



Monitoring Efisiensi Pembangkit Listrik Rumah Tenaga Surya hybrid Fuel Cell

Muhamad Maulana Yusuf

Magister Terapan Teknik Elektro, Rekayasa Kontrol Industri, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia Depok 16425, Indonesia

E-mail: muhamad.maulanayusuf.te19@mhs.wpnj.ac.id

Abstrak

Kebutuhan listrik di dunia semakin naik secara terus menerus, dan dibutuhkan energy terbarukan untuk memenuhi kebutuhan dan penurunan pemanasan global, pemanfaatan sumber energy solar cell masih memiliki kekurangan terutama dalam kondisi cuaca penghujan dimana ada keterbatasan daya yang di hasilkan, untuk itu dibutuhkan energy hybrid untuk menunjang pasokan listrik dalam peralatan rumah tangga. Makalah ini membahas sistem tenaga surya yang merupakan sumber utama dan yang memiliki sumber daya cadangan fuel cell. Tantangan utama dari sistem hybrid adalah untuk mengontrol peralihan antar sumber sesuai dengan kebutuhan beban. Oleh karena itu, sistem hibrida berbasis tenaga surya, fuel cell, diusulkan dalam makalah ini untuk pasokan listrik yang tidak pernah terputus. Beban diberi energi oleh tenaga surya secara langsung melalui perangkat kontrol. Ketika tenaga surya tidak mencukupi kebutuhannya, maka beban mendapat daya dari fuel cell melalui alat kendali. Namun, jika tenaga surya mencukupi untuk memberikan daya ke beban, perangkat kontrol berpindah sumber dari bahan bakar ke sel surya agar tidak ada energy yang terbuang untuk memperoleh efisiensi yang tinggi menggunakan PID kontrol. Semua akan termonitoring secara realtime dengan software Labview.

Keywords: Fuel cell, solar cell, Labview

Pendahuluan

Permintaan listrik di dunia meningkat pesat sesuai dengan meningkatnya populasi manusia dan ekonomi dunia. Disisi lain, sumber daya bahan bakar fosil cepat habis. Selain itu, sumber bahan bakar fosil dianggap sebagai sumber pemanasan global. Oleh karena itu, segera dilakukan pencarian alternatif yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, segera dilakukan pencarian alternatif yang ramah lingkungan[1]. Energi merupakan faktor terpenting bagi perekonomian perkembangan bangsa manapun. Kebutuhan energi listrik semakin hari semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi modern [2]. sumber energi yang ramah untuk memenuhi permintaan yang diharapkan. Banyak teknologi pembangkit listrik. telah diperkenalkan dalam beberapa dekade terakhir seperti teknologi pembangkit listrik tenaga angin, fotovoltaik (PV), Mikro Hidro (MH), biomassa, panas bumi, gelombang dan laut, dan energi bersih alternatif Fuel cell dan mikro-turbin [1].

Dalam penelitian ini dilakukan akuisisi dan pemantauan data fuel cell sistem dirancang diimplementasikan dan diuji. Ini terdiri dari tiga bagian utama; Sebuah pembangkit listrik fuel cell, perangkat keras akuisisi data, dan LabVIEW Ketiga bagian utama ini membuat sistem akuisisi data secara keseluruhan mampu mengukur tegangan AC / DC, arus, daya yang dihasilkan dan

dikonsumsi, efisiensi keseluruhan secara real time[10].

Fuel cell adalah perangkat energi elektrokimia yang mengubah energi kimia menjadi listrik, tanpa energi mekanik. Dengan reaksi hidrogen-oksigen, menjadi listrik, panas, dan air. Sebagai sumber energi terbarukan, fuel cell merupakan salah satu teknologi energi yang menjanjikan dengan efisiensi tinggi dan dampak lingkungan yang rendah. Sel bahan bakar membran pertukaran proton adalah jenis sel bahan bakar yang paling berkembang dan populer, menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar[8].

Sistem energi hybrid biasanya menggunakan unit penyimpanan energi sebagai bagian yang tidak terpisahkan. Teknologi penyimpanan energi dapat dikategorikan menjadi dua kategori. Yang pertama disebut sistem berorientasi kapasitas, seperti sistem pembangkit listrik tenaga air yang dipompa, energi udara terkompresi penyimpanan, dan penyimpanan hidrogen. Mereka ditandai dengan waktu respons yang cepat dan digunakan untuk penyimpanan energi jangka panjang. Yang kedua disebut sistem penyimpanan yang berorientasi akses seperti baterai, roda gila, kapasitor super, dan magnet superkonduktor. penyimpanan energi. Mereka ditandai dengan waktu respons yang cepat dan digunakan untuk merespons gangguan waktu singkat, seperti masalah kualitas daya.

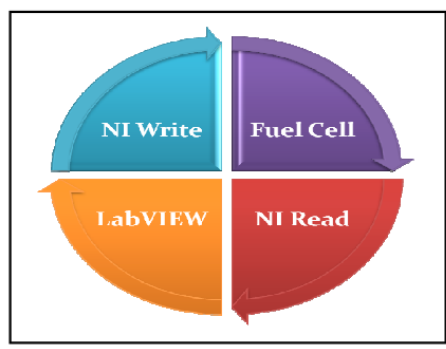
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penelitian ini menghasilkan kinerja yang lebih baik dimana mempresentasikan aplikasi pengontrol PID self tuning untuk mencegah penurunan sesaat selama respon transien yang disebabkan oleh variasi beban. Dan menerapkan kontrol Proportional Integral (PI) pada laju aliran udara untuk meningkatkan respons transien lambat dari kipas. Kontribusi kami dalam makalah ini difokuskan pada penerapan fungsi pengontrol untuk mengontrol reaktan yang diumpankan ke sistem sel bahan bakar untuk meningkatkan respons sistem selama perubahan beban. [11]

Supercapacitor atau cadangan baterai diusulkan dalam [5] untuk satu daya tanpa gangguan. Sebuah elektrifikasi berbasis PV surya diusulkan dalam [7] tetapi tidak menyebutkan bagaimana kebutuhan beban akan dipenuhi jika tidak ada PV surya. Sekali lagi, sistem hibrida berbasis solar / bahan bakar / baterai dijelaskan dalam [5] tetapi tidak menyediakan peralihan antar sumber. Makalah ini mengusulkan sistem hybrid yang terdiri dari array PV, sel bahan bakar dan baterai cadangan. Batasan dalam [5] juga diselesaikan dalam sistem yang diusulkan dengan menyediakan sistem pengendalian yang tepat. Untuk membatasi pengisian daya yang berlebihan dan pemakaian daya baterai yang tinggi, pengontrol pengisian daya digunakan. Akhirnya, inverter ditambahkan untuk membuat DC ke AC

Metode Penelitian

Secara konvensional, pengukuran dilakukan dengan berbagai jenis Instrumen mandiri seperti osiloskop, multimeter digital, penghitung dan lain-lain. Perangkat ini tidak dapat memenuhi semua yang diperlukan, diperlukan untuk menyimpan pengukuran dan proses pengumpulan data untuk visualisasi. Dengan menggunakan teknologi NI, semua kebutuhan yang dibutuhkan dapat terpenuhi dimana dapat mengukur dan memonitor tegangan, arus, daya, temperatur dan juga dalam mengontrol aliran gas dan kecepatan kipas. Perangkat lunak LabVIEW digunakan untuk pencatatan data. LabVIEW dan cFP adalah produk standar NI yang menyediakan akuisisi data yang akurat. Modul ini ditempatkan di antara komputer dan sistem sel bahan bakar untuk mengubah input analog menjadi output digital untuk pengukuran titik lapangan. [11]



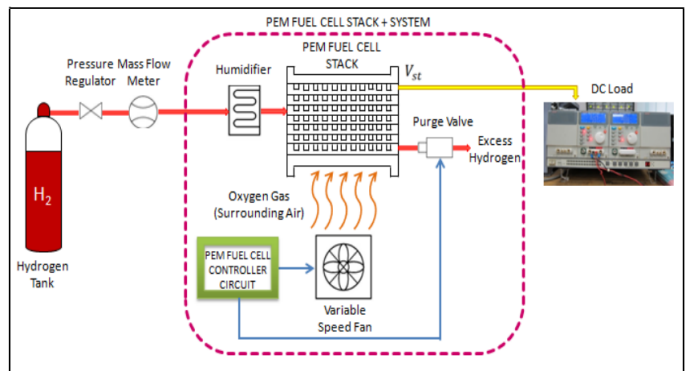
Gambar 1. Flow diagram kontrol algoritma.

Ada empat aliran algoritma kontrol seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, mulai dari sistem sel bahan bakar, perangkat keras DAQ (baca), program LabVIEW dan perangkat keras DAQ (tulis). Urutan ini terus berjalan dan terus dianalisis saat sistem diaktifkan. Setup sistem fuel cell terdiri dari stack PEMFC, mikroprosesor, kipas pendingin, katup pembersih hidrogen, regulator tekanan satu tahap, konektor daya, MFC untuk gas hidrogen, dan beban elektronik DC seperti yang digambarkan pada gambar 2.[11]

Alat perangkat keras DAQ digunakan untuk memperoleh data sehingga sinyal dapat dikirim keluar (kontrol) dan diterima (umpan balik).

Program LabVIEW 8.6 telah diinstal ke komputer dimana bahasa pemrograman grafis yang menggunakan ikon sebagai pengganti baris teks untuk membuat aplikasi. Ini digunakan untuk analisis data, pemantauan, penyajian hasil, perekaman data dan pengiriman sinyal alat untuk diolah. Selanjutnya perancangan kontroler PID dilakukan dengan menggunakan LabVIEW dan diunduh ke Field Point untuk menjalankan aplikasi yang akan dibahas nanti secara detail.

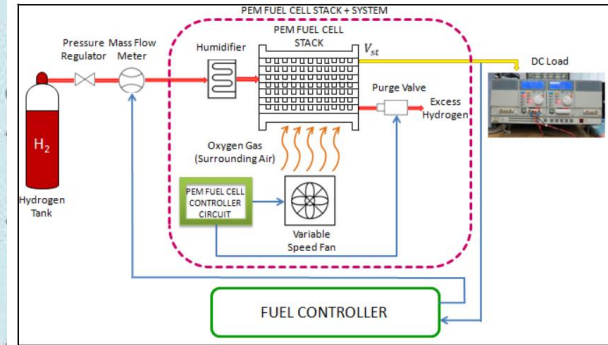
Sistem loop terbuka, bahan bakar hidrogen disuplai secara langsung membentuk tangki hidrogen dan diatur ke nilai tertentu dari jumlah tekanan oleh regulator tekanan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Sebelum memasuki tumpukan sel bahan bakar, gas hidrogen dilembabkan hingga 80% dan pada 50 ° C. Oksigen, di sisi lain disuplai menggunakan kipas aksial yang dipasang pada 17V. Hidrogen berlebih dibersihkan karena akumulasi inert atau jaring air melalui membran. Parameter ini dikontrol oleh rangkaian pengontrol PEMFC. Tegangan keluaran dan daya yang dihasilkan dipantau menggunakan beban elektronik DC.[11]



Gambar 2. Diagram open loop system fuel cell.

Sistem Kontrol Di sini bahan bakar yang disuplai dikontrol menggunakan MFC, kontrolnya Strategi sinyal yang dianalisis adalah kontroler PID yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan fuel cell, dimana kontroler akan mengatur laju aliran bahan bakar hidrogen untuk menjaga dan meningkatkan tegangan keluaran cerobong. Implementasi ini berfokus pada penerapan jumlah hidrogen yang dibutuhkan dengan cara menambah dan mengurangi

jumlah reaktan berdasarkan kebutuhan daya. Penerapan ini penting untuk memberikan jumlah daya yang efisien dan mengurangi pemborosan hidrogen. Diagram pengaturan ditunjukkan pada gambar 3. Implementasi pengontrol akan dibahas selanjutnya.



Gambar 3. Diagram feedback control loop.

Pengontrol PID Proportional Integral Derivative atau pengontrol PID digunakan untuk kinerja sel bahan bakar yang lebih baik. Konsep PID adalah di mana ia menghitung selisih antara nilai yang diukur dan yang diinginkan (nilai kesalahan). Dengan kesalahan ini, pengontrol akan menyesuaikan input kontrol proses untuk meminimalkan kesalahan. Setiap nilai suku PID menentukan reaksi yang berbeda dimana P, (proporsional) menentukan kesalahan arus, fungsinya untuk menjamin kestabilan dan bergantung pada kesalahan yang ada. I, (integral) menentukan reaksi berdasarkan jumlah kesalahan terakhir dan fungsinya untuk memungkinkan penolakan gangguan langkah dan merupakan akumulasi kesalahan masa lalu. D, (turunan) menentukan reaksi berdasarkan laju perubahan kesalahan, fungsinya untuk memberikan redaman atau pembentukan respons dan merupakan prediksi kesalahan masa depan. Jumlah dari ketiga tindakan ini kemudian digunakan untuk menyesuaikan proses melalui elemen kontrol, sehingga pengontrol dapat memberikan tindakan kontrol yang dirancang untuk persyaratan proses tertentu dan membantu sistem agar lebih akurat dan stabil. Konstruksi PID ditunjukkan pada

$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int e(t) dt + K_D \frac{d}{dt} e(t) \quad (1)$$

Keterangan

$u(t)$ = sinyal kendali yang dikirim ke sistem

$y(t)$ = keluaran terukur

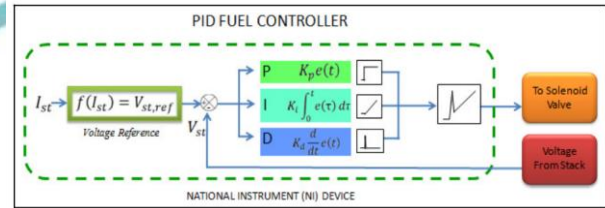
$r(t)$ = keluaran yang diinginkan

$e(t)$ = kesalahan pelacakan,

$$e(t) = r(t) - y(t) \quad (2)$$

Penerapan loop umpan balik PID dalam bahan bakar sistem sel adalah untuk mengatur perilaku dinamis dari sistem. Mekanisme dari kegiatan di atas adalah keluaran sistem fuel cell akan disuplai kembali melalui sensor atau keluaran pengukuran ke nilai referensi. Kesalahan dari perbedaan antara referensi dan keluaran pengukuran akan

diterima oleh pengontrol baca NI, dan LabVIEW pada gilirannya akan mengubah masukan menggunakan pengontrol tulis NI dan meneruskannya kembali ke sistem sel bahan bakar. Keseluruhan proses ini akan diulang terus menerus untuk memastikan nilai yang diinginkan tercapai. Jalur sinyal ditunjukkan pada gambar 5 di bawah ini dan modul NI cFP-PWM-520 dari Instrumen Nasional digunakan untuk mengontrol jumlah laju aliran hidrogen. Implementasi ini lebih tepat daripada pengontrol on / off karena perubahan laju pengukur aliran massa didasarkan pada keluaran daya, sehingga beberapa rentang dapat diatur.



Gambar 4. PID fuel controller implementasi untuk fuel cell system.

3. Pembahasan

Sistem hybrid dirancang dengan menggunakan tiga tenaga sumber dan mereka adalah array PV, sel bahan bakar dan baterai. Ketiga sumber tersebut tidak aktif dalam waktu yang bersamaan. Aktivasi sumber tersebut dikendalikan oleh pengontrol. Pengontrol pengisian daya digunakan untuk mengisi daya baterai dengan sempurna. Untuk menggerakkan beban AC, digunakan inverter untuk membuat DC ke AC

A. PV array modeling PV

Pemodelan larik PV Larik PV merupakan kombinasi dari beberapa modul PV dimana semua modul dihubungkan satu sama lain. Setiap modul terbuat dari banyak sel PV yang saling berhubungan. Sel-sel tersebut mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Daya puncak rata-rata P dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (1) yang dikembangkan dalam [7].

$$P_{pv} = \frac{E_D}{\eta_v \times \eta_R \times T_{sh}} S_F \quad (3)$$

Dimana, E_D rata-rata permintaan energi harian, η_v = efisiensi inverter, η_R = efisiensi pengontrol muatan, T_{sh} = jam sibuk matahari, S_F = faktor keamanan. Dihitung bahwa daya puncak rata-rata beban adalah $2617 \cdot 28$ Wh / hari. Jumlah arus total yang dibutuhkan dihitung dengan Persamaan. (2). Oleh karena itu, jumlah modul paralel dan seri dihitung dengan Persamaan. (3) dan (4), masing-masing.

$$I_{dc} = \frac{P_{pv}}{V_{dc}} \quad (4)$$

$$N_p = \frac{I_{dc}}{I_r} \quad (5)$$

$$N_s = \frac{P_{pv}}{V_r} \quad (6)$$



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Dimana, P_{pv} = daya puncak rata-rata, V_{dc} total tegangan DC array, I_{dc} total array PV saat ini, I_r setiap modul saat ini, V_r setiap modul tegangan dc. Spesifikasi modul PV yang dipilih (1 Soltech MTH-15-P) disajikan pada Tabel I

Tabel. SPECIFICATION FOR THE SELECTED PV ARRAY

Parameter	Values
Power at Standard Test Condition (STC)	189.4 W
Power at PVUSA Test Condition (PTC)	215 W
Voltage at maximum power	29V
Current at maximum power	7.35 A
Open circuit voltage	36.3 V
Short circuit current	7.84 A
Nominal Operating Cell Temperature	47.4 C
Open Circuit voltage Temperature Co-efficient Short	-3,61
Short Circuit Voltage Temperature Co-efficient	0.102
Maximum Power Temperature Co-efficient	0.495
Number of Modules	14
Number of Modules in Series Number	1
Number of Modules in Parallel	14



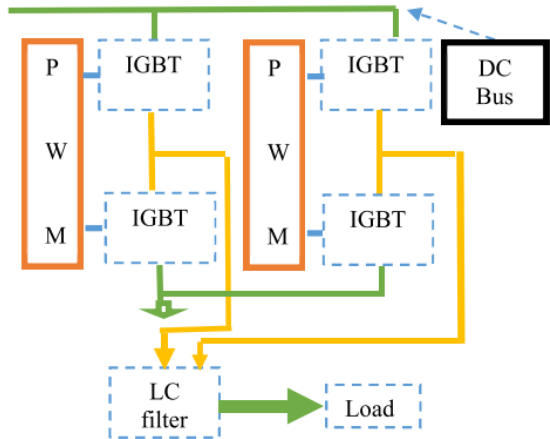
Gambar 5. Solar panel dan elektrolisis

C. Charge controller modeling

Fungsi utama pengontrol muatan adalah untuk memutuskan koneksi dari baterai ke pengisi daya atau beban. Pengisi daya normal tidak dapat mengontrol arus pengisian selama baterai penuh. Oleh karena itu, dalam pengontrol pengisian, tegangan pengisian maksimum dan arus pengisian maksimum untuk baterai masing-masing dibatasi hingga $V_c = E_0 - A \ln\left(\frac{i_{fc}}{i_0}\right) \cdot \frac{1}{\frac{58T_D}{3}} - i_{fc} \cdot r_{ohm}$ 30V dan 5A. Namun, tegangan keluaran maksimum dan rating arus adalah masing-masing 30V dan 50A, saat beban menarik daya dari baterai.

D. Pemodelan inverter

Untuk mengalirkan daya AC ke peralatan beban perumahan, sebuah inverter diperlukan. Fungsi utama inverter adalah mengubah DC ke AC dengan mengatur tegangan dan frekuensi keluaran. Untuk alasan ini, inverter (peringkat: tegangan input = 24V, arus input = 45 Amax, daya keluaran = 2 KVA) digunakan untuk sistem. Diagram blok dari inverter yang digunakan ditunjukkan pada Gambar.3

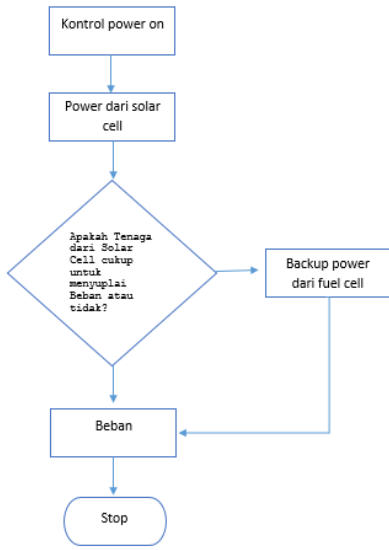


$$V_c = E_0 - A \ln\left(\frac{i_{fc}}{i_0}\right) \cdot \frac{1}{\frac{58T_D}{3}} - i_{fc} \cdot r_{ohm} \quad (5)$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis atau tinjauan suatu masalah. Hak Cipta :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan disertasi atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

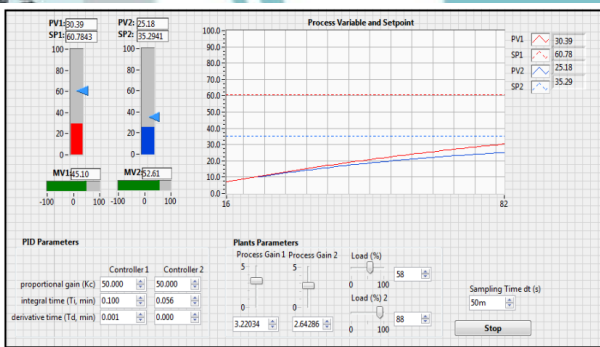


Gambar 6. Inverter dengan LC filter dan beban



Gambar 7. Flow chart system

Perkembangan programmer pengontrol PID menggunakan Program LabVIEW ditunjukkan pada gambar 8. Panel depan (Gambar 6) menunjukkan data yang diukur dan grafik yang menunjukkan reaksi PID terhadap perubahan set point (beban arus).



Gambar 8. IEEE-2012 Interface labview

Kesimpulan

Dalam tulisan ini, solar, fuel cell hybrid sistem energi diusulkan untuk bertemu rumah tangga permintaan daya yang tidak pernah terputus. Ada beberapa kendala dalam perancangan sistem yaitu pemilihan array PV yang tepat, desain pengontrol muatan, desain rangkaian sel bahan bakar dan baterai untuk menjaga tegangan DC 24V yang tidak berubah-ubah dan arus 41A ke input inverter. Filter LC digunakan untuk mendapatkan keluaran tegangan sinusoidal murni.

Sistem kontrol fuel cell baru yang diusulkan dapat mengikuti memuat permintaan bahkan dalam respon

transien. Dimana bila dengan jumlah hidrogen yang cukup, kinerja sel bahan bakar ditingkatkan, pemborosan bahan bakar berkurang. Implementasi PID sangat efektif untuk mengontrol aliran hidrogen untuk variasi beban arus aktif. Implementasi ini dapat digunakan secara luas di banyak aplikasi dengan variasi beban besar seperti kendaraan sel bahan bakar di mana permintaan daya lebih impulsif dari pada konstan.

Daftar Acuan

- [1]. Ahmed M. Kassem, and S. A. Zaid, "Optimal Control of a Hybrid Renewable Wind/ Fuel Cell Energy in Micro Grid Application Ahmed," The Energy Journal, 978-1-5386-0990-3/17/2017 IEEE
- [2]. Sahdev Chandra Swarnakar, Amit Kumer Podder, and Md. Tariquzzaman, "Solar, Fuel Cell and Battery Based Hybrid Energy Solution for Residential Appliances," The Energy Journal, 978-1-7281-6040-5/19/2019 IEEE
- [3]. V. Khare, S. Nema, P. Baredar, "Solar-wind hybrid renewable energy system: A review," Renewable and Sustainable Energy Reviews., Vol. 58, pp. 23-33, 2016.
- [4]. M.Y. El-Sharkh, A. Rahman, M.S. Alam, P.C. Byrne, A.A. Sakla, and T. Thomas, "A dynamic model for a standalone PEM fuel cell power plant for residential application," Journal of Power Sources, Vol. 138, pp. 199-204, 2004.
- [5]. A. K. Podder, K. Ahmed, N. K. Roy and M. Habibullah, "Design and Simulation of a Photovoltaic and Fuel Cell Based Micro-grid System," 2019 International Conference on Energy and Power Engineering (ICEPE), Dhaka, Bangladesh, 2019, pp. 1-6.
- [6]. N.S. Jayalakshmi, D.N. Gaonkar, P.B. Nempu, "Power control of PV/fuel cell/supercapacitor hybrid system for stand-alone applications," International Journal Renewable Energy Resources, Vol. 6, pp. 672-679, 2016
- [7]. A. K. Podder, K. Ahmed, N. K. Roy and P. C. Biswas, "Design and simulation of an independent solar home system with battery backup," 2017 4th International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE), Dhaka, 2017, pp. 427-431
- [8]. Pruthiraj Swain, and Debashisha Jena, "PID Control Design for the Pressure Regulation of PEM Fuel Cell," The Energy Journal, 978-1-4799-7247-0/15/ 2015 IEEE
- [9]. A. K. Podder, M. R. Hasan, N. K. Roy, and M. M. M. R. Komol, "Economic Analysis of a Grid Connected PV Systems: A Case Study in Khulna", European Journal of Engineering Research and Science Vol. 3, No.7, pp.16,21 July 2018
- [10]. Kenan Baltaci, Faruk Yildiz "NI LabView Data Acquisition System Design using Hydrogen Fuel Cell ", The Energy Journal, 978-1-4244-4740-4/09 /2009 IEEE
- [11]. R.E.Rosli, E.H.Majlan, W.R.Wan Daud, S.A.A.Hamid "Hydrogen Rate Manipulation of Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) Stack using Feedback Control System", The Energy Journal, 978-1-4673-5019-8/12 /2012 IEEE

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dipaparkan di publikasi ilmiah.
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta