

DESAIN SISTEM MONITORING FLOWMETER KOMUNIKASI RS 232 MENGUNAKAN SOFTWARE NODE-RED PADA FUEL CELL ELECTRIC VEHICLE

*Design of RS 232 Communication Flowmeter Monitoring System using Node-Red
Software for Fuel Cell Electric Vehicle*

Dinda Yulianti^{1*}, Ifa Fauziah², Hamid Abdillah¹, Kurniawan², Irma Yulianti¹

¹ Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten, 42117.

² Balai Besar Teknologi Konversi Energi (B2TKE), Gedung 625 Klaster Energi Kawasan Puspiptek, Serpong.

* Email Korespondensi : 2284200020@untirta.ac.id

Artikel Info - : Diterima : 14-12-2022; Direvisi : 21-02-2023; Disetujui : 06-03-2023

ABSTRAK

Salah satu pengaplikasian *fuel cell* adalah *fuel cell electric vehicles* (FCEV). FCEV lebih efisien dan tidak menghasilkan emisi karbon dibandingkan kendaraan mesin pembakaran internal konvensional. FCEV hanya mengeluarkan uap air dan udara hangat. Penelitian ini diharapkan memberi pengetahuan baru mengenai sistem *monitoring* keluaran hidrogen pada FCEV menggunakan aplikasi *software Node-RED*, serta mengenai *flowmeter* dengan keluaran RS 232. Perancangan sistem *monitoring serial flowmeter* ini dilakukan di laboratorium *fuel cell*, Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi (PRKKE). Penelitian ini dilakukan dengan observasi langsung ke laboratorium dimana mobil listrik sel bahan bakar diteliti dan mengumpulkan data langsung di laboratorium. Desain alur *Node-RED* diawali dengan memberikan *time stamp* setiap 10 detik ketika FCEV dioperasikan, *debug* untuk mengetahui bagaimana hasil percobaan dan kegagalan yang terjadi. Saat FCEV dioperasikan maka data persepuluh detik dari *flowmeter* masuk ke server perangkat *Moxa Nport*. Desain *monitoring* ini menggabungkan server perangkat *Moxa NPort 5230*, *battery supply*, *flowmeter* dengan komunikasi RS 232 dan beberapa rangkaian elektronik. Pada percobaan pengujian *flowmeter* untuk data keluaran hidrogen pada FCEV didapatkan 1,38 dengan kecepatan 1,46 l/min.

Kata Kunci: FCEV, Flowmeter, Node-RED

ABSTRACT

One of the applications of fuel cells is fuel cell electric vehicles (FCEV). FCEV is more efficient and produces no carbon emissions than conventional internal combustion engine vehicles. FCEV emitting only water vapor and warm air. This research hoped will provide new knowledge regarding the monitoring system for hydrogen output in FCEVs using the Node-RED software application, as well as regarding flowmeters with RS 232 output. The design of this serial flowmeter monitoring system was carried out in the fuel cell laboratory, the Energy Conversion and Conservation Research Center (PRKKE). This research was carried out by direct observation of the laboratory where fuel cell electric cars were studied, and collected data directly in the laboratory. The Node-RED flow design begins by providing a timestamp every 10 seconds when FCEV is operated, debugging to determine how the results of trials and failures occur. When FCEV is operated, a tenth of a second of data from the flowmeter enters the Moxa Nport device server. This monitoring design combines the Moxa NPort 5230 device server, battery supply, flowmeter with RS232 communication, and several electronic circuits. The flowmeter testing experiment for hydrogen output data on FCEV obtained 1.38 with a speed of 1.46 l/min.

Keywords: FCEV, Flowmeter, Node-RED

1. Pendahuluan

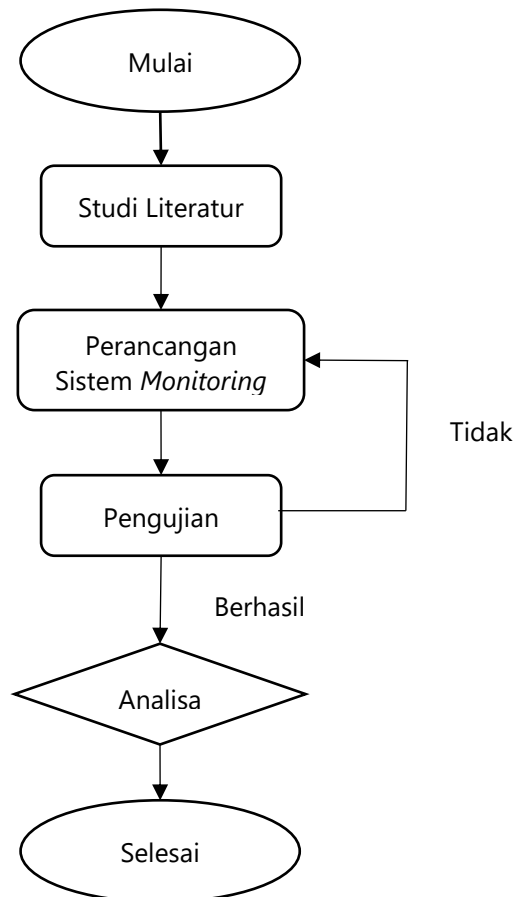
Sumber daya diperlukan untuk menyalakan setiap perangkat dan teknologi agar sistem dapat bekerja dengan baik [1][2]. Energi terbarukan (RE) telah dibicarakan selama lebih dari 30 tahun sementara bahan bakar fosil telah meningkat dalam penggunaan dan penurunan pasokan, terutama negara yang bergantung pada bahan bakar fosil untuk kebutuhan energi mereka [3][4][5]. Sel bahan bakar menawarkan berbagai manfaat dibandingkan dengan pembangkit listrik tradisional – lebih hemat bahan bakar, lebih hemat biaya dibandingkan dengan baterai, beroperasi dengan sangat sedikit kebisingan dan tidak menghasilkan emisi berbahaya saat digunakan[6][7]. Salah satu pengaplikasian *fuel cell* adalah *fuel cell electric vehicles* (FCEV). FCEV lebih efisien daripada kendaraan mesin pembakaran internal konvensional dan tidak menghasilkan emisi karbon, mereka hanya mengeluarkan uap air dan udara hangat [8][9]. FCEV dan infrastruktur hidrogen untuk bahan bakarnya masih dalam tahap awal implementasi.

FCEV berbahan bakar gas hidrogen murni yang disimpan dalam tangki di kendaraan. Mirip dengan kendaraan mesin pembakaran internal konvensional, dalam waktu kurang dari 4 menit FCEV dapat mengisi bahan bakar dan memiliki jangkauan mengemudi lebih dari 300 mil [10]. Dalam *FCEV and hydrogen infrastructure: status 2012* [11] didapati bahwa keputusan eksklusif antara kasus teknologi FCEV atau BEV harus dibuat. Di sisi lain, untuk kendaraan nol-emisi bertenaga hidrogen, seseorang harus memasang sistem tangki seberat sekitar 125 kg (berdasarkan teknologi gas hidrogen terkompresi 70 MPa). Terdapat kajian mengenai peningkatan kualitas *fuel cell* pada pengaplikasian untuk moda transportasi (FCEV) bahwa produksi bahan bakar hidrogen dari hidrokarbon dapat dicapai dengan reformasi uap internal atau eksternal, proses ini dapat mencapai efisiensi produksi hidrogen [12].

Pemanfaatan hidrogen dalam FCEV telah dilakukan, salah satunya adalah dalam penelitian di laboratorium *fuel cell* di Pusat Riset Konversi Dan Konservasi Energi (PRKKE). Akan tetapi dalam pemanfaatan ini pengukuran keluaran hidrogennya dilakukan masih secara manual, misalnya ketika mengukur aliran/laju gas yang digunakan di FCEV buatan lab tersebut dengan menggunakan *flowmeter*, dicatat menggunakan *software* microsoft excel dan dokumentasi foto. Untuk mempermudah pengukuran keluaran hidrogen maka dibutuhkan sebuah sistem *monitoring* terkomputerisasi. Sistem ini dapat dikembangkan menggunakan *software nodered* yang bekerja dengan meneruskan pesan antar *node* data informasi yang dikeluarkan oleh alat *flowmeter* pada FCEV. *Flowmeter* RS 232 menggunakan sistem *wireless* yaitu sistem yang berkomunikasi dengan media komputer dengan menggunakan gelombang radio sebagai media komunikasi dalam membaca dan mengirimkan *output* data dari FCEV [13]. Tujuan penelitian ini diharapkan memberi pengetahuan baru mengenai sistem *monitoring* keluaran hidrogen pada FCEV menggunakan aplikasi *software Node-RED*, serta mengenai *flowmeter* dengan keluaran RS 232.

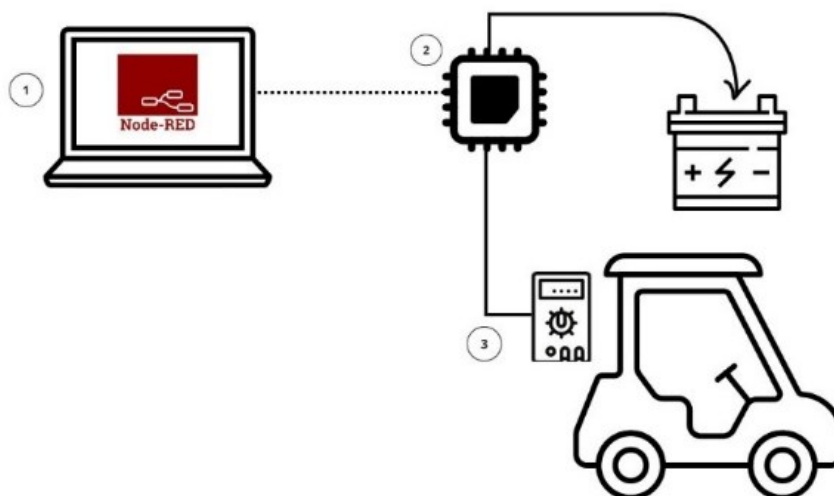
2. Metodologi Penelitian

Perancangan sistem *monitoring* serial *flowmeter* ini dilakukan di laboratorium *fuel cell*, PRKKE. Penelitian ini dilakukan dengan observasi langsung ke laboratorium dimana mobil listrik sel bahan bakar diteliti dan mengumpulkan data langsung di laboratorium tersebut



Gambar 1. Diagram Alir

Diagram alir penelitian ini dimulai dengan studi mengenai FCEV yang berada di PRKKE, dengan *Node-RED* sebagai aplikasi sistem *monitoring* keluaran hidrogen pada FCEV tersebut. Lalu dilanjutkan dengan perancangan alur komunikasi untuk aplikasi *Node-RED*, pengujian ketika FCEV dioperasikan.



Gambar 2. Alur Monitoring Flowmeter Pada FCEV

2.1 Node-RED

Node-RED adalah alat pemrograman untuk menyambungkan perangkat keras, API, dan layanan *online* dengan cara baru dan menarik [14]. Ini menyediakan editor berbasis browser yang memudahkan untuk menyambungkan aliran menggunakan berbagai *node* dalam palet yang dapat diterapkan ke waktu prosesnya dalam satu klik. Daripada membuat aplikasi sebagai barisan *coding*, *Node-RED* fokus ke program sebagai *flow* [15]. Fungsi *JavaScript* dapat dibuat di dalam editor menggunakan editor teks. Pustaka bawaan memungkinkan pengguna menyimpan fungsi, *template*, atau alur yang berguna untuk digunakan kembali.



Gambar 3. Flow Node-RED

2.2 Moxa NPort 5230

Server Perangkat *Moxa NPort 5230* untuk menghubungkan perangkat dengan antarmuka serial USB, RS232 ke jaringan area lokal yang digunakan yaitu *Node-RED* untuk transmisi data serial melalui *ethernet*. Dengan koneksi jaringan *ethernet* kabel fisik di satu sisi, dan satu atau lebih *port* serial di sisi lain. Server Perangkat mengaktifkan akses jaringan ke perangkat yang terhubung seolah-olah perangkat tersebut terhubung secara lokal ke *port* serial [16].

Converter Moxa Nport merupakan sebuah perangkat server yang di rancang untuk membuat perangkat serial terhubung oleh jaringan *network* dalam sekejap dan mudah [17]. Perangkat *Nport* seri 5230 merupakan perangkat yang digunakan untuk mengontrol perangkat RS-232/422/485. *NPort 5230* memiliki satu blok terminal 10-*pin*, dengan 5 *pin* digunakan untuk satu *port* RS-232. Server perangkat ini memiliki satu blok terminal 10-*pin*, dengan 5 *pin* digunakan untuk satu *port* RS-422/485, dan 5 *pin* digunakan untuk *port* RS-422/485 lainnya [18].



Gambar 4. NPort Seri 5230

2.3 FMA 4000 Digital Mass Flow Meters

Pengukur aliran (atau sensor aliran) adalah instrumen yang digunakan untuk menunjukkan jumlah cairan, gas, atau uap yang bergerak melalui pipa atau saluran dengan mengukur laju aliran linier, non linier, massa, atau volumetrik. Karena kontrol aliran sering kali penting, mengukur aliran cairan dan gas merupakan kebutuhan kritis untuk banyak aplikasi industri dan ada banyak jenis pengukur aliran yang dapat digunakan tergantung pada sifat aplikasinya [19]. Antarmuka digital beroperasi melalui RS232 dan menyediakan akses ke data internal yang berlaku termasuk: aliran, pembacaan suhu CPU, nol otomatis, pengaturan *totalizer* dan *alarm*, tabel gas, faktor konversi dan pemilihan unit teknik, kompensasi respons dinamis, dan penyesuaian tabel linierisasi. Sinyal keluaran dihasilkan yang merupakan fungsi dari jumlah panas yang dibawa oleh gas untuk menunjukkan laju aliran berbasis massa-molekul [13].



Gambar 5. Omega Digital Mass Flowmeter

Tabel 1. Informasi Detail FMA 4000 Digital Mass Flow Meters [13]

Items	Detail Informations
Flow medium	Clean gases
Calibrations	[14,7 psi (101,4 kPa) and 70FF (21.1FC)]
Environmental (Per IEC 664)	1. Instalasi Tingkat II 2. Polusi Derajat II

2.4 Power Supply

Penggunaan *power supply* ini sebagai perangkat dukungan NPort seri 5230. *Power supply* atau catu daya adalah sebuah perangkat yang memasok listrik energi untuk satu atau lebih beban listrik [20]. Setiap catu daya memiliki sambungan masukan daya, yang mendapatkan energi dari sumber, dan

sambungan keluaran daya tunggal atau ganda yang mentransmisikan arus ke beban listrik [12]. Catu daya seringkali berarti sebagai pengubah (*altering*), pengendalian (*controlling*), atau pengaturan (*regulating*) daya listrik [21].

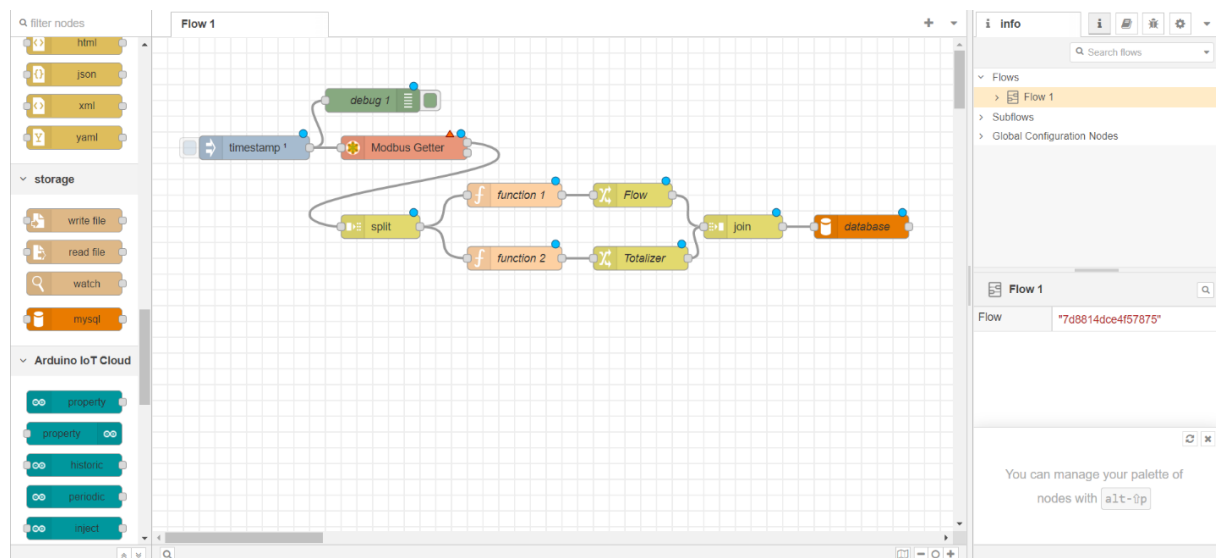


Gambar 6. Battery Supply Untuk Perangkat Dukungan N-Port

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1. Desain Alur *Node-RED* untuk Sistem *Monitoring Flowmeter*

Desain alur *Node-RED* diawali dengan memberikan *timestamp* setiap 10 detik ketika FCEV dioperasikan, *debug* untuk mengetahui bagaimana hasil percobaan dan kegagalan yang terjadi. Saat FCEV dioperasikan maka data persepuluh detik dari *flowmeter* masuk ke server perangkat *Moxa Nport*. Data *Modbus* RS232 kemudian dikonversi ke *Modbus* TCP menggunakan *gateway Modbus* dan dikirim ke sistem pemantauan data melalui kabel *ethernet* [22].



Gambar 7. Alur *Node-RED* Untuk Sistem *Monitoring Flowmeter*

Untuk merasakan aliran dalam *flowmeter*, *fluks* panas dimasukkan pada dua bagian tabung sensor dengan menggunakan gulungan sensor-pemanas luka presisi. Panas ditransfer melalui dinding tipis tabung sensor ke gas yang mengalir di dalamnya. Sebagai aliran gas berlangsung panas dibawa oleh aliran gas dari koil hulu ke gulungan kumparan hilir [13]. Resistansi tergantung suhu yang dihasilkan diferensial terdeteksi oleh sirkuit kontrol elektronik. Pada tampilan *flowmeter* terdapat 2 indikator yaitu *flow* dan *totalizer* maka hasil keluaran dipisah. *Flowmeter* ini untuk mengukur jumlah keluaran hidrogen ketika FCEV dioperasikan maka digunakan fungsi Konversi kalibrasi menggabungkan faktor K. Faktor K diturunkan dari densitas gas dan koefisien panas[13]. Persamaan untuk gas diatomik dapat dilihat sebagai berikut.

$$K_{gas} = \frac{1}{d \times c_p} \quad (1)$$

dimana d adalah densitas gas (gram/liter), dan C_p adalah koefisien panas spesifik (kal/gram).

Dalam hubungan di atas bahwa d dan C_p biasanya dipilih pada kondisi yang sama (standar, normal atau lainnya). Ketika rentang aliran *flowmeter* tetap tidak berubah, faktor K relatif adalah digunakan untuk menghubungkan gas H_2 dan N_2 terhadap koefisien panas.

Tabel 2. Gas Faktor Tabel ("K FACTORS") [13]

Substansi	Faktor K Relatif terhadap N_2	C_p [Cal/g]	C_p [Cal/g]
Hidrogen (H_2)	1,0106	3,419	0,899
Hidrogen (H_2) (> 100 l/min)	1,92	3,419	0,899
Nitrogen (N_2)	1,000	2,485	1,25

3.2 Data *Flowmeter* Pengoperasian FCEV

Flow adalah kecepatan aliran hidrogen, sedangkan *totalizer* merupakan jumlah hidrogen yang telah digunakan. Pada percobaan pengujian *flowmeter* untuk data keluaran *hidrogen* pada FCEV didapatkan seperti pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Data Uji *Flowmeter* 1

Waktu (t)	F (l/min)	Total (l)
1:00	1,46	1,38
1:10	0,88	1,88
1:20	1,02	2,05
1:30	0,87	2,19
1:40	0,76	2,33
1:50	0,68	2,45

Tabel 4. Data Uji *Flowmeter* 2

Waktu (t)	F (l/min)	Total (l)
1:00	1,23	8,44
1:10	1,14	8,63
1:20	1,08	8,81
1:30	1,05	9,02
1:40	1,25	9,21
1:50	1,23	9,45

Tabel 3 menunjukkan percobaan pertama dengan hasil di menit pertama hidrogen yang dikeluarkan total 1,38 liter dengan kecepatan 1,46 l/min lalu pada data 10 detik selanjutnya meningkat dengan stabil dengan total 2,45 liter. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa perekaman data dilakukan setiap 1 menit sedangkan interval pengambilan sampel adalah 10 detik; dengan demikian, pada *Node-red* akan ada *buffer* yang menyimpan dan memproses 20 sampel untuk menghasilkan 1 sampel yang akan dikirim ke *database* [22]. Lalu dilakukan pengujian kedua dan didapatkan 8,44 liter pada menit pertama, hidrogen sudah terpakai di percobaan pertama dengan lama durasi 10 menit hingga hasil data cukup besar. Laju keluaran hidrogen percobaan kedua cukup stabil dengan rata-rata 1,16 l/min. Sistem *monitoring* ini digunakan untuk membaca data keluaran dari sensor *flowmeter* yang diukur dari keluaran *fuel cell*, tidak mempengaruhi *flow* hidrogen dari *fuel cell* ke kendaraan.

4. Kesimpulan

Desain *monitoring* ini menggabungkan server perangkat *Moxa NPort 5230, battery supply, flowmeter* dengan komunikasi RS232 dan beberapa rangkaian elektronik. Setiap keluaran hidrogen ketika FCEV dioperasikan maka akan ter-*update* pada *database, Node-RED* memproses data dari server perangkat NPort untuk kemudian diteruskan ke database. *Battery supply* sebagai dukungan server perangkat NPort untuk menyala dengan beberapa rangkaian elektronik. Pada percobaan pengujian *flowmeter* untuk data keluaran hidrogen pada FCEV didapatkan 1,38 liter dengan kecepatan 1,46 l/min. Lalu pada pengujian kedua rata-rata hidrogen yang dikeluarkan adalah 1,16 l/min yaitu cukup stabil. Desain menggunakan *software Node-RED* sebagai sistem *monitoring flowmeter* dapat memudahkan pendataan keluaran hidrogen yang dibutuhkan pada FCEV. *Flowmeter* cukup stabil ketika dioperasikan namun *flowmeter* menginformasikan hasil pembacaan dari data yang ada sehingga apabila ada galat atau tidak itu tergantung pada FCEV sendiri. Penelitian selanjutnya diharapkan mengkaji mengenai *flowmeter* dan FCEV lebih dalam lagi, sehingga hasil penelitian menjadi lebih maksimal.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis berterima kasih kepada Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi (PRKKE) BRIN yang telah memberikan fasilitas FCEV untuk diteliti dan peneliti di laboratorium *fuel cell* yang telah membantu dalam mendesain alur *monitoring* dan pengambilan data.

6. Daftar Pustaka

- [1] M. H. A. Malek, F. Mustafa, and A. M. M. Asry, "A Battery-Less Power Supply using Supercapacitor as Energy Storage Powered by Solar," *International Journal of Power Electronics and Drive System (IJPEDS)*, vol. 10, no. 1, pp. 568–574, 2018, doi: 10.11591/ijpeds.v10.i1.pp568-574.
- [2] D. C. Adhitya, D. Rahmalina, I. Ismail, M. Nurtanto, and H. Abdillah, "Thermal Enhancement for Paraffinic Thermal Energy Storage by Adding Volcanic Ash," *VANOS Journal of Mechanical Engineering Education*, vol. 6, no. 1, pp. 77-88, 2021.
- [3] J. S. Riti and Y. Shu, "Renewable Energy, Energy Efficiency, and Eco-Friendly Environment (R-E5) in Nigeria," *Energy Sustain Soc*, vol. 6, no. 13, pp. 2-16, 2016, doi: 10.1186/s13705-016-0072-1.
- [4] J. S. Nirbheram, A. Mahesh, and A. Bhimaraju, "Techno-economic Analysis of Grid-Connected Hybrid Renewable Energy System Adapting Hybrid Demand Response Program and Novel Energy Management Strategy," *Renew Energy*, vol. 212, pp. 1–16, 2023, doi: 10.1016/j.renene.2023.05.017.
- [5] A. Prasetyo, S. Hadi, and H. Abdillah, "Experimental Study of the Effect of Angle Deflector Horizontal Axis Water Turbine (HAWT) Drag Type on Power Generation on Water Flow in the Pipe," *Jurnal Polimesin*, vol. 20, no. 2, pp. 186–189, 2022, doi: 10.30811/jpl.v20i2.3052.
- [6] CHFCA, "Fuel Cells – The Sustainable Power Source," [Online]. Available: <https://www.chfca.ca/fuel-cells-hydrogen/about-fuel-cells/>
- [7] N. Sazali, W. N. Wan Salleh, A. S. Jamaludin, and M. N. Mhd Razali, "New Perspectives on Fuel Cell Technology: A Brief Review," *Membranes*, vol. 10, no. 5, pp. 1-18, 2020, doi: 10.3390/membranes10050099.
- [8] A. Albatayneh, A. Juaidi, M. Jaradat, and F. Manzano-Agugliaro, "Future of Electric and Hydrogen Cars and Trucks: An Overview," *Energies*, vol. 16, no. 7, pp. 1-16, 2023, doi: 10.3390/en16073230.
- [9] X. Liu, K. Reddi, A. Elgowainy, H. Lohse-Busch, M. Wang, and N. Rustagi, "Comparison of Well-to-Wheels Energy Use and Emissions of a Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle Relative to a Conventional Gasoline-Powered Internal Combustion Engine Vehicle," *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 45, no. 1, pp. 972-983, 2020, doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.10.192.
- [10] U.S. Department of Energy, "U.S. Department of Energy: Energy Efficiency & Renewable Energy," 2022.

- [11] U. Eberle, B. Mueller, and R. V. Helmolt, "Fuel Cell Electric Vehicles and Hydrogen Infrastructure: Status 2012," *Energy Environ Sci*, vol. 5, pp. 8780–8798, 2012, doi: 10.1039/c2ee22596d.
- [12] Cincon, "What is Power Supply? Basic Introduction of Power Supply," [Online]. Available: https://www.cincon.com/newsdetail_en.php?id=7659.
- [13] Omega, "User' s Guide FMA 4000 Digital Mass Flow Meters," 4000th ed. Manchester: omega.com, 2015. [Online]. Available: <https://assets.omega.com/manuals/test-and-measurement-equipment/flow/mass-flow-meters/M4651.pdf>
- [14] Node-RED, "Low-Code Programming for Event-Driven Applications," [Online]. Available: <https://nodered.org/>
- [15] S. Mulyono, M. Qomaruddin, and M. S. Anwar, "Penggunaan Node-RED pada Sistem Monitoring dan Kontrol Green House berbasis Protokol MQTT," *Jurnal Transistor Elektro dan Informatika (TRANSISTOR EI)*, vol. 3, no. 1, pp. 31–44, 2018.
- [16] Perle, "Device Servers Serial to Ethernet Converters," [Online]. Available: <https://www.perle.com/products/device-server.shtml>
- [17] Elmecon Multikencana, "Mencegah Terjadinya Kehilangan Data pada Smart Factory dengan Moxa Solusi," [Online]. Available: <https://elmecon-mk.com/article/mencegah-kehilangan-data-pada-smart-factory-dengan-moxa-solusi/>
- [18] Moxa, *NPort 5200 Series User's Manual*, 9th ed. New York: MOXA, 2014. [Online]. Available: https://moxa.ru/files/manuals_nport/nport_5200_series_users_manual_v9.pdf
- [19] Omega, "An Introduction to Flow Meters," [Online]. Available: <https://www.omega.com/en-us/resources/flow-meters>.
- [20] Mulyadi, "Ensiklopedia Sains: Atmosfer, Cahaya, Energi, Listrik, Benda & Sifatnya," Semarang: Alprin, 2020.
- [21] Garcia-Valle, J. A. P. Lopes, and R, "Electric Vehicle Integration into Modern Power Networks," *Power Electronics and Power Systems New York: Springer Science+Business*, 2013.
- [22] Y. Astriani, A. Kurniasari, D. A. Renata, H. Halidah, and K. Fauziah, "Design a Low-cost PV Performance Ratio Data Monitoring," in *International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*, pp. 102–107, 2021, doi: 10.1109/ICHVEPS53178.2021.9601032.