

Karakterisasi laju aliran menggunakan beberapa jenis flowmeter dan pengukuran beda tekanan berdasarkan variasi buka katup pada kalibrator aliran

Rio Sandi^{a,1}, Chaesario Ramdan Widiyanto^a, Reihan Deandra Ratmaza Boni^a, Roy Waluyo^{a,2*},
Dwi Yuliaji^a, Ryan Oktaviandi^c, Nur Rochman Budiyanto^c, Esa Putra Ariesta Raharjo^c,
Putut Hery Setiawan^b, Mulya Juarsa^{a,b}

^aEngineering Development for Energy Conversion and Conservation (EDfEC) Research Group, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl.K.H.Soleh Iskandar KM.2, Kedung Badak, Kota Bogor 16162, Jawa Barat

^bReactor Thermal-Fluids System Development (RTFSyDev.) Research Group, Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir, Organisasi Riset Tenaga Nuklir, BRIN. Gedung 80 KST. B.J. Habibie, Setu, Tangerang Selatan 15314, Banten

^cDepartemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Jl. Grafika No.2, Senolowo, Sinduadi, Kec. Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

email

¹riosand27@gmail.com

^{2*}roy.waluyo@uika-bogor.ac.id (corresponding author)

ABSTRACT

Measurement is an activity carried out to obtain the value of a quantity. Therefore, the flowmeter measurement tool must have a low error rate. So, the research was conducted to obtain the characteristics of the flowmeter measurement tool by calibrating it. This study aims to obtain the characteristics of the flow rate value on the flowmeter calibrator based on changes in valve opening using several flowmeters, namely electromagnetic flowmeter, water flowmeter, and pressure transmitter. Two methods are used: a 2-liter measuring cup as a container in an open loop and close loop state with a valve opening angle of 30°, 60°, and 90°. There are two pressure transmitters, IN and OUT. Based on the results of the measurements made, the flow rate data using a 2-liter measuring cup on the electromagnetic flowmeter is 13.97LPM, on the water flowmeter 11.18 LPM, and the pressure transmitter 9.91LPM with a deviation of 0.15LPM electromagnetic flowmeter, water flowmeter 2.92 LPM, pressure transmitter 4.21 LPM. While in close loop conditions, the electromagnetic flowmeter produces 14.19LPM when the valve opening is 90 °, 13.98LPM when the valve opens 60 °, and at 30 ° valve opening 8.13 LPM, the Water flowmeter produces 15.43 LPM, 15.28 LPM, and 8.51 LPM, and for pressure transmitters 15.59 LPM, 15.07 LPM, 10.17 LPM. Thus, it can be concluded that when the valve is in the 90° open position, the value produced exceeds the flowmeter and the pressure transmitter.

Keywords: Flowmeter, calibrator, flow rate, pressure transmitter, valve, calibrator

Received 30 September 2023; **Presented** 5 October 2023; **Publication** 27 May 2024

PENDAHULUAN

Peralatan instrumentasi alat ukur memiliki peran yang sangat penting dalam proses pengukuran. Meskipun beberapa alat ukur yang sejenis memiliki kesamaan dalam spesifikasi dan kegunaan, hasil pengukuran yang diberikan oleh alat-alat tersebut belum tentu sama. Salah satu faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil pengukuran adalah penurunan akurasi alat ukur dari waktu ke waktu. Selain penurunan akurasi seiring berjalannya waktu, perubahan akurasi

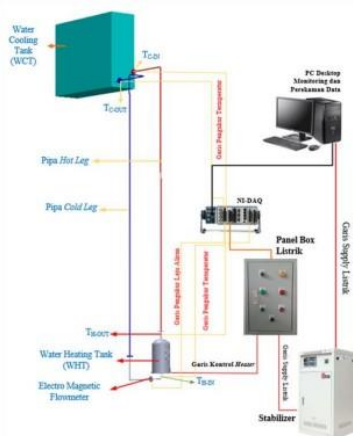
juga dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti adanya aliran listrik atau kondisi lingkungan yang berbahaya. Efek perubahan tersebut dapat bervariasi tergantung pada jenis instrumen dan lingkungan tempat alat ukur digunakan [1]. Aktivitas pengukuran memiliki dampak yang sangat luas dalam ilmu pengetahuan, kehidupan pribadi, dan masyarakat dengan meningkatkan efisiensi. Kehidupan modern ditandai oleh kemajuan perangkat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Manusia modern semakin tergantung pada kegiatan pengukuran untuk

mendapatkan data, yang secara teknis disebut sebagai pengukuran. Dengan demikian, manusia dapat memantau dan mengendalikan kehidupan mereka dengan ketat dan efisien. Peran pengukuran dalam kehidupan manusia semakin dirasakan sebagai suatu hal yang vital dan mendesak. Untuk melakukan pengukuran, diperlukan alat ukur yang sesuai [2]. Penggunaan alat ukur yang akurat sangat penting di dalam penelitian eksperimental, khususnya untuk memperkuat perbandingan laju aliran air yang dihitung. Oleh karena itu, alat pengukuran flowmeter harus memiliki tingkat kesalahan yang rendah. Pengukuran semakin berkembang terutama dalam bidang aliran fluida, permintaan terhadap jenis-jenis instrumen pengukuran dan fasilitas laboratorium uji serta kalibrasi yang lebih optimal semakin meningkat. Sehingga, tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan karakteristik alat pengukuran flowmeter dengan melakukan kalibrasi [3].

METODE PENELITIAN

1. Fasilitas Simulasi Pendingin Pasif

Fasilitas eksperimen skala besar yang diberi nama FASSIP-02 adalah salah satu fasilitas yang digunakan untuk mempelajari aliran sirkulasi alami. Untai FASSIP-02 terdiri dari dua tangki yaitu tangki pendingin dan tangki pemanas, yang saling terhubung melalui sistem perpipaan[4].



Gambar 1. Untai uji FASSIP-02

Proses pengambilan panas dalam sistem pendingin pasif pada reaktor jenis small modular reactor (SMR) melibatkan penggunaan kolam yang menenggelamkan penukar kalor (HE) di dalam air. Air panas alami mengalir dari tangki pemanas ke tangki pendingin, melewati penukar kalor tipe U-shape yang terdapat pada untai uji FASSIP-02 [5].

2. Aliran Fluida

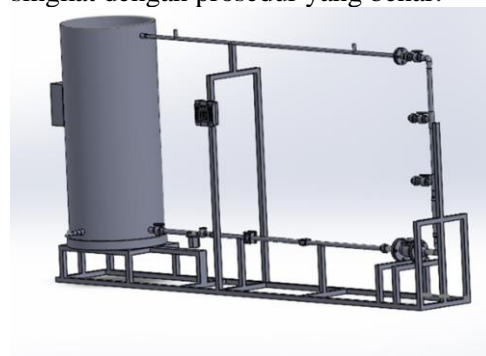
Aliran fluida merujuk pada pergerakan zat cair melalui pipa atau saluran lainnya. Aliran fluida ditentukan oleh adanya tekanan yang diberikan pada fluida dan juga oleh jenis aliran yang terjadi. Tekanan fluida merupakan gaya yang diberikan oleh fluida pada dinding pipa atau permukaan yang berdekatan dengan fluida tersebut. [6].

3. Flowmeter

Flowmeter elektromagnetik, juga dikenal sebagai magnetic flow meter ketika fluida mengalir melalui pipa transduser, fluida tersebut bertindak sebagai konduktor yang memotong medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan magnetik dan transduser. Akibatnya, tegangan listrik induksi terjadi. [7]. Water flow sensor terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu bodi katup yang terbuat dari bahan kuningan, rotor air, dan sensor hall effect. Prinsip kerja dari sensor ini didasarkan pada penggunaan sensor hall effect. Ketika arus listrik mengalir melalui sensor hall effect yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus terhadap arus listrik, pergerakan partikel bermuatan akan mengalami pembelokan ke salah satu sisi. Hal ini menghasilkan medan listrik. [8]

4. Kalibrator

Kalibrasi dilakukan agar nantinya dapat mengatasi berbagai macam penyimpangan dari hasil pengukuran tersebut. Proses kalibrasi seperti ini dilakukan secara rutin dalam kurun waktu singkat dengan prosedur yang benar.

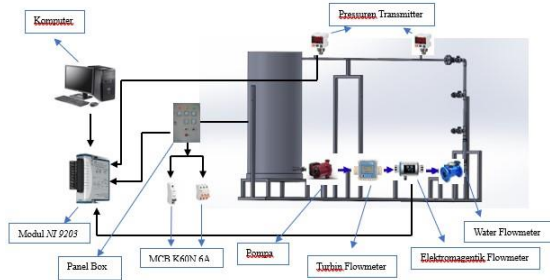


Gambar 2. Kalibrator

Kalibrasi juga mampu mengatasi risiko error pada alat flowmeter secara optimal. Proses kalibrasi ini akan memberikan konfirmasi sekaligus mengembalikan penyimpangan dari hasil pembacaan ke performa flowmeter yang akurat.

Skema Pengujian

Setup eksperimen terdiri atas kalibrator di hidupkan melalui panel listrik. Kemudian operasikan kalibrator melalui LabView. Fluida akan bergerak menuju elektromagnetik flowmeter dan Water flowmeter dengan bantuan pompa dengan frekuensinya yang dapat divariasikan oleh sebab itu terjadinya sirkulasi paksa atau menggunakan pompa untuk terjadinya sirkulasi,



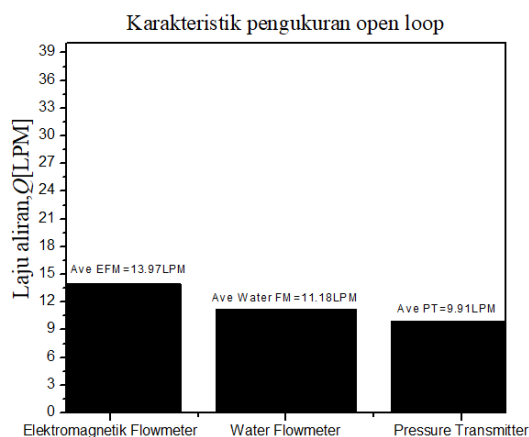
Gambar 3. Skema Pengujian dengan Kalibrator

kemudian fluida akan bergerak keatas menuju pipa loop. Laju aliran yang mengalir melewati elektromagnetik flowmeter, water flowmeter dan pressure transmitter akan dilihat deviasi dan ditentukan deviasi flow antara beberapa jenis flowmeter tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengukuran Laju Aliran Open Loop

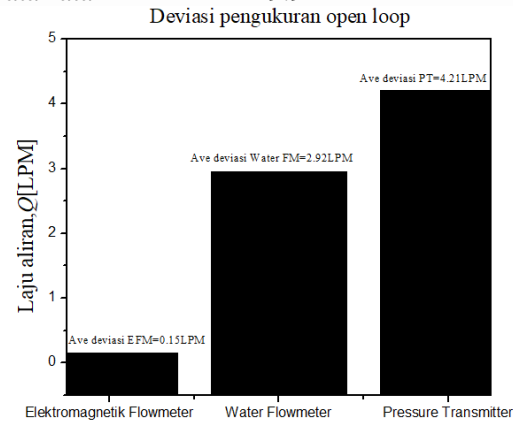
Pengukuran dilakukan untuk memperoleh data laju aliran berdasarkan metode manual menggunakan gelas ukur 2liter sebagai penampung. Pengukuran dilakukan dengan mengalirkan fluida kerja air menggunakan pompa yang melalui flowmeter dan pressure transmitter.



Gambar 4. grafik pengukuran menggunakan gelas ukur 2liter

Berdasarkan pada Gambar 4 hasil pengukuran laju aliran dari flowmeter dan pressure transmitter menggunakan gelas ukur 2 liter menunjukkan nilai rata-rata yang berbeda untuk masing-

masing alat. Secara khusus, elektromagnetik flowmeter mencatat rata-rata laju aliran sebesar 13.97 LPM, water flowmeter mencatat rata-rata 11.18 LPM, dan pressure transmitter mencatat rata-rata 9.91 LPM.



Gambar 5. deviasi menggunakan gelas ukur 2liter

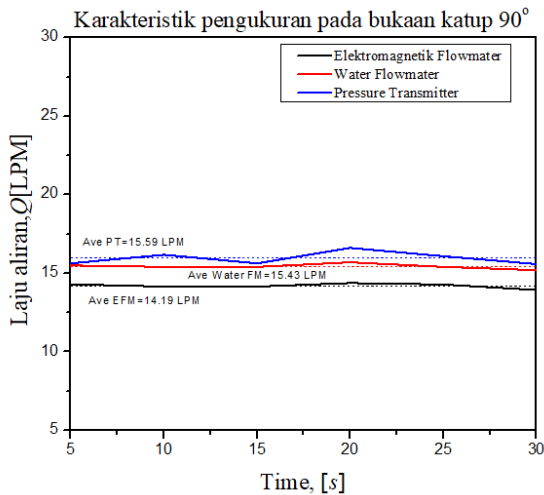
Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan hasil deviasi dari elektromagnetik flowmeter, water flowmeter, dan pressure transmitter menggunakan gelas ukur 2 liter sebagai penampung yang menghasilkan deviasi rata-rata dari elektromagnetik flowmeter 0.15 LPM, water flowmeter 2.92 LPM, dan pressure transmitter 4.21 LPM.

Table 1. Data hasil pengukuran menggunakan gelas ukur 2liter

FM Electromagnetic (L/m)	Water Flowmeter (L/m)	DPT Flowrate (L/m) with correction factor
14.12	10.79	11.96
14.39	11.04	12.55
13.85	13.90	6.24
13.9	10.42	11.14
13.78	10.23	11.34
13.83	10.65	6.24
Rata-rata		
13.97	11.18	9.91

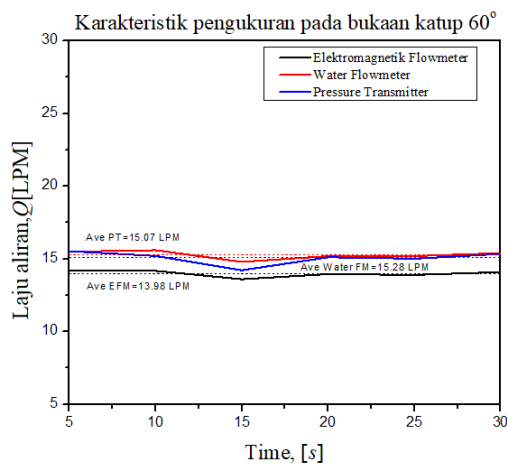
2. Pengukuran Close Loop

Pengukuran dilakukan untuk memperoleh data laju aliran terhadap flowmeter standar berdasarkan perubahan buka katup dalam kondisi close loop.



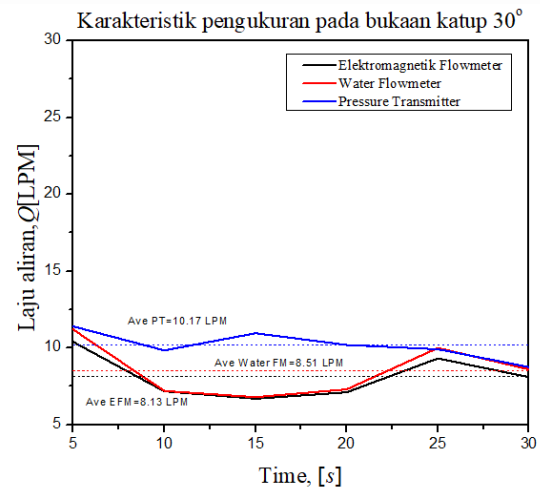
Gambar 6. grafik pengukuran pembukaan katup 90°

Berdasarkan Gambar 6 diperoleh data hasil laju aliran dari pengukuran dengan bukaan katup 90° pada flowmeter dan pressure transmitter yang menghasilkan nilai rata-ratanya pada elektromagnetik flowmeter 14.19 LPM, water flowmeter 15.43 LPM, dan pressure transmitter 15.59 LPM.



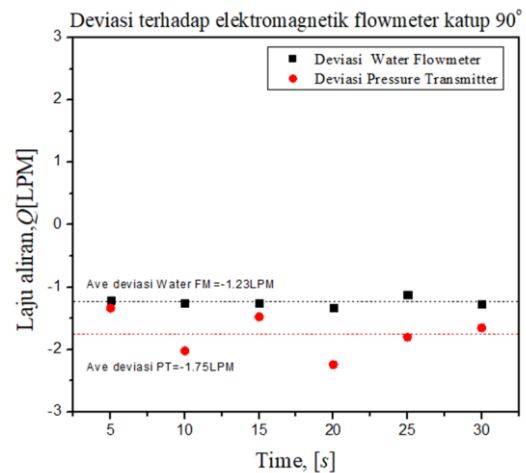
Gambar 7. grafik pengukuran pembukaan katup 60°

Berdasarkan Gambar 7 memperoleh data hasil laju aliran dari pengukuran dengan bukaan katup 60° pada flowmeter dan pressure transmitter yang menghasilkan nilai rata-ratanya pada elektromagnetik flowmeter 13.98 LPM, water flowmeter 15.28 LPM, dan pressure transmitter 15.07 LPM.



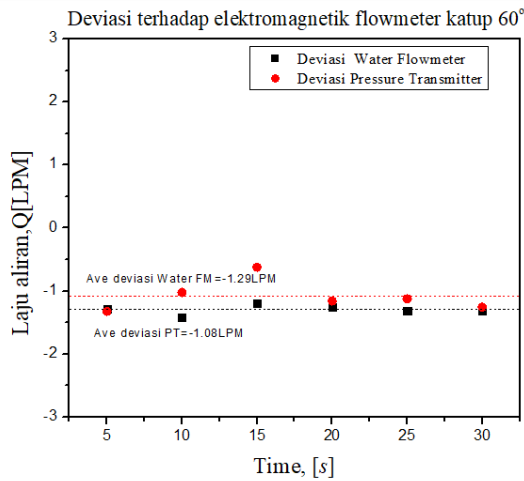
Gambar 8. grafik pengukuran pembukaan katup 30°

Berdasarkan Gambar 8 diperoleh data hasil laju aliran dari pengukuran dengan bukaan katup 30° pada flowmeter dan pressure transmitter yang menghasilkan nilai rata-ratanya pada elektromagnetik flowmeter 8.13 LPM, water flowmeter 8.51 LPM, dan pressure transmitter 10.17 LPM.



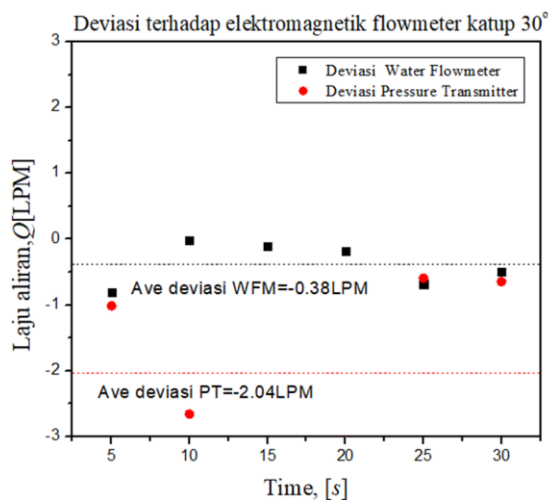
Gambar 9. Deviasi buka katup 90°

Berdasarkan Gambar 9 diperlihatkan hasil perbedaan atau deviasi antara water flowmeter dan pressure transmitter jika dibandingkan dengan elektromagnetik flowmeter pada bukaan katup sebesar 90°. Hasil pengamatan ini menghasilkan nilai deviasi rata-rata, di mana water flowmeter memiliki deviasi rata-rata sebesar -1.23 LPM, sementara pressure transmitter memiliki deviasi rata-rata sebesar -1.75 LPM, jika dibandingkan dengan elektromagnetik flowmeter.



Gambar 10. Deviasi buka katup 60°

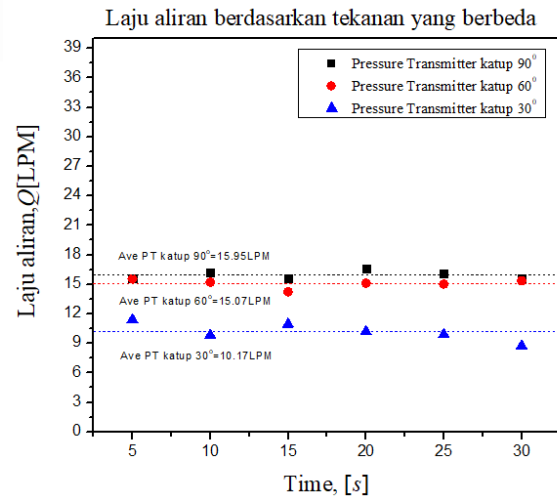
Berdasarkan pada Gambar 10, diperlihatkan hasil perbedaan atau deviasi antara water flowmeter dan pressure transmitter jika dibandingkan dengan elektromagnetik flowmeter pada bukaan katup sebesar 60°. Hasil pengamatan ini menghasilkan nilai deviasi rata-rata, di mana water flowmeter memiliki deviasi rata-rata sebesar -1.29 liter per menit (LPM), sementara pressure transmitter memiliki deviasi rata-rata sebesar -1.08 LPM, jika dibandingkan dengan elektromagnetik flowmeter.



Gambar 11. Deviasi buka katup 30°

Berdasarkan pada Gambar 11 diperlihatkan hasil perbedaan atau deviasi antara water flowmeter dan pressure transmitter jika dibandingkan dengan elektromagnetik flowmeter pada bukaan katup sebesar 90°. Hasil pengamatan ini menghasilkan nilai deviasi rata-rata, di mana water flowmeter memiliki deviasi rata-rata sebesar -1.23 LPM, sementara pressure transmitter memiliki deviasi rata-rata sebesar -1.75 LPM, jika dibandingkan dengan elektromagnetik flowmeter.

3. Perhitungan Laju Aliran Berdasarkan Pengukuran Beda Tekanan Pada Kondisi Close Loop



Gambar 12. Diagram perhitungan laju aliran berdasarkan beda tekanan

Berdasarkan Gambar 12 memperoleh data hasil dari perhitungan laju aliran berdasarkan beda tekanan menghasilkan nilai rata-rata pada pressure transmitter dengan bukaan katup 90° dengan debit 15.95 LPM, pressure transmitter bukaan katup 60° dengan debit 15.07 LPM, dan pressure transmitter bukaan katup 30° dengan debit 10.17 LPM.

4. Pembahasan

Berdasarkan pengukuran open loop yang menggunakan gelas ukur 2liter sebagai penampung mendapatkan hasil rata-rata elektromagnetik flowmeter 13.97 LPM, water flowmeter 11.18 LPM, dan pressure transmitter 9.91 LPM. Deviasi yang dihasilkan dari elektromagnetik flowmeter 0.15 LPM, water flowmeter 2.92 LPM, pressure transmitter 4.21 LPM. Hasil pengukuran close loop pada pembukaan katup 90° menghasilkan nilai data laju aliran rata-rata elektromagnetik flowmeter 14.19 LPM, water flowmeter 15.43 LPM, dan pressure transmitter 15.59 LPM. Pada pembukaan bukaan katup 60° menghasilkan nilai rata-rata elektromagnetik flowmeter 13.98 LPM, water flowmeter 15.28 LPM, dan pressure transmitter 15.07 LPM. Sedangkan pembukaan katup 60° elektromagnetik flowmeter 8.13 LPM, water flowmeter 8.51 LPM, dan pressure transmitter 10.17 LPM. Hasil perhitungan laju aliran berdasarkan pengukuran beda tekanan dalam kondisi close loop pada pressure transmitter dengan pembukaan katup 90° 15.95 LPM, pembukaan katup 60° menghasilkan 15.07 LPM, dan pada saat

pembukaan katup 30° mendapatkan hasil 10.17 LPM.

KESIMPULAN

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan pada kalibrator flowmeter dengan pengukuran open loop dapat diketahui bahwa elektromagnetik flowmeter yang memiliki deviasi paling kecil yaitu 0.15 LPM yang menggunakan gelas ukur 2liter sebagai penampung. Sedangkan untuk pengujian close loop dengan pembukaan katup yang berbeda pada flowmeter dan pressure transmitter mendapatkan hasil bahwa semakin besar pembukaan pada katup maka semakin besar nilai laju aliran yang dihasilkan oleh flowmeter dan pressure transmitter. Sementara perhitungan laju aliran berdasarkan pengukuran beda tekanan dalam kondisi close loop pada pressure transmitter dengan pembukaan katup 90° menghasilkan nilai rata-rata 15.95 LPM, sedangkan pembukaan katup 60° dengan debit 15.07 LPM, dan pada pembukaan katup 30° dengan debit 10.17 LPM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Riset untuk Riset Inovasi untuk Indonesia Maju (RIIM) batch 1 tahun 2022-2025 dengan nomor kontrak B-811/II.7.5/FR/6/2022 dan B-2103/III.2/HK.04.03/7/2022. Terima kasih kepada Kepala Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir, Organisasi Riset Tenaga Nuklir (BATAN), dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BATAN). Terima kasih juga kepada seluruh anggota Kelompok Riset Sistem Termal-Fluida Reaktor Nuklir (RTFSyDev). Terima kasih disampaikan kepada para mahasiswa peneliti di Kelompok Penelitian EdFEC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Windi, K. Sigit, I. Maizal and A. Seto, "Pembuatan Alat Test dan Kalibrasi Flowmeter Solar pada Pabrik Pemanggangan Anoda PT INALUM," *Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, vol. 2, pp. 1-9, 2019.
- [2] L. T. Ni, "Uji Kalibrasi (Ketidakpastian Pengukuran) Neraca Analitik di Laboratorium Biologi FMIPA UNNES," *Indonesian Journal of Chemical Science*, pp. 1-5, 2017.
- [3] M. Restiya, J. Mulya, S. Kusigit and P. W. Joko, "KARAKTERISASI FLOWMETER UNTUK LAJU ALIRAN RENDAH PADA SIRKULASI ALAMI DI UNTAI FASSIP-01," pp. 1-7, 2016.
- [4] A. Shavaledze A.A, P. H. Setiawan, G. A. Rosidi, D. Haryanto, G. H. K, A. Enggar, E. Putra A.R, A. Tasri and M. Juarsa, "Analysis of Heat Loss in Water Heating Tanks Based on Temperature Setting Variation During Natural Circulation Flow using FASSIP-02 Test Loop," vol. 23, p. 9, 2022.
- [5] Giarno1, G. B. Heru K., Ainur Rosidi, Dedy Haryanto, Adhika E. P. and , Mulya Juarsa, "Karakteristik energi internal penukar kalor berdasarkan variasi suhu pemanas sirkulasi alam untai uji FASSIP-02," vol. 17, p. 4, 2022.
- [6] M. Saleh and E. Widodo, "Analisa Kinerja Aliran Fluida dalam Rangkaian Seri dan Paralel dengan Penambahan Tube Bundle pada Pompa Sentrifugal," vol. 3, p. 7, 2018.
- [7] S. D. Br Pelawi and S. Manan, "SISTEM MONITORING VOLUME AIR MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DAN MONITORING OUTPUT VOLUME AIR MENGGUNAKAN FLOW METER BERBASIS ARDUINO," vol. 19, p. 4, 2017.
- [8] F. Sirait, I. S. Herwiansya and F. Supegina, "PENINGKATAN EFISIENSI SISTEM PENDISTRIBUSIAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN IoT," vol. 8, p. 6, 2017.