFOTECH : Jurnal Informatika & Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 104–115, doi: 10.37373/infotech.v3i2.389.
- [8] Kuriando D., Noertjahyana A., Lim R., 2017. "Pendeteksi Volume Air pada Galon Berbasis Internet of Things dengan Menggunakan Arduino dan Android,"
- [9] Deswiyani I. A., Solikhun, Sumarno, Poningsih, Andani S. R., 2021. "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Ketinggian Air dan Alarm Pemberitahuan Antisipasi Datangnya Banjir Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Penelitian Inovatif*, vol. 1, no. 2, pp. 155–164, doi: 10.54082/jupin.23.
- [10] Munthe V. J. H., Hutabarat M. 2023. "Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Aliran Air Menggunakan Water Flow Sensor Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknologi Informasi dan Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 84–91.
- [11] Wicaksono F. A., Subekti S., Indriyanto K., 2020. "Analisis Pengaruh Penyumbatan Aliran Fluida Pada Pipa Dengan Metode Fast Fourier Transform," *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, vol. 6, pp. 77–83.
- [12] Lubis S., 2021. "Simulasi Getaran Pada Piringan Tunggal Akibat Perubahan Putaran," *SiNTESa CERED Seminar Nasional Teknologi Edukasi dan Humaniora*.
- [13] EngineeringExcel, "How to Calculate Mass Flow Rate." Accessed: Jul. 12, 2024. [Online].