

PROTOTIPE PENGUKURAN BESARAN ALIRAN MENGGUNAKAN SENSOR ALIR UNTUK BEJANA UKUR STANDAR SECARA OTOMATIS

R. Bagus Ali Hastariyadi¹⁾, Dudi Adi Firmansyah²⁾, Muhamad Rozaki F.³⁾

^{1,2,3}Program Studi Metrologi dan Instrumentasi, Akademi Metrologi dan Instrumentasi

Email: bagusali076@gmail.com

Abstract

Automation of filling measuring vessels with water flow sensors and solenoid valves has become very important in industry for several main reasons. Automation increases the efficiency of the filling process, saving time and human effort. Additionally, automatic filling also ensures consistency in the amount of liquid filled into each measuring vessel, reducing the possibility of human error. In this research, an automatic measuring vessel filling installation has been successfully designed using a YF-S201 sensor, solenoid valve, and Arduino UNO. In this study, the constant value for calibrating the YF-S201 type flow sensor was 7.3. This installation is capable of filling measuring vessels with excellent accuracy and precision. The average accuracy of the YF-S201 sensor readings with the discharge test point (L/min) is 97.97%. Meanwhile, the precision value is 98.88%.

Article History

Submitted: 26 June 2024

Accepted: 28 June 2024

Published: 7 July 2024

Key Words

Automation, Measuring Vessel Filling, Water Flow Sensor, Solenoid Valve

Abstrak

Otomatisasi pengisian bejana ukur dengan sensor *water flow* dan katup *solenoid* menjadi sangat penting dalam industri karena beberapa alasan utama. Otomatisasi meningkatkan efisiensi proses pengisian, menghemat waktu dan tenaga manusia. Selain itu, pengisian otomatis juga menjamin konsistensi dalam jumlah cairan yang diisikan ke setiap bejana ukur, mengurangi kemungkinan kesalahan manusia. Dalam penelitian ini, telah berhasil dirancang sebuah instalasi pengisian bejana ukur otomatis menggunakan sensor YF-S201, katup *solenoid*, dan Arduino UNO. Pada penelitian ini, besarnya nilai konstanta untuk kalibrasi sensor alir tipe YF-S201 adalah 7,3. Instalasi ini mampu mengisi bejana ukur dengan akurasi dan presisi yang sangat baik. Akurasi rata-rata pembacaan sensor YF-S201 dengan titik uji debit (L/min) sebesar 97,97%. Sedangkan untuk nilai presisi sebesar 98,88%.

Sejarah Artikel

Dikirim: 26 Juni 2024

Diterima: 28 Juni 2024

Diterbitkan: 7 Juli 2024

Kata Kunci

Otomatisasi, Pengisian Bejana Ukur, Sensor *Water Flow*, Katup *Solenoid*.

Pendahuluan

Peranan instrumentasi sangat penting untuk menunjang keakuratan dan ketelitian dalam pengukuran. Pengukuran dilakukan untuk menentukan nilai besaran, dimensi atau kapasitas suatu objek dalam bentuk angka atau secara kuantitatif [1]. Pengukuran dilakukan dengan cara membandingkan besaran yang diukur terhadap besaran sejenis yang dipakai menggunakan alat ukur standar. Dalam dunia industri yang terus berkembang, pengisian bejana ukur dengan cairan tertentu telah menjadi tahapan yang krusial dalam proses produksi [2]. Keakuratan dan kecepatan dalam melakukan pengisian bejana ukur memiliki dampak yang sangat signifikan pada kualitas akhir produk serta efisiensi keseluruhan proses produksi [3]. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan aspek otomatisasi dalam proses pengisian bejana ukur [4].

Teknologi otomatisasi semakin menjadi andalan dalam mengoptimalkan berbagai proses industri. Salah satu teknologi yang menonjol dan memiliki potensi besar dalam otomatisasi pengisian bejana ukur adalah penggunaan sensor *water flow* dan katup *solenoid* [5]. Sensor *water flow* merupakan perangkat yang mampu mendeteksi laju aliran air atau cairan lainnya dengan

tingkat akurasi yang sangat tinggi. Di sisi lain, katup *solenoid* adalah katup yang dapat dikendalikan secara elektronik untuk mengatur aliran cairan dalam pipa [6].

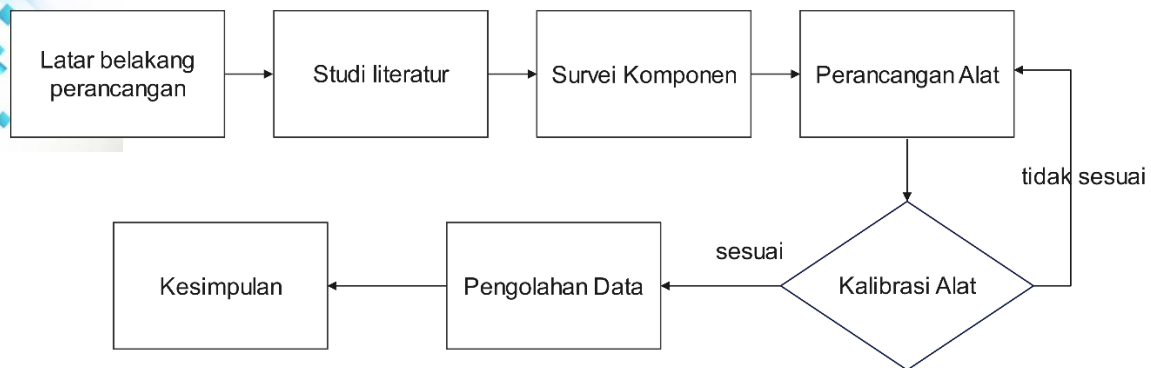
Otomatisasi pengisian tangki air dengan sensor *water flow* dan *solenoid valve* menjadi sangat penting dalam industri karena beberapa alasan utama [7]. Pertama, sensor *water flow* mampu memberikan akurasi yang tinggi dalam mengukur laju aliran cairan sehingga memastikan bahwa jumlah cairan yang diisikan sesuai dengan kebutuhan yang ditentukan. Kedua, otomatisasi meningkatkan efisiensi proses pengisian, menghemat waktu dan tenaga manusia. Selain itu, pengisian otomatis juga menjamin konsistensi dalam jumlah cairan yang diisikan ke setiap bejana ukur, mengurangi kemungkinan kesalahan manusia. Ketepatan dalam pengisian ini memiliki dampak langsung pada kualitas produk akhir, sehingga meningkatkan reputasi dan kepercayaan pelanggan [2].

Pada tahun 2023 telah dibuat penelitian oleh Rifanie Irfa Rojatin (2023) dengan membuat alat pengisian Bejana Ukur Otomatis yang mengintegrasikan sensor YF-S201 dengan otomatisasi kendali katup *solenoid* yang diatur *set volume*-nya melalui saklar *toggle*. Data yang disajikan berupa indikator lampu LED dan *display LCD* yang menampilkan nilai laju alir dan volume. Aliran air yang dihasilkan merupakan aliran dari instalasi meter air yang belum dapat dikendalikan secara otomatis namun menggunakan kran secara manual.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikembangkan pada penelitian ini akan mengembangkan penelitian di atas dengan mengintegrasikan konsep dan teknologi otomatisasi menggunakan sensor *water flow* dan katup *solenoid* untuk mengembangkan sistem pengisian bejana ukur yang tidak hanya efisien, tetapi juga akurat. Pada penelitian ini ditambahkan kendali tambahan yaitu pompa otomatis dan media untuk memasukan nilai *set volume* yaitu melalui *keypad* 4x4. Selain itu, akan dilakukan serangkaian pengujian dan evaluasi terhadap sistem ini untuk memastikan bahwa kinerjanya sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan dalam pengisian bejana ukur. Dengan demikian, tugas akhir ini akan berperan penting dalam menghadirkan solusi otomatisasi yang inovatif dan relevan dalam industri proses, serta dapat membantu meningkatkan efisiensi dan kualitas dalam proses produksi industri modern. Kombinasi dari sensor *water flow* dan katup *solenoid* memungkinkan pengisian bejana ukur dilakukan secara otomatis dengan tingkat presisi yang baik.

Metode Penelitian

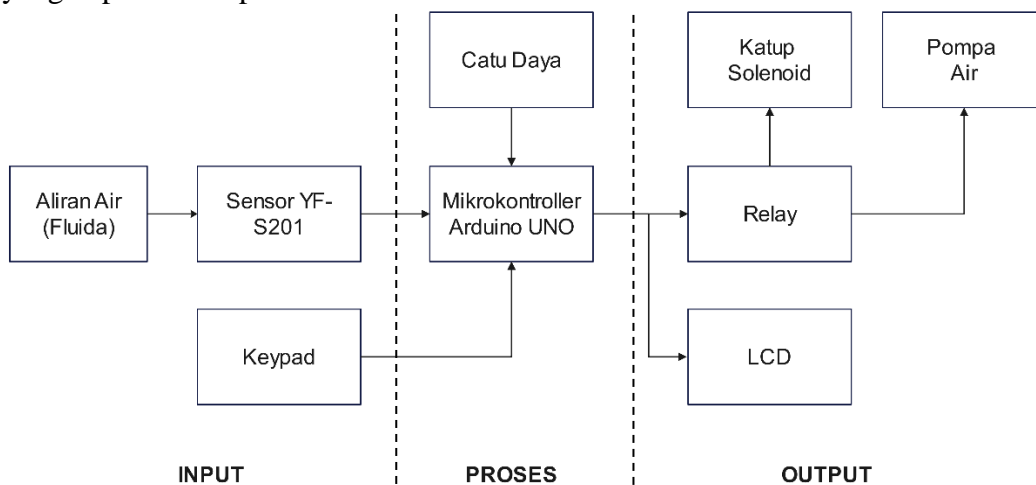
Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk membuat sebuah prototipe. Studi literatur dan perancangan alat adalah dua metode pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini. Studi literatur digunakan untuk menemukan dukungan data dan pengumpulan informasi dari sumber-sumber tertulis seperti jurnal, buku, laporan dan dokumen terkait pengukuran besaran aliran lainnya. Sementara itu, perancangan alat dilakukan dengan percobaan langsung dari alat atau perangkat yang telah dibuat dalam penelitian untuk mengevaluasi besaran koreksi, kesalahan, akurasi, presisi dan ketidakpastian pada alat. Adapun tahapan penelitian yang telah diringkas dalam diagram blok yang tercantum pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Alur Penelitian

A. Diagram Blok

Diagram blok merupakan salah satu komponen penting dalam hal merancang sebuah alat. Adapun diagram blok dalam implementasi *water flow sensor* yang dipadukan dengan mikrokontroler dan *relay* yang akan menggerakkan katup *solenoid* dan pompa, yang dapat dilihat pada Gambar 2.

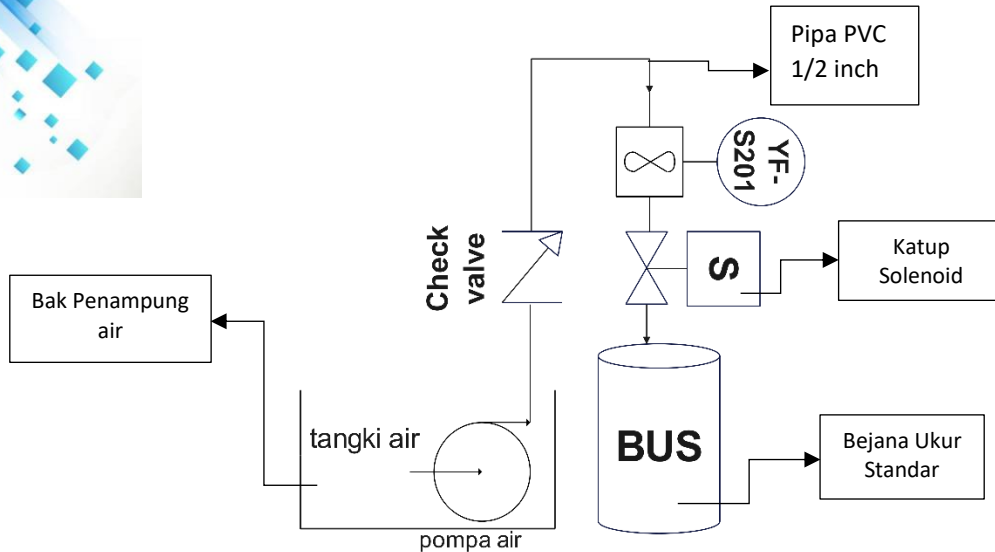


Gambar 2. Diagram Blok Prototipe

B. Deskripsi Prototipe

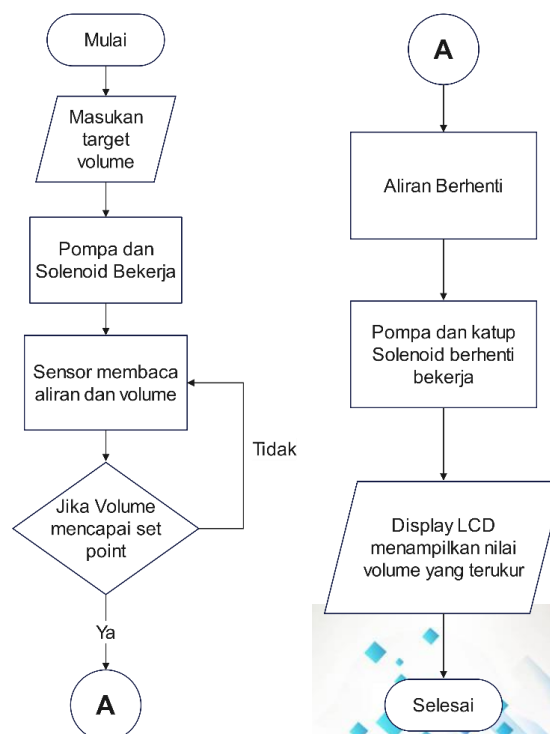
Sebelum dilakukan perakitan prototipe, terlebih dahulu dilakukan perancangan gambar 2 (dua) dimensi untuk mengetahui komponen apa saja yang akan digunakan dan bagaimana urutan pemasangannya. Berikut gambar *Piping And Instrumentation Diagram Prototipe* pada Gambar 3:





Gambar 3. Piping and Instrumentation Diagram

Pengukuran besaran aliran menggunakan sensor alir ini terdiri dari beberapa komponen diantaranya yaitu pompa air 220 VAC untuk memompa aliran air dari tangki penampung air, *check valve* untuk mencegah aliran balik, sensor aliran YF-S201 yang mengukur jumlah volume dan debit dari aliran yang terukur, menggunakan katup *solenoid* sebagai pengendali volume dari suatu fluida, Bejana Ukur Standar (BUS) dijadikan standar pengukuran. Untuk perpipaan, digunakan pipa PVC dengan diameter 1/2 inch.



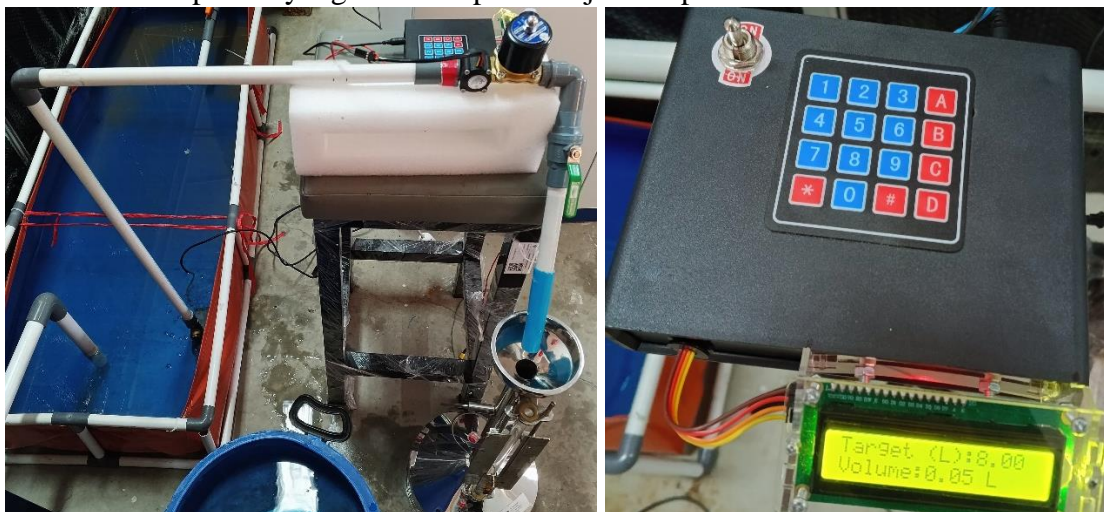
Gambar 4. Diagram Alir Prototipe

Prototipe pengukuran besaran aliran menggunakan sensor alir merupakan prototipe yang dibuat untuk pengisian Bejana Ukur Standar (BUS) secara otomatis yang dilengkapi fitur pembacaan laju alir dan volume yang dapat dimasukkan melalui *keypad*. Prototipe ini memanfaatkan Mikrokontroler Arduino Uno sebagai otak utama dari keseluruhan prototipe tersebut. Gambaran dari sistem kerja prototipe dapat dilihat pada Gambar 4. Prototipe akan bekerja ketika mikrokontroler Arduino dan *solenoid valve* diberikan daya. Sebelum prototipe mendapatkan cukup daya dipastikan prototipe telah terhubung dengan sumber air (kran air atau pompa air). Setelah persiapan telah selesai seluruh komponen akan bekerja. *Keypad* merupakan indikator utama dari prototipe ini, ketika *keypad* ditekan nilai *set volume* dan *enter* maka pompa berpiutur dan *solenoid valve* akan terbuka dan membuat air melewati *water flow sensor* sehingga mengukur volume air yang masuk ke dalam BUS, dan ketika volume yang terukur telah mencapai *set volume* maka *solenoid valve* akan menutup dan *water flow sensor* berhenti menghitung volume air. Prototipe ini dilengkapi dengan LCD yang digunakan sebagai *display* untuk menampilkan laju alir dan volume yang masuk ke dalam BUS.

Hasil dan Pembahasan

A. Realisasi Hasil Perancangan

Pada penelitian ini telah direalisasikan prototipe pengukuran besaran aliran menggunakan sensor alir. Prototipe alat yang dibuat dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Prototipe secara keseluruhan (kiri) dan enclosure secara detail (kanan)

B. Kalibrasi Water Flow Sensor

Prototipe pengukuran besaran aliran menggunakan sensor alir memanfaatkan *water flow sensor* untuk menghitung debit yang masuk ke dalam BUS maka dari itu untuk memastikan *water flow sensor* menghitung debit yang masuk ke dalam BUS merupakan debit sebenarnya. Pengkalibrasian *water flow sensor* menggunakan standar BUS kelas III dengan kapasitas 5 L dengan empat variasi debit dan dilakukan pengujian naik turun

sebanyak lima kali. Data yang diperoleh pada pengujian kali ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Kalibrasi Water Flow Sensor

| Standar (L/m) | Pengujian 1 (L/m) | | Pengujian 2 (L/m) | | Pengujian 3 (L/m) | | Pengujian 4 (L/m) | | Pengujian 5 (L/m) | |
|---------------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| | Naik | Turun | Naik | Turun | Naik | Turun | Naik | Turun | Naik | Turun |
| 2.51 | 2.52 | 2.48 | 2.48 | 2.48 | 2.52 | 2.52 | 2.52 | 2.48 | 2.48 | 2.48 |
| 3.77 | 3.82 | 3.82 | 3.82 | 3.78 | 3.78 | 3.78 | 3.78 | 3.78 | 3.82 | 3.82 |
| 4.61 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.58 | 4.58 |
| 5.28 | 5.28 | 5.28 | 5.28 | 5.26 | 5.26 | 5.26 | 5.26 | 5.26 | 5.26 | 5.28 |

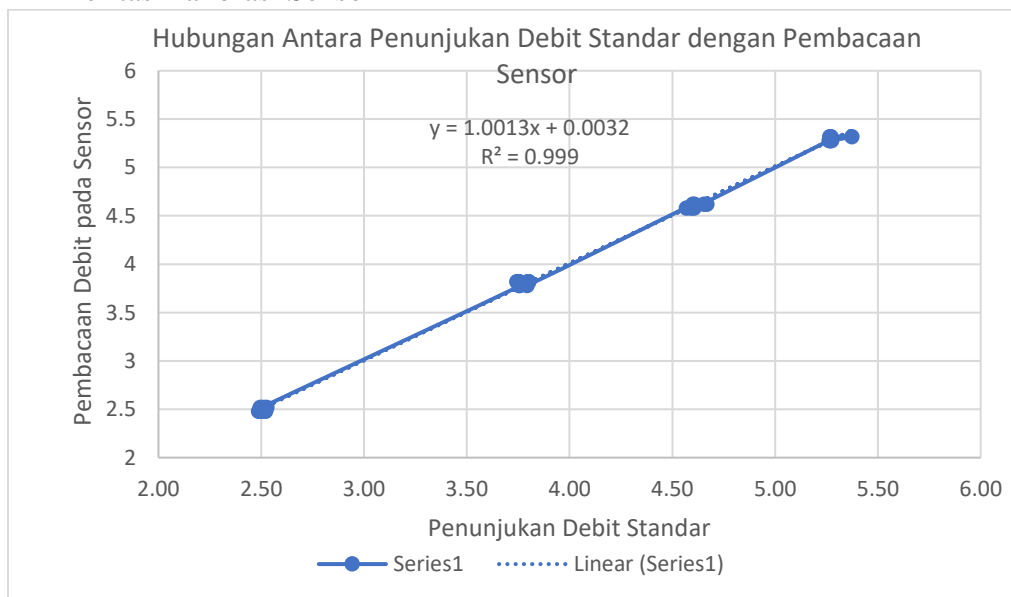
C. Perhitungan Nilai Error Pengujian Kalibrasi Water Flow Sensor

Pada setiap alat ukur pasti memiliki nilai *error* maka dari itu prototipe harus dilakukan pengujian kalibrasi untuk memastikan nilai yang dikeluarkan oleh prototipe masih memiliki nilai *error* yang kecil. Perhitungan nilai *error* tertera pada Tabel 2.

Tabel 2 Perhitungan Nilai Kalibrasi

| Naik | Rata-rata (L/m) | | Error | Error (%) | Standar Deviasi | Bias | Akurasi | Presisi |
|------|-----------------|----------|-------|-----------|-----------------|-------|---------|---------|
| | Turun | Gabungan | | | | | | |
| 2.50 | 2.49 | 2.50 | -0.01 | 0.51 | 0.02 | 0.01 | 97.02% | 97.53% |
| 3.80 | 3.80 | 3.80 | 0.03 | 0.80 | 0.02 | -0.03 | 99.12% | 98.32% |
| 4.55 | 4.55 | 4.55 | -0.07 | 1.50 | 0.02 | 0.07 | 97.47% | 98.90% |
| 5.27 | 5.27 | 5.27 | -0.01 | 0.27 | 0.01 | 0.01 | 99.14% | 99.41% |

D. Grafik Linieritas Kalibrasi Sensor



Gambar 6. Grafik Regresi Linier Kalibrasi Sensor

E. Pengambilan Data pada Bejana Ukur Standar (BUS)

Setelah dilakukannya pengujian kalibrasi pada *water flow sensor* dan dipastikan prototipe telah berjalan maka dilakukan pengambilan data pada BUS secara langsung dengan variasi BUS 5 L; 10 L; dan 20 L; didapatkan data yang tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Pengujian Prototipe pada BUS

| Pengujian Ke- | Volume Pengisian Bejana Ukur Standar | | |
|---------------|--------------------------------------|------|-------|
| | 5L | 10 L | 20 L |
| 1 | 4.99 | 9.88 | 19.74 |
| 2 | 5.00 | 9.95 | 19.76 |
| 3 | 4.97 | 9.87 | 19.75 |
| 4 | 4.93 | 9.88 | 19.85 |
| 5 | 4.97 | 9.89 | 19.75 |
| 6 | 4.99 | 9.85 | 19.75 |
| 7 | 4.96 | 9.86 | 19.88 |
| 8 | 5.00 | 9.86 | 19.77 |
| 9 | 5.00 | 9.85 | 19.81 |
| 10 | 4.93 | 9.84 | 19.8 |
| Rata-rata | 4.97 | 9.87 | 19.78 |

F. Perhitungan Nilai *Error* Pengujian Terhadap BUS

Dari Tabel 4 telah didapatkan hasil karakteristik pengukuran untuk mendapatkan nilai *error*, akurasi, dan presisi dari prototipe yang telah dibuat, nilai *error*, akurasi, dan presisi yang telah didapatkan tertera pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil *Error*, Akurasi, dan Presisi

| Titik Uji (L) | 5 | 10 | 20 |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Hasil Rata-rata (L) | 4.97 | 9.87 | 19.78 |
| Standar Deviasi | 0.03 | 0.03 | 0.05 |
| Bias | 0.02 | 0.12 | 0.21 |
| Akurasi | 97.85% | 97.86% | 98.19% |
| Presisi | 98.30% | 99.09% | 99.26% |
| Error | 2.15% | 2.14% | 1.81% |

Setelah dilakukan perhitungan dari nilai *error*, akurasi, dan presisi maka dapat disimpulkan bahwa prototipe pengisian otomatis pada Bejana Ukur Standar (BUS) memiliki rata-rata nilai *error* sebesar 2,03% serta nilai rata-rata akurasi sebesar 97,97% dan rata-rata nilai presisi sebesar 98,88%. Adapun nilai *error* ini terjadi karena beberapa faktor, diantaranya :

- Jeda waktu pada alat,
- Meskipun katup *Solenoid* sudah tertutup, turbin atau baling-baling yang terdapat di dalam sensor *Water Flow* masih berputar sebentar, dan
- Kesalahan *paralaks* oleh peneliti saat membaca volume pada bejana ukur standar

Kesimpulan

Setelah penelitian yang telah dilakukan dan pengujian dari aplikasi prototipe pengukuran besaran aliran menggunakan sensor alir ini, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe telah dibuat dengan menggunakan sensor alir YF-S201 berbasis mikrokontroller Arduino Uno dapat berkerja dengan baik dengan peningkatan fitur dari penelitian sebelumnya yaitu penambahan *keypad* untuk *input set volume*.
2. Prototipe berhasil menutup aliran air yang masuk ke dalam BUS ketika volume proses telah mencapai *set volume*.
3. Prototipe dapat digunakan untuk pengisian BUS secara otomatis dengan nilai rata – rata *error* sebesar 2,03% serta nilai akurasi sebesar 97,97% dan nilai presisi sebesar 98,88%.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan Penulis ditujukan kepada Akademi Metrologi dan Instrumentasi Kementerian Perdagangan Republik Indonesia yang telah mendukung penelitian ini

Referensi

- [1] R. A. Aulia, “BAB I,” pp. 1–81, 2020.
- [2] S. S. Kurniasih, D. Triyanto, Y. Brianorman, and J. S. Komputer, “Jurnal Coding , Sistem Komputer Untan Jurnal Coding , Sistem Komputer Untan ISSN : 2338-493x,” vol. 04, pp. 43–52, 2016.
- [3] H. A’imah, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Laju Aliran Dengan Metode Perbedaan Tekanan Pada Pitot Tube Menggunakan Sensor Mpx2010dp Berbasis Arduino (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya),” *Tugas Akhir*, p. 13, 2016.
- [4] R. I. Rojatin, “MENGUNAKAN SENSOR ALIR TUGAS AKHIR Oleh : Rifanie Irfa Rojatin / A020040 PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI,” 2023.
- [5] S. A. Qatrunnada, Y. Oktarina, T. Dewi, and P. Risma, “JOURNAL OF APPLIED SMART ELECTRICAL NETWORK AND SYSTEMS (JASENS) Sistem Kendali Pengisian Jus Otomatis Menggunakan Sensor Infrared Dan Waterflow Berbasis PLC,” vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2020.
- [6] A. Ismalian and K. Kunci, “Perancangan dan Realisasi Sistem Pengiriman Data Metering Air Otomatis Melalui Sistem Telemetry,” pp. 4–5, 2021.
- [7] S. Sulbiyah Kurniasih, D. Triyanto, Y. Brianorman, J. Sistem Komputer, and F. H. MIPA Universitas Tanjungpura Jl Hadari Nawawi, “RANCANG BANGUN ALAT PENGISI AIR OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER [1].”