ANALISIS KEANDALAN ENERGI LISTRIK PADA SMART GIRD PHOTOVOLTAIC MENGGUNAKAN METODE HYBRID PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DAN FEED FORWARD NEURAL NETWORK

Ghifari Fikri Yuviyanto
S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
email: ghifari.19079@mhs.unesa.ac.id

Unit Three Kartini, Joko, Tri Wrahatnolo
Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Emal: unitthree@unesa.ac.id, joko@unesa.ac.id, triwrahatnolo@unesa.ac.id

Abstrak

Listrik merupakan sumber energi yang penting bagi kelangsungan hidup manusia. Saat ini, karena pertumbuhan penduduk, ekonomi dan penggunaan energi yang meningkat, kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat, sehingga terjadi peningkatan konsumsi listrik. Indonesia merupakan wilayah tropis dan secara aktif mengembangkan energi surya sebagai sumber energi baru terbarukan. Rata-rata sumber daya surya di Indonesia sekitar 112.000 gigawatt, tetapi hanya sekitar 10 megawatt yang digunakan. Sel surya dibutuhkan sebagai alat untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Tetapi, banyak faktor yang membuat masyarakat enggan menggunakan energi matahari sebagai salah satu aplikasi energi terbarukan, termasuk perangkat fotovoltaik seperti inverter yang rusak dan baterai yang perlu diganti karena kinerjanya yang buruk. Oleh karena itu, menjaga keandalan sistem pembangkit listrik sangat penting untuk menjaga distribusi tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja sistem pengisian energi pada *photovoltaic* yang dirancang dalam *software* matlab R2019b dan untuk menerapkan metode matematis *Hybrid Particle Swarm Optimization* dan *Feed Forward Neural Network* untuk menghitung kebutuhan energi yang disimpan dalam baterai. Kebaruan pada penelitian ini adalah dilakukannya proses perhitungan kebutuhan energi yang disimpan dalam baterai untuk cadangan energi menggunakan metode *hybrid* yaitu *Particle Swarm Optimization* dan *Feed Forward Neural Network* dan menambahkan variabel tegangan dan arus yang masuk selama proses penyimpanan energi. Hasil penelitian analisis keandalan energi dalam proses pengisian baterai untuk penyimpanan energi dengan menggunakan metode PSO didapatkan hasil sebesar 12 Volt. Sehingga dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* didapatkan hasil yang baik dibandingkan tanpa metode dan menggunakan metode *Feed Forward Neural Network* dan *Hybrid PSO-FFNN.*

Kata Kunci: Pengisian Energi, *Particle Swarm Optimization, Feed Forward Neural Network*

Abstract

Electricity is an important source of energy for human survival. Currently, due to population growth, economy and increasing use of energy, energy demand in Indonesia continues to increase, resulting in an increase in electricity consumption. Indonesia is a tropical region and is actively developing solar energy as a new renewable energy source. The average solar resource in Indonesia is around 112,000 gigawatts, but only about 10 megawatts are used. Solar cells are needed as a tool to convert solar energy into electrical energy. However, there are many factors that discourage people from using solar energy as a renewable energy application, including photovoltaic devices such as faulty inverters and batteries that need to be replaced due to poor performance. Therefore, maintaining the reliability of the power generation system is very important to maintain the distribution of electric power. This study aims to determine the performance of the energy charging system *photovoltaic* designed in the Matlab R2019b software and to apply the mathematical methods *Hybrid Particle Swarm Optimization* and *Feed Forward Neural Network* to calculate the energy requirements stored in the battery. The novelty of this research is the process of calculating the energy requirements stored in the battery for energy reserves using amethod, *hybrid* namely *Particle Swarm Optimization* and *Feed Forward Neural Network* and adding the incoming voltage and current variables during the energy storage process. The results of the analysis of energy reliability in the process of charging the battery for energy storage using the PSO method obtained the result of 12 Volts. So that by using themethod *Particle Swarm Optimization*, good results are obtained compared to those without the method and using the *Feed Forward Neural Network* and *Hybrid PSO-FFNN methods.*

Keywords: Energy Charging, *Particle Swarm Optimization, Feed Forward Neural Network*

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan sumber energi yang vital bagi kelangsungan hidup manusia. Karena pertumbuhan penduduk, penghematan dan konsumsi energi, ekebutuhan energi di Indonesia saat ini terus meningkat, mengakibatkan peningkatan konsumsi energi listrik. Kurangnya kapasitas pembangkit listrik baru dan menipisnya cadangan bahan bakar fosil, yang merupakan salah satu bahan baku terpenting yang digunakan untuk menghasilkan listrik. Dalam keadaan ini, pemerintah mendukung rencana untuk meningkatkan pasokan energi terbarukan**.**

Energi surya adalah salah satu energi terbarukan yang paling penting dan kuat. Indonesia berada di wilayah tropis dan secara aktif mengembangkan energi surya sebagai sumber energi baru terbarukan. Karena Indonesia terletak di garis khatulistiwa, maka wilayah Indonesia akan menerima sinari matahari selama 10 - 12 jam setiap hari. Rata-rata sumber daya energi surya Indonesia sekitar 4,8 kWh/m^2 per hari atau setara dengan 112.000 Gigawatt, namun baru sekitar 10 Megawatt yang telah digunakan [1]. Sel surya (*photovoltaic* / PV) dibutuhkan sebagai alat untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik agar dapat memanfaatkan secara maksimal potensi energi matahari sebagai sumber energi listrik. Banyak faktor yang menyebabkan masyarakat enggan menerapkan energi matahari sebagai salah satu energi listrik terbarukan ini, diantaranya adalah peralatan PV misalnya, inverter yang sudah tidak berfungsi dengan baik, dan baterai yang harus diganti karena tidak berfungsi secara maksimal. Akibat permasalahan tersebut dapat menyebabkan kerugian bagi pengguna. Oleh karena itu, menjaga keandalan sistem pembangkit tenaga listrik sangat penting untuk menjaga distribusi tenaga listrik, dan keandalan sistem pembangkit tenaga listrik sangat penting untuk memenuhi dan memuaskan kebutuhan konsumen akan tenaga listrik [1].

Pada penelitian kali ini menjelaskan tentang analisis keandalan energi pada *photovoltaic* dalam pengisian baterai yang digunakan untuk menyimpan energi menggunakan metode *hybrid* dari dua metode yaitu *Particle Swarm Optimization* dan *Feed Forward Neural Network*. Sebelumnya penelitian sudah pernah dilakukan oleh Ramadoni Syahputra dkk (2020) yang berjudul *Wind-Solar Hybrid Power Plant Reliability Index Analysis Using Expected Energy Not Supplied (EENS) Method* membahas tentang indeks keandalan pembangkit listrik hybrid tenaga angin dan surya menggunakan metode EENS yang dilakukan di Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) wilayah Bantul [2]. Kemudian Ramadoni Syahputra dan Indah Soesanti (2015) yang berjudul *Power System Stabilizer model based on Fuzzy-PSO for improving power system stability* membahas tentang simulasi peningkatan performa *Power System Stabilizer* dengan menggunakan metode Fuzzy-PSO yang menguji gangguan pada saluran transmisi pada sistem tenaga multi-mesin dua area [3]. Serta Mikias Hailu dan Getachew Bekele (2018) yang berjudul *Feasibility Study of PV-Wind-Fuel Cell Hybrid Power System for Electrification of a Rural Village in Ethiopia* membahas tentang studi kelayakan tekno-ekonomi dengan menggunakan metode *Hybrid Optimization Model for Electric Renewables* (HOMER) dari sistem tenaga hibrida bebas emisi dari sumber tenaga surya, angin dan beberapa sumber bahan bakar lainnya yang diterapkan di Ethiopia untuk memenuhi kebutuhan listrik secara berkelanjutan [4].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, beberapa penelitian telah secara ekstensif membahas keandalan pembangkit atau pembuatan prototipe menggunakan metode yang berbeda, menggunakan satu atau lebih metode untuk mempertimbangkan daya, beban, suhu, dan variable lainnya. Pada penelitian kali ini memiliki kebaharuan dilakukannya proses perhitungan kebutuhan energi yang disimpan dalam baterai untuk cadangan energi menggunakan metode *hybrid* yaitu *Particle Swarm Optimization* dan *Feed Forward Neural Network*. Dengan menambahkan variabel tegangan dan arus yang masuk selama proses penyimpanan energi.

Dari hasil penelitian diatas maka diperoleh rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana menerapkan metode matematis *Hybrid Particle Swarm Optimization (PSO) dan Feed Forward neural Network (FFNN)* untuk menganalisis keandalan energi listrik pada *photovoltaic* dalam proses pengisian energi baterai yang dihasilkan oleh sel surya.

Selain rumusan masalah, adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui unjuk kerja sistem pengisian energi pada *photovoltaic* yang dirancang dalam *software* matlab R2019b dan untuk menerapkan metode matematis *Hybrid Particle Swarm Optimization* (PSO) *dan Feed Forward Neural Network* (FFNN) untuk menghitung kebutuhan energi yang disimpan dalam baterai.

Data yang digunakan untuk mendukung penelitian ini yaitu *Watt Peak*/kapasitas panel surya (WP), temperature pada saat simulasi, dll. Pengambilan data untuk penelitian dilaksanakan di garasi rumah tempat tinggal di Dukuh Waluh Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas. Landasan teori pembentuk artikel ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

II. LANDASAN TEORI

Photovoltaic

Photovoltaic adalah suatu alat yang menggunakan bahan semikonduktor untuk memancarkan elektron ketika terkena pancaran matahari yang menghasilkan arus listrik. Bahan semikonduktor yang sering digunakan adalah *silicion.* Intensitas arus listrik yang diperoleh dari sel surya berbanding lurus dengan intensitas pancaran sinar matahari, sehingga berbeda pada kondisi cerah dan mendung. Oleh karena itu, dapat ditentukan bahwa besarnya listrik yang dihasilkan sebanding dengan kerapatan awan yang memantulkan sinar matahari [5].

Baterai

Baterai atau akumulator adalah suatu alat yang memproses elektrokimia *reversible* secara efisien. Reaksi elektrokimia *reversible* artinya akumulator mengalami proses konversi kimia menjadi energi listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya. Melalui proses regenerasi elektroda yang digunakan, energi kimia diubah dari energi listrik menjadi energi listrik (proses pengisian) [6].

Sensor Tegangan

Sensor Tegangan adalah sebuah rangkaian yang digunakan mengukur sebuah level tegangan tertentu, dengan kata lain sensor tegangan ini mempunyai prinsip kerja dasar mengkonversi tegangan dari satu level ke level lainnya [7].

Sensor Arus

Sensor Arus adalah suatu alat yang sering difungsikan untuk mengukur banyaknya arus listrik. Sensor arus menggunakan medan magnet untuk mendeteksi banyaknya arus listrik yang mengalir. Sangat sederhana untuk mendeteksi perubahan kekuatan medan magnet, dan hanya diperlukan induktor sebagai sensor [8].

Particle Swarm Optimization (PSO)

Particle Swarm Optimization (PSO) adalah teknik optimasi yang memperhitungkan perilaku sosial tubuh hewan seperti burung atau ikan, di mana satu partikel merupakan solusi yang layak untuk mewakili hewan dalam kelompok. Partikel-partikel ini bergerak ke solusi optimal di area pencarian n-dimensi. Setiap partikel-partikel ini memiliki beberapa karakteristik diantaranya, posisi dan kecepatan, yang merubah kecepatan setiap partikel ke posisi optimal dan posisi terbaik di tingkat global. Posisi terbaik kemudian dihitung untuk mengubah kecepatan. Misalnya, d adalah daerah area pencarian, n adalah jumlah keseluruhan partikel, dan t adalah waktu untuk melakukan setiap langkah. Posisi partikel ke-i dimisalkan menggunakan vector $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \ldots, x_{id})$; posisi terbaik untuk partikel ke-i dapat dimisalkan menggunakan vektor $P_i = (p_{i1}, p_{i2}, p_{i3}, \ldots, p_{id})$ dan posisi global terbaik dapat dimisalkan dengan vector $P_g = (p_{g1}, p_{g2}, p_{g3}, \ldots, p_{gd})$; kecepatan dari partikel ke-i dilambangkan sebagai $V_i = (v_{i1}, v_{i2}, v_{i3}, \ldots, v_{id})$

$$vidt{+}1 = w.\, vidt + c1\ r1(pidt - xidt) + c2\ r2(pgdt - xidt) \quad (1)$$

$$x_{id}t{+}1 = x_{id}t + v_{id}t{+}1 \quad (2)$$

Keterangan:

d = 1, 2, 3, . . ., n

w = bobot

c_1 dan c_2 = percepatan konstanta dengan nilai positif

r_1 dan r_2 = fungsi acak dalam rentang 0 sampai 1

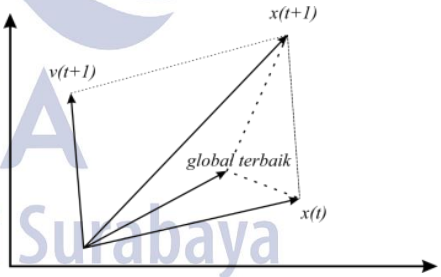
x_i = posisi partikel ke-i

P_i = lokal posisi terbaik partikel ke-i

P_g = posisi global terbaik

V_i = kecepatan dari partikel ke-i

Bobot w merupakan parameter yang sangat penting dari metode ini. Pada langkah pertama, nilai bobot harus dikurangi terlebih dahulu karena untuk mencari nilai global yang terbaik akan tetapi ketika di sekitar optimum global maka nilai bobot harus dikurangi secara *step by step*.



Gambar 1. Perpindahan partikel pada PSO

Berikut ini urutan algoritma PSO dengan struktur terbaik diantaranya [3]:

a. Inisialisasi partikel secara acakke posisi dan kecepatan aslinya dalam kisaran yang diizinkan.
b. Hitung nilai *fitness* (nilai fungsi tujuan) dari setiap partikel.
c. Jika nilai *fitness* yang diperkirakan melampaui nilai personal terbesar, lanjutkan ke langkah d, atau lewati langkah e.
d. Tetapkan nilai *fitness* yang ada nilai personal terbaik yang baru. Lanjut ke langkah f.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

e. Pertahankan nilai personal terbaik sebelumnya. Lanjutkan ke langkah f.
f. Tentukan nilai individu terbaik sebagai nilai global terbaik untuk partikel terbaik.
g. Hitung kecepatan masing - masing partikel.
h. Gunakan nilai kecepatan untuk memperbarui nilai-nilai data pada setiap partikel.
i. Jika target tercapai maka selesai. Jika tidak, ulangi lagi langkah b sampai selesai.

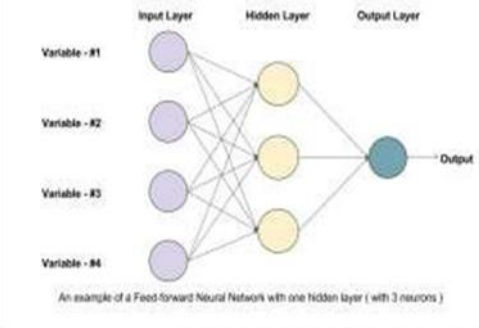
Feed Forward Neural Network (FFNN)

Feed Forward Neural Network (FFNN) adalah model jaringan saraf yang umum di banyak domain yang berbeda. FFNN adalah model jaringan saraf. Arsitektur model FFNN terdiri dari satu, satu atau lebih lapisan tersembunyi. Pola lolos ke lapisan tersembunyi unit untuk transisi ke unit output dari lapisan fungsi aktivasi y dan ke satu unit output, ketika jaringan saraf mendapatkan pola input sebagai model pelatihan. aktivasi fungsi linier.

Jaringan syaraf tiruan dianggap sebagai metode estimasi yang cukup berhasil, karena memiliki kapasitas komputasi paralel, belajar dari pola yang telah diajarkan, ini telah terbukti sebagai metode untuk pendekatan dan memiliki kesalahan yang cukup rendah dalam hasil estimasi. Jaringan saraf tiruan dapat dengan tepat memperkirakan kerugian listrik [9].

Arsitektur *Feed Forward Neural Network*

Gambar arsitektur jaringan syaraf tiruan FFNN dapat dilihat pada gambar dibawah ini [10].



Gambar 2. Arsitektur FFNN

III. METODE

Jenis pendekatan semacam ini menggunakan metodologi kuantitatif dengan alasan bahwa penelitian ditampilkan secara matematis. Dalam penelitian ini, software Matlab R2019b digunakan untuk mengetahui hasil analisis keandalan energi listrik pada *photovoltaic* dalam proses pengisian energi pada baterai untuk menyimpan energi yang menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* dan *Feed Forward Neural Network*. Output dari penelitian ini berupa grafik tegangan input dan arus input.

Peralatan untuk Penelitian

Peralatan yang digunakan sebagai berikut:
1. Laptop.
2. Program Matlab R2019b yang diinstal pada PC/Laptop.

Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Pengambilan data dilaksanakan di garasi rumah tempat tinggal di Dukuh Waluh Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini mulai dilakukan pada tanggal 21 Juni 2021.

Variabel

Variabel dalam penelitian ini diantaranya:

1. Variabel Bebas

Dalam penelitian ini, variable bebasnya adalah *Smart Grid Photovoltaic.*

2. Variabel Terikat

Dalam penelitian ini, variable terikatnya adalah Keandalan Energi Listrik dalam proses pengisian energi.

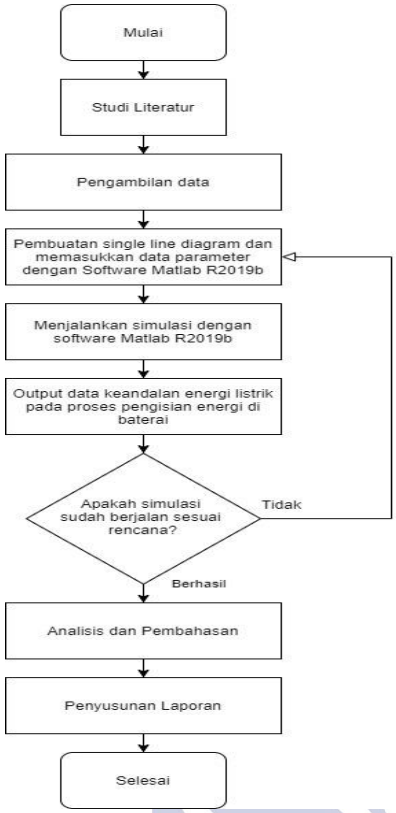
3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini, adalah *Software* Matlab R2019b.

Langkah Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan, diantaranya mengkaji literatur penelitian yang relevan, mengumpulkan data yang menguatkan untuk penelitian yang dilakukan, menggunakan metode analisis dan perhitungan data, menganalisis hasil perhitungan, dan menulis laporan penelitian.

UNESA
Universitas Negeri Surabaya



Gambar 3. *Flowchart* Langkah Penelitian

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan beberapa informasi dari jurnal untuk mendukung dalam proses penyelesaian penelitian "Analisis keandalan energi listrik pada *smart grid photovoltaic* menggunakan metode *hybrid* PSO dan FFNN".

Pengambilan Data

Pengumpulan data berupa parameter yang membantu menyelesaikan penelitian. Data yang didapatkan meliputi kapasitas panel surya, kapasitas baterai, besarnya tegangan dan arus, dan besarnya suhu.

Pembuatan *Single Line Software* Matlab R2019b

Pembuatan *single line* ini adalah langkah awal setelah terkumpulnya data – data yang diperlukan kemudian memasukkannya ke dalam parameter yang dibutuhkan.

Simulasi Program Matlab R2019b

Proses pengolahan data dengan simulasi program Matlab R2019b diawali dengan menggambarkan diagram satu garis lengkap dengan parameter kemudian menyimulasikan analisis keandalan energi lisitrik pada proses pengisian energi di baterai.

Output Data Keandalan Energi Listrik Pada Proses Pengisian Energi Di Baterai

Setelah melakukan simulasi akan memunculkan beberapa hasil salah satunya yakni besarnya tegangan dan arus.

Apakah Simulasi Berjalan Sesuai Rencana

Apabila dalam menyimulasikan tidak terjadi eror pada tiap – tiap komponen berarti parameter dan desain sistem berjalan sesuai rencana. Jika terdapat eror pada komponen kita harus memeriksa ulang desain dan parameternya. Dan pada penelitian ini semua komponen tidak terjadi eror dan dapat menunjukkan output berupa besarnya tegangan dan arus.

Analisis dan Pembahasan

Menganalisis hasil simulasi berdasarkan hasil penelitian referensi dan teori yang ada.

Penyusunan Laporan Akhir

Pada langkah ini penyusunan laporan bermaksud untuk mencatat hasil pembahasan penelitian yang dilakukan.

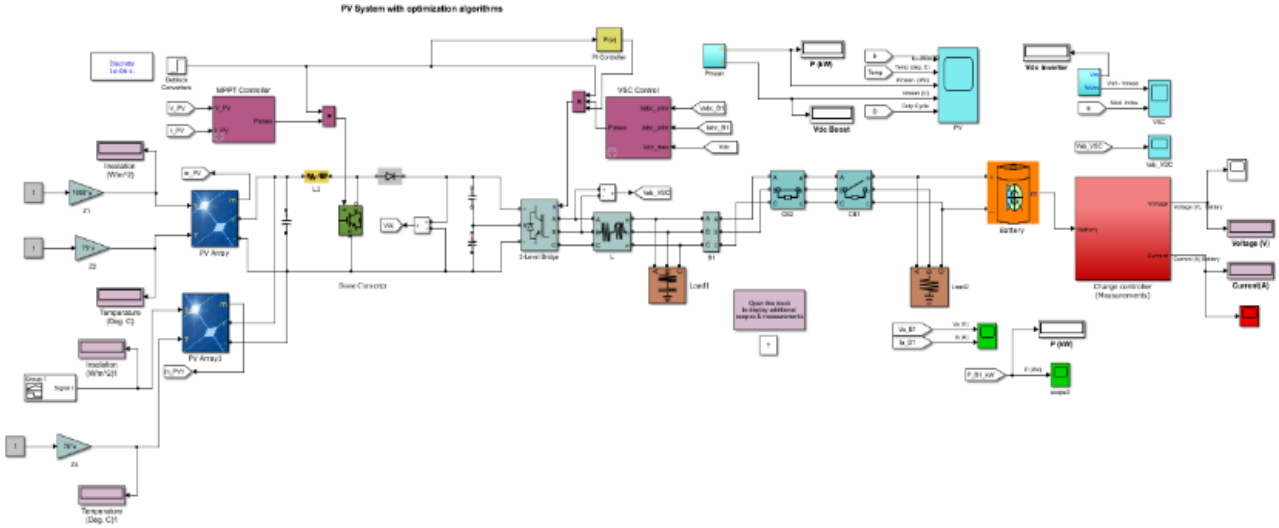
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sistem Pengisian Energi Pada *Photovoltaic*

Data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian sistem pengisian energi yang telah dibuat dengan menggunakan *software* matlab R2019b. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui unjuk kerja sistem pengisian energi pada *photovoltaic*.

Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar pengujian unjuk kerja sistem pengisian energi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

UNESA Universitas Negeri Surabaya



Gambar 4. Pengujian Unjuk Kerja Sistem Pengisian Energi Pada *Photovoltaic*

Tabel 1. Hasil Pengujian Penggunaan *Photovoltaic*

Intensitas Cahaya (lumen)	Pengujian 1		Pengujian 2		Pengujian 3	
	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)	(I)
100	9.8	13.1	10.1	13.6	9.6	12.9
200	11.6	13.8	11.1	13.5	11.4	13.4
300	12.4	14.3	12.3	13.9	12.0	13.9
400	13.9	14.9	12.9	14.6	12.7	14.5
500	15.2	15.9	14.2	15.5	14.8	15.3
600	15.6	16.5	15.5	15.9	15.3	15.8
700	16.4	17.1	15.9	16.6	15.8	16.4
800	17.1	18.4	16.8	17.9	16.4	17.1
900	17.9	19.3	17.5	18.2	17.2	17.8
1000	18.6	19.9	18.1	18.5	17.9	18.3

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem Pengisian Energi Pada *Photovoltaic*

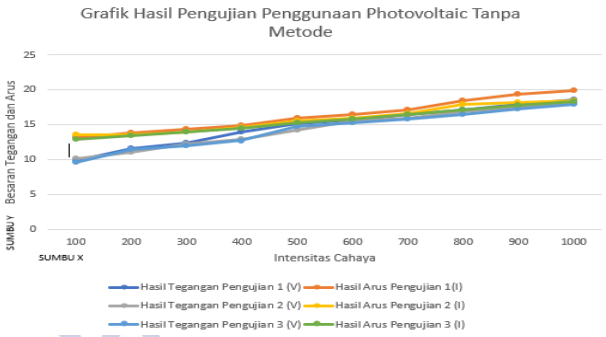
Komponen Photovoltaic Pada Matlab R2019b	Lama Terhubung ke Baterai	Kondisi Sistem Pengisian Energi
On	5 Detik	Beroperasi
Off	-	Tidak Beroperasi

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan sistem pengisian energi pada *photovoltaic* yang telah dibuat sesuai dengan harapan. Hal tersebut dibuktikan dengan apabila komponen *photovoltaic* pada *software* matlab diberi nilai parameter yang sudah ditentukan maka akan secara otomatis beroperasi dengan lama terhubung ke baterai selama 5 detik dan kondisi baterai dalam keadaan beroperasi. Sebaliknya, apabila komponen *photovoltaic* pada *software* matlab tidak diberi nilai parameter yang sudah ditentukan maka secara otomatis tidak terhubung ke baterai sehingga baterai tidak beroperasi.

Pengujian Analisis Keandalan Energi Pada Pengisian Baterai Tanpa Menggunakan Metode

Seluruh pengujian ini dilakukan dengan variasi tingkat intensitas cahaya yang berbeda, tanpa menggunakan metode apapun dan hasil pengujian dapat dilihat pada data dibawah ini. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali. Berikut ini hasil pengujian penggunaan *photovoltaic*.

Perbandingan hasil tegangan dan arus antara pengujian 1, pengujian 2 dan pengujian 3 dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



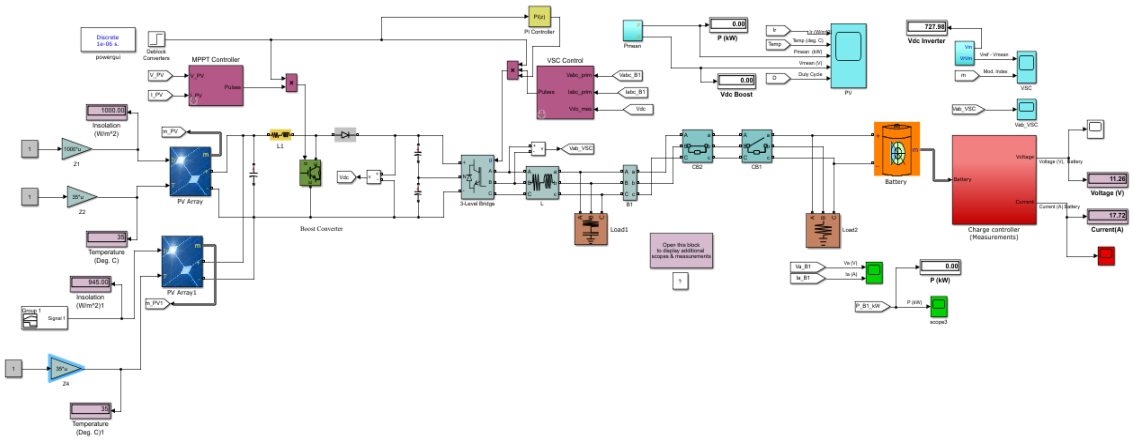
Gambar 5. Grafik Pengujian Penggunaan *Photovoltaic* Tanpa Metode

Berdasarkan gambar 5 menyatakan bahwa penggunaan *photovoltaic* tanpa menggunakan metode dapat menghasilkan output tegangan 9.8 hingga 18.6 dan output arus 12.9 hingga 19.9 untuk intensitas cahaya yang telah ditentukan.

Analisis Keandalan Energi Pada Pengisian Baterai dengan Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization (PSO)*

Pengambilan data analisis keandalan pada pengisian baterai bertujuan untuk memperoleh data yang dihasilkan dalam bentuk tegangan dan arus dalam sistem pengisian yang dilakukan menggunakan metode PSO dan menggunakan baterai 12 Volt 6 Ah. Berikut ini adalah pemodelan PSO *software* Matlab.

UNESA Universitas Negeri Surabaya



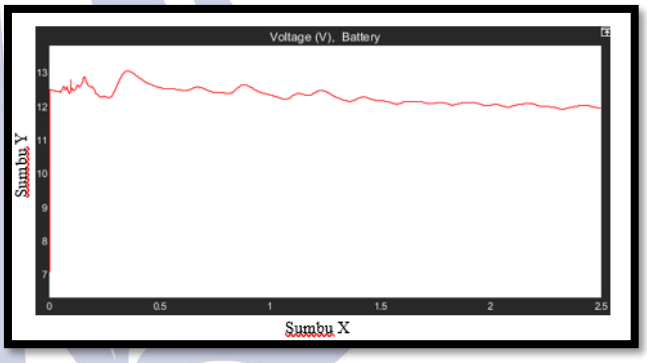
Gambar 6. Permodelan PSO pada Matlab

Gambar di atas menunjukkan diagram satu garis dari smart grid *photovoltaic* pada pengisian baterai menggunakan *software* Matlab R2019b dan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Untuk menjalankan simulasi dengan Matlab R2019b pastikan permodelan rangkaian dan parameternya sudah selesai. Setelah itu, klik simbol *Run Program* agar pemodelan rangkaian masuk secara otomatis melakukan simulasi yang diinginkan. Berikut adalah tabel hasil pengujian pengisian baterai menggunakan metode PSO.

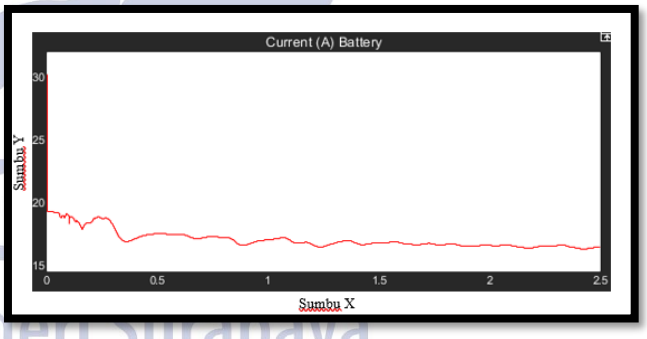
Tabel 3. Hasil Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Metode PSO

Percobaan	Parameter Indikator				Hasil Percobaan	
	Watt Peak	Temp 1	Temp 2	Nilai Partikel	Tegangan Masuk	Arus Masuk
1	1000	75	75	0,2 ;0,3 ; 0,6 ;0,9	11.95	16.44
2	900	65	65	0,2 ;0,3 ; 0,6 ;0,9	11.97	16.41
3	800	55	55	0,2 ;0,3 ; 0,6 ;0,9	11.98	16.39
4	700	45	45	0,2 ;0,3 ; 0,6 ;0,9	11.15	17.96
5	600	35	35	0,2 ;0,3 ; 0,6 ;0,9	11.39	17.48
6	500	25	25	0,2 ;0,3 ; 0,6 ;0,9	12.07	16.21
7	400	15	15	0,2 ;0,3 ; 0,6 ;0,9	10.78	18.60
8	300	10	10	0,2 ;0,3 ; 0,6 ;0,9	12.21	15.93
9	200	5	5	0,2 ;0,3 ; 0,6 ;0,9	11.95	16.32
10	100	0	0	0,2 ;0,3 ; 0,6 ;0,9	11.22	17.77

Grafik Tegangan dan Arus Dengan Metode PSO Pada Pengujian ke 1, 5, 10

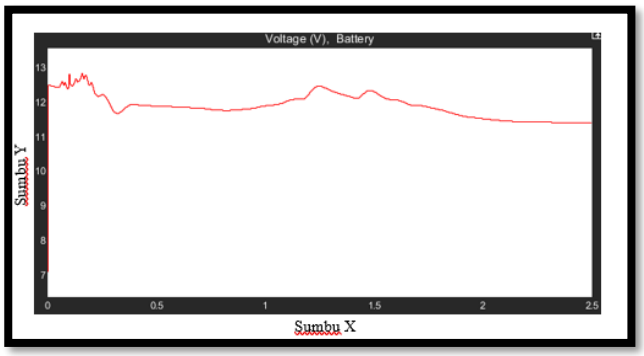


Gambar 7. Grafik Tegangan Hasil Perhitungan Metode PSO Pengujian ke 1

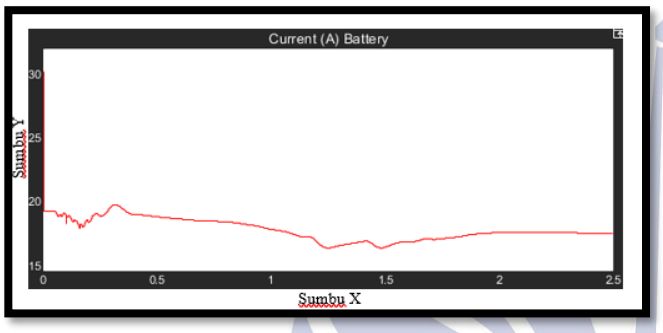


Gambar 8. Grafik Arus Hasil Perhitungan Metode PSO Pengujian ke 1

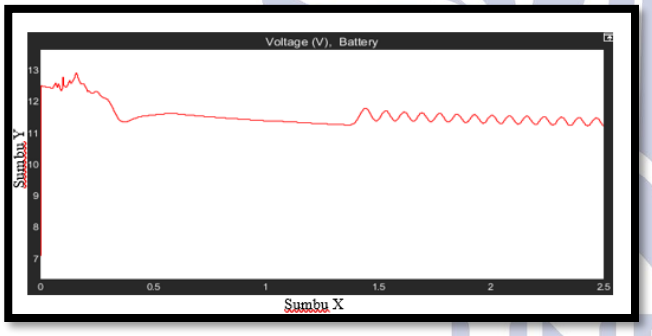
Universitas Negeri Surabaya



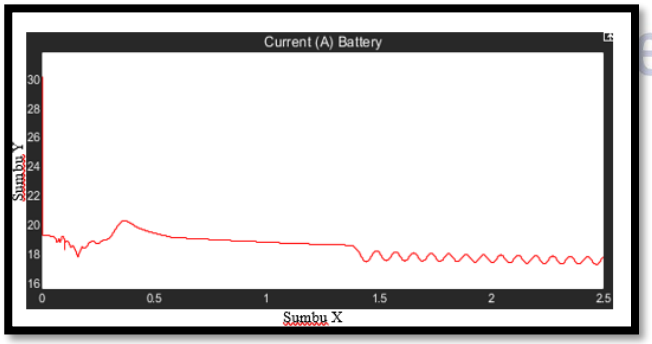
Gambar 9. Grafik Tegangan Hasil Perhitungan Metode PSO Pengujian ke 5



Gambar 10. Grafik Arus Hasil Perhitungan Metode PSO Pengujian ke 5



Gambar 11. Grafik Tegangan Hasil Perhitungan Metode PSO Pengujian ke 10



Gambar 12. Grafik Arus Hasil Perhitungan Metode PSO Pengujian ke 10

Berdasarkan tabel 3 dan grafik tegangan dan arus dengan metode PSO pada pengujian 1, 5 dan 10 menunjukkan bahwa parameter yang digunakan berpengaruh terhadap besar tegangan dan arus untuk pengisian baterai. Selama proses pengisian baterai, tegangan baterai diantara 10.78 V – 12.07 V. Hal tersebut dipengaruhi oleh kecilnya tegangan dan arus untuk pengisian baterai sehingga besarnya daya yang tersimpan dalam baterai tidak maksimal.

Analisis Keandalan Energi Pada Pengisian Baterai dengan Menggunakan Metode *Feed Forward Neural Network*

Feed Forward Neural Network adalah jaringan syaraf tiruan yang digunakan (jaringan syaraf tiruan dengan struktur *feed forward*). *Feed Forward Neural Network* tidak melakukan pengulangan karakteristik pembelajaran (*loop*) dengan memindahkan sinyal dari lapisan input ke lapisan tersembunyi dan kemudian ke lapisan output.

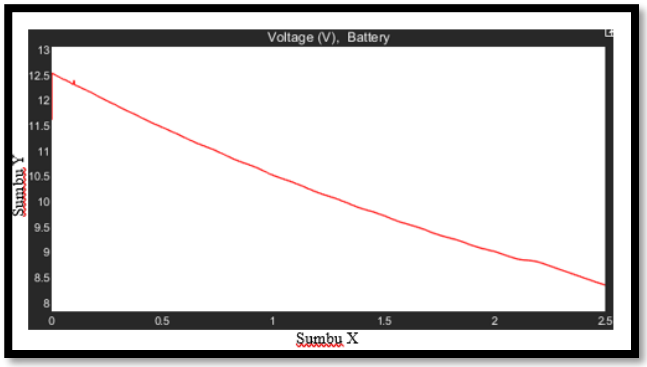
Pengambilan data ini bertujuan untuk memperoleh data yang dihasilkan dalam bentuk tegangan dan arus dalam sistem pengisian yang dilakukan menggunakan metode FFNN dan menggunakan baterai 12 Volt 6 Ah. Data histori pengujian diambil pada 21 Juni 2021.

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa diagram satu garis dari *smart grid photovoltaic* pada pengisian baterai menggunakan *software* Matlab R2019b dan menggunakan metode *Feed Forward Neural Network* (FFNN). Sama seperti metode PSO, untuk menjalankan simulasi dengan Matlab R2019b pastikan permodelan rangkaian dan parameternya sudah selesai. Setelah itu, klik simbol *Run Program* agar pemodelan rangkaian masuk secara otomatis melakukan simulasi yang diinginkan. Berikut adalah tabel hasil pengujian pengisian baterai menggunakan metode FFNN.

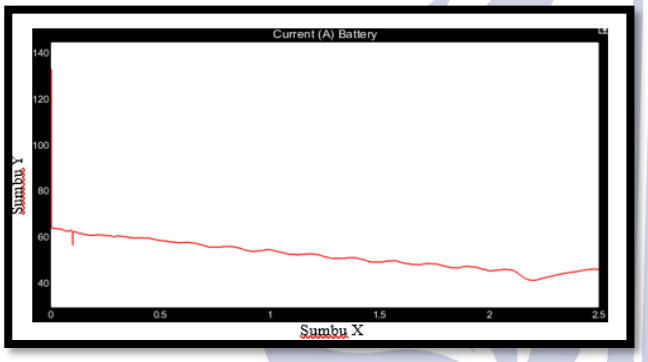
Tabel 4. Hasil Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Metode FFNN

Percobaan	Parameter Indikator			Hasil Percobaan	
	Watt Peak	Temp	Layer	Tegangan Input	Arus Input
1	1000	75	2	8.42	41.05
2	900	65	2	8.35	43.24
3	800	55	2	8.51	41.63
4	700	45	2	8.34	43.29
5	600	35	2	8.24	44.26
6	500	25	2	8.33	43.46
7	400	15	2	8.33	44.09
8	300	10	2	8.39	42.90
9	200	5	2	8.40	42.82
10	100	0	2	8.39	43.25

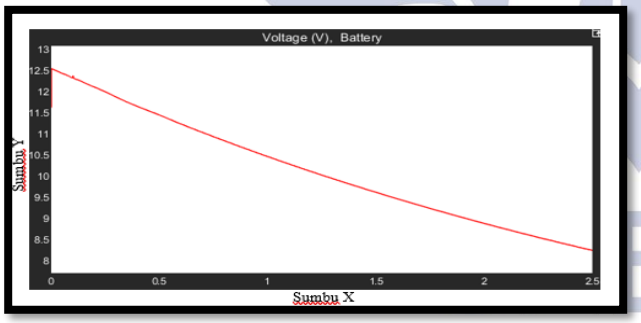
Grafik Tegangan Dan Arus Dengan Metode FFNN
Pengujian ke 1, 5, 10



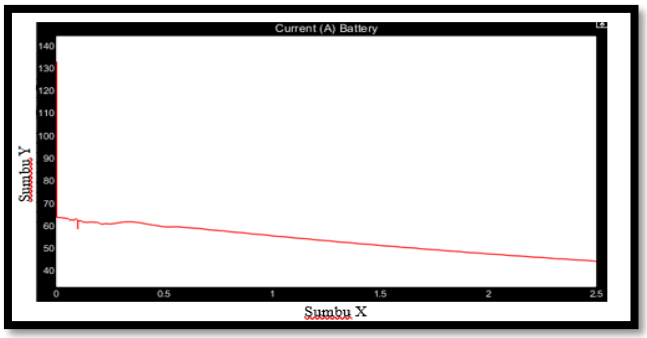
Gambar 13. Grafik Tegangan Hasil Perhitungan Metode FFNN Pengujian ke 1



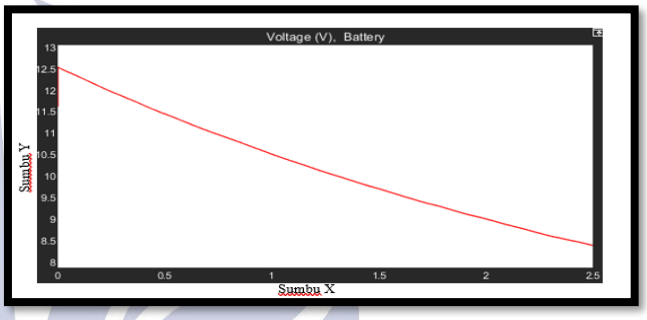
Gambar 14. Grafik Arus Hasil Perhitungan Metode FFNN Pengujian ke 1



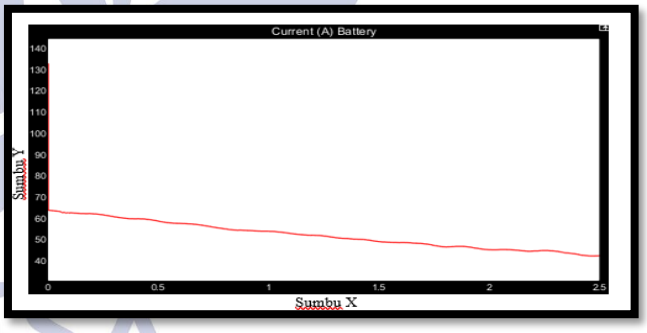
Gambar 15. Grafik Tegangan Hasil Perhitungan Metode FFNN Pengujian ke 5



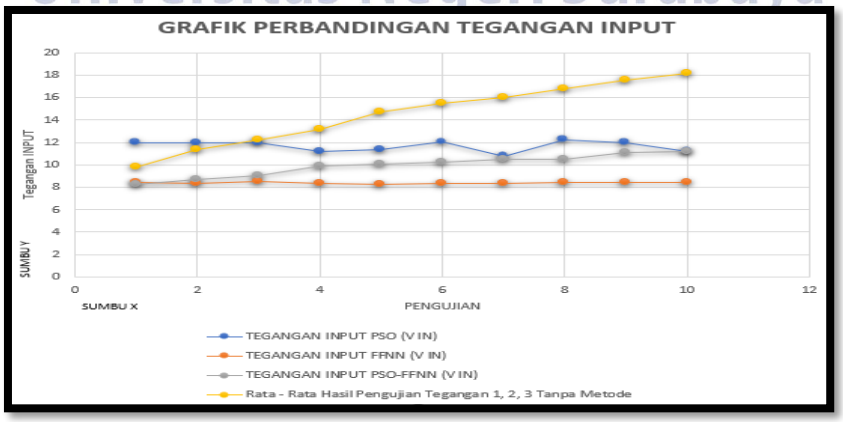
Gambar 16. Grafik Arus Hasil Perhitungan Metode FFNN Pengujian ke 5



Gambar 17. Grafik Tegangan Hasil Perhitungan Metode FFNN Pengujian ke 10

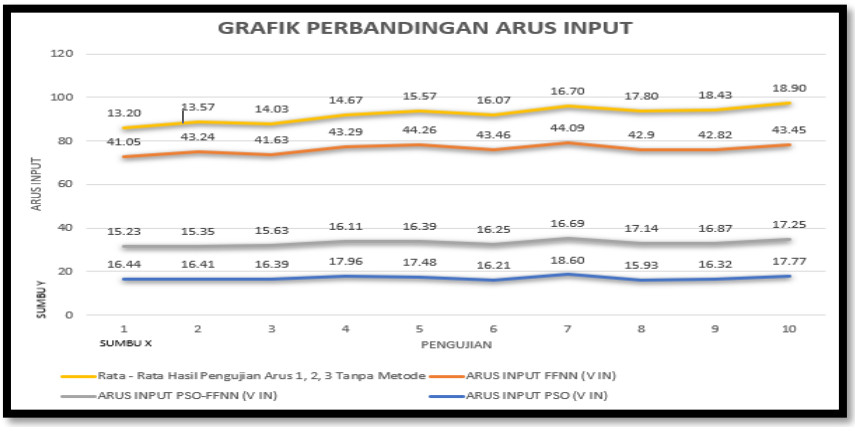


Gambar 18. Grafik Arus Hasil Perhitungan Metode FFNN Pengujian ke 10



Gambar 19. Grafik Perbandingan Tegangan Input Antara Tanpa Metode, Menggunakan Metode PSO, FFNN dan PSO – FFNN

Universitas Negeri Surabaya



Gambar 20. Grafik Perbandingan Arus Input Antara Tanpa Metode, Menggunakan Metode PSO, FFNN dan PSO – FFNN

Berdasarkan perhitungan dan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa nilai Tegangan Input (V in) yang diperoleh dari pengujian yang menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* lebih baik dibandingkan dengan nilai Tegangan Input (V In) yang diperoleh dari pengujian yang menggunakan metode *Feed Forward Neural Netwrok* dan *Hybrid Particle Swarm Optimization – Feed Forward Neural Network.*

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya berjudul "Analisis Indeks Keandalan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Angin – Surya Menggunakan Metode *Expected Energy Not Supplied* (EENS)" Oleh Ramadoni Syahputra tahun 2020. Pada penelitian tersebut indeks keandalan pembangkit listrik yang beroperasi di kabupaten Bantul provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dianalisis dengan metode *Expected Energy Not Supplied* (EENS). Sedangkan pada penelitian ini dilakukan modifikasi pembaharuan pada analisis keandalan yaitu dengan membuat sistem *photovoltaic* pada proses pengisian baterai menggunakan *software* Matlab R2019b. Hal tersebut dilakukan sebagai upaya implementasi penggunaan *photovoltaic* untuk analisis keandalan menggunakan *software* Matlab R2019b.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya berjudul "Pengisian Baterai Menggunakan *Buck-Boost Converter* Pada Sistem Energi Surya" oleh Hasan Asy'ari tahun 2019. Pada penelitian tersebut pengujian modul *Buck-Boost Converter* terhadap efektifitas penggunaan dan efesiensi pengisian baterai pada sistem tenaga surya. Sedangkan pada penelitian ini dilakukan pembaharuan pada pengujian sistem *photovoltaic* yang dirancang pada *software* Matlab R2019b untuk menghitung proses pengisian baterai dengan menambahkan variabel tegangan dan arus.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya berjudul "Sistem Pengisi Baterai Menggunakan *Boost Converter* Dan *Photovoltaic* Pada *Traffic Light*" Oleh Irham Herafiandi tahun 2016. Pada penelitian tersebut proses pengisian baterai dengan memanfaatkan energi sinar matahari sebagai sumber listrik untuk lampu *traffic light* dengan menstabilkan tegangan keluaran solar sel menjadi tegangan baterai yang digunakan untuk *boost converter* dengan PWM. Sedangkan pada penelitian ini dilakukan pembaharuan pada proses pengisian baterai menggunakan diagram satu garis yang dibuat di Matlab R2019b dengan parameter yang sudah ada dan menggunakan metode *hybrid* PSO dan FFNN.

V. PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan serangkaian simulasi yang telah dilakukan pada penelitian ini, diperoleh kesimpulan bahwa:

Rangkaian sistem pengisian baterai pada *photovoltaic* yang dirancang menggunakan *software* Matlab R2019b bekerja dengan baik dalam proses pengisian baterai. Apabila komponen *photovoltaic* pada *software* matlab diberi nilai parameter yang sudah ditentukan maka akan secara otomatis beroperasi dengan lama terhubung ke beban selama 5 detik dan kondisi baterai dalam keadaan beroperasi. Sebaliknya, apabila komponen *photovoltaic* pada *software* matlab tidak diberi nilai *watt peak* dan temperatur maka secara otomatis tidak terhubung ke beban sehingga baterai tidak beroperasi. Pada hasil pengujian analisis keandalan energi listrik pada pengisian baterai dengan membandingkan hasil nilai tegangan input dari pengujian sudah dilakukan membuktikan bahwa algoritma *Particle Swarm Optimazation* lebih baik dibandingkan dengan tanpa menggunakan metode, menggunakan metode *Feed Forward Neural Network* dan *Hybrid PSO - FFNN* dengan besaran nilai tegangan mendekati 12 Volt. Pengujian yang menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* untuk mencapai hasil terbaik menggunakan parameter WP = 500, Temp 1 = 35, Temp 2 = 35, Nilai Partikel (1) = 0,2, Nilai Partikel (2) = 0,3, Nilai Partikel (3) = 0,6, Nilai Partikel (4) = 0,9,

dengan memperoleh hasil pengujian V In = 12,07 V dan I In = 16,21 A.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan penambahan waktu komputasi disarankan menggunakan kombinasi berbagai teknik lain, termasuk menggabungkan algoritma Jaringan Saraf Tiruan dengan *Logika Fuzzy* yang dikenal sebagai *Neurofuzzy*, dan dengan optimasi *Swarm.*

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hasan. Asy'ari, "Pengisian Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Pada Sistem Energi Surya," *Edu Elektrika Journal*, pp. 73 - 77, 2019.

[2] Syahputra, Ramadoni, Fahrian Noor dan Faaris Mujaahid, "Analisis Indeks Keandalan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Angin-Surya Menggunakan EENS," *Semesta Teknika 23.1*, pp. 92 - 105, 2020.

[3] Syahputra, Ramadoni, Indah Soesanti, "Power System Stabilizer Model Based on Fuzzy-PSO for improving power system stability," in *Internasional Conference on Advanced Mechatronic, Intelligent Manufacture, and Industrial Automation (ICAMIMIA) . IEEE .*, 2015.

[4] Hailu Kebede dan Bekele Beyene, "Feasibility Study of PV - Wind - Fuel Cell Hybrid Power System for Electrification of a Rural VIllage in Ethiopia," *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2018.

[5] Achmad, Komarudin, "Desain Dan Analisis Proporsional Kontrol Buck-Boost Converter Pada Sistem Photovoltaik," *Jurnal ELTEK*, vol. 12.2, pp. 78 - 89, 2017.

[6] Achmad, Komarudin, "Desain dan Analisis Proposional Kontrol Buck-Boost Converter pada Sistem Photovoltaic," *Jurnal ELTEK Politeknik Negeri Malang*, 2015.

[7] Ilham, Muhammad Ubaidillah, "Maksimalisasi Pengisian Baterai dari Konversi Angin sebagai Sumber Daya pada Perahu dengan Metode Fuzzy," *Jurnal ELTEK Politeknik Negeri Malang*, 2015.

[8] Hery, "Alat Ukur Listrik AC (Arus, Tegangan, Daya) dengan Port Paralel," *Jurnal Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNS*, 2010.

[9] Haldorai, Anandakumar, dan Arulmurugan Ramu, Canonical Correlation Analysis Based Hyper Basis Feedforward Neural Network Classification for Urban Sustainability, Neural Processing Letters. 1 - 17, 2020.

[10] Hasnira, Hasnira, Windarko Naufal, Achmad Tjahjono, "Efficient Maximum Power Point Estimation Monitoring of Photovoltaic Using Feed Forward Neural Network," J*urnal Integrasi*, Vol. 12.2, pp. 92 - 104, 2020.

UNESA Universitas Negeri Surabaya