

RANCANG BANGUN SISTEM SWITCH OTOMATIS PANEL SURYA DAN PLN UNTUK BEBAN RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN (JST)

Kumillayla^{1,2}, Wahmisari Priharti, M.Sc., Ph.D.², Bandiyah Sri Aprillia, S.Si., M.Sc.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹kumillayla15@gmail.com, ²wpriharti@telkomuniversity.ac.id, ³bandiyah.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Panel surya adalah alat semikonduktor yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Salah satu pemanfaatannya adalah sebagai sumber pembangkit listrik pada beban rumah tangga. Beban rumah tangga yang dimaksud adalah peralatan elektronik yang digunakan di rumah. Akan tetapi intensitas cahaya yang diterima dapat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Untuk menjaga kestabilan ketersediaan listrik dan pemanfaatan energi panel surya secara maksimal, maka sangat diperlukan penggabungan sumber pembangkit listrik dengan listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN).

Berdasarkan pengembangan lain penelitian ini menggunakan metode JST dapat diketahui bahwa pengelompokan data dengan menggunakan JST ini memberikan hasil yang maksimal. Pada penggabungan sumber listrik yang dirancang terdiri dari panel surya, *solar charge controller*, baterai, inverter.

Hasil dari pengujian sistem kontrol catu daya hibrid panel surya dengan PLN dengan menggunakan JST bahwa sistem telah berfungsi dengan baik dan bekerja sesuai perencanaan operasi. Proses pengaturan catu daya yang paling baik adalah menggunakan jumlah iterasi 6000 kali dengan akurasi 0.959184. Nilai kesalahan terkecil yang didapat pada pengujian *learning rate* adalah 0,93197267%. Pada pengujian ini baterai pada saat pengosongan di tegangan kurang lebih $\pm 10,6V$, dan saat pengisian di tegangan 12V.

Kata Kunci : *switch*, panel surya, PLN, pembangkit, JST.

Abstract

Solar panels are semiconductor devices that can convert solar energy into electrical energy. One of the uses is as a source of electricity in household expenses. The intended household load is electronic equipment used at home. But the intensity of light received can affect the electrical energy produced by solar panels. To maintain the stability of electricity availability and the maximum utilization of solar energy, it is very necessary to incorporate sources of electricity with the National Electricity Company (PLN).

Based on another development of this research using ANN method, it can be seen that data grouping using this ANN gives maximum results. In combining the designed electricity source consisting of solar panels, solar charge controller, battery, inverter.

The results of testing the solar panel hybrid power supply control system with PLN using ANN that the system is functioning properly and working according to the operational plan. The best power supply setting process is to use the number of iterations 6000 times with an accuracy of 0.959184. The smallest error value obtained in the learning rate test is 0.93197267%. In this test the battery during discharge at a voltage of approximately $\pm 10.6V$, and when charging at 12V voltage.

Keywords: *switches, solar panels, PLN, generator, ANN.*

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan energi yang paling banyak dibutuhkan masyarakat, oleh karena itu banyak usaha yang dilakukan untuk membuat pembangkit listrik alternatif guna menunjang kebutuhan pasokan listrik yang semakin meningkat. Salah satunya adalah pemanfaatan energi matahari sebagai sumber pembangkit listrik pada beban rumah tangga. Beban rumah tangga yang dimaksud adalah peralatan elektronik yang digunakan di rumah. Energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya. Di Indonesia terletak di daerah tropis menghasilkan radiasi per hari dengan rata-rata sebesar 4,5 kWh/m² per hari (Solarec, 1996), sehingga pancaran cahaya matahari sangat banyak. Akan tetapi intensitas cahaya yang diterima dapat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Untuk kestabilan ketersediaan listrik dan pemanfaatan energi panel surya secara maksimal sangat diperlukan Hibrid atau penggabungan dengan listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN).

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya, ada permasalahan catu daya dari PLN mengalami keterbatasan pada jam beban puncak, energi listrik panel surya menjadi solusi untuk memperbaiki factor beban [1]. Perancangan

akan didasarkan pada diimplementasikannya pengaturan catu daya yang akan menghasilkan pemanfaatan energi alternatif secara maksimal. Mengacu permasalahan tersebut, maka dalam penelitian ini merancang energi panel surya dilengkapi dengan fitur pengaturan catu daya antara energi panel surya dan listrik PLN menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST). Berdasarkan pengembangan lain penelitian ini menggunakan metode JST dapat diketahui bahwa pengelompokan data dengan menggunakan JST ini memberikan hasil yang maksimal[2].

2. Dasar Teori

2.1 Peninjauan Penelitian

Untuk kestabilan ketersediaan listrik dan pemanfaatan energi listrik panel surya secara maksimal sangat diperlukan Hibrid dengan listrik PLN. Berikut pada Tabel II.1 contoh penelitian tentang Hibrid antara panel surya dengan listrik PLN:

Tabel II.1. Penelitian yang sudah ada

No.	Hibrid antara	Besar Energi Beban	Kapasitas Panel	Jumlah Panel	Pengatur catu daya	Referensi
1.	PLTS-PLN	4620 Wh	50 wp	Bervariasi 6, 12, dan 24	Fuzzy Logic	Azmi Saleh,2015
2.	PLTS-PLN	1545,91 W	100 wp	16	Switch manual dan otomatis	Liem Ek Bien, Ishak Kasim, & Wahyu, 2008
3.	PLTS-PLN	90,52W	100 wp	1	Programmable Logic Controllers	Puloeng Raharjo, Bambang Sujanarko, Triwahju Hardianto, 2015

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang disebutkan pada Tabel diatas, maka penulis melakukan penelitian juga tentang pengaturan catu daya,tetapi menggunakan metode yang berbeda dari penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini pengatur catu daya menggunakan metode JST.

2.2. Panel Surya

Panel surya adalah perangkat semikonduktor yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik dengan menggunakan Kristal silicon (Si) tipis.

Pengaruh kinerja panel surya dalam menghasilkan energi salah satunya dari jenis panel surya yang digunakan. Adapun jenis-jenis panel surya yang umum dipakai sebagai berikut:

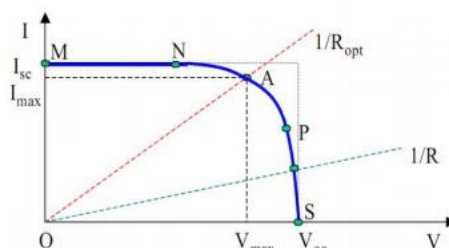
1. Monokristalin

2. Polikristalin

3. Thin Film Photovoltaic

Adapun pengaruh kinerja panel surya dalam menghasilkan energi listrik yang maksimal terdapat pada beberapa faktor antara lain :

- Intensitas cahaya matahari
- Kecepatan angin bertiup
- Jenis zat semikonduktor
- Posisi letak Panel surya terhadap matahari.



Gambar II. 1. Karakteristik arus tegangan (Grafik I-V)[5].

Parameter pada Grafik I-V biasa digunakan untuk menentukan keluaran karakteristik dari panel surya, yaitu:

a. Short Circuit Current (I_{sc})

Rangkaian arus tertutup atau *short circuit current* (I_{sc}) adalah arus keluaran maksimum dari panel surya pada kondisi tidak ada resistansi.

$$I_{sc} = qG(L_n + L_p) \quad (2.1)$$

Dimana :

G = tingkat generasi

L_n = panjang difusi electron

L_p = panjang difusi hole

b. Open Circuit Voltage (V_{oc})

Rangkaian tegangan terbuka atau *open circuit current* (V_{oc}) adalah kapasitas tegangan maksimum yang dapat dicapai pada kondisi tidak ada arus.

$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_{sc}}{I_s} + 1 \right) \quad (2.2)$$

Dimana :

k = konstanta Boltzmann (1.30×10^{-16} erg)

q = konstanta muatan electron (1.602×10^{-19} C)

T = suhu dalam Kelvin

I_s = Arus Saturasi

c. Maximum Power Point (MPP)

Maximum Power Point adalah daya maksimum (P_{max}) pada Gambar II.2. berada pada titik A (V_{max} , I_{max}).

$$P_{max} = V_{max} \times I_{max} \quad (2.3)$$

Dimana :

P_{max} = Daya maksimum keluaran panel (Watt)

V_{max} = Tegangan kerja panel pada daya maksimum (Volt)

I_{max} = Arus kerja panel pada daya maksimum (Ampere)

d. Faktor Pengisian atau Fill Factor (FF)

Faktor Pengisian atau *Fill Factor* (FF) adalah nilai yang mendekati konstanta suatu panel surya tertentu. Perbandingan antara daya maksimum yang didapat pada beban dan dengan perkalian I_{sc} dan V_{oc} .

$$FF = \frac{V_{max} \cdot I_{max}}{V_{oc} \cdot I_{sc}} \quad (2.4)$$

Jika nilai *fill factor* > 0,7 maka panel surya tersebut lebih baik[6].

2.3. Sistem Switch Controller

Penggabungan sumber listrik antara panel surya dan listrik PLN. Sumber pembangkit listrik ini menggunakan prinsip kerja satu arah yaitu dalam waktu tertentu beban hanya di suplai dengan salah satu pembangkit[7]. Pada *Switch controller* dirancang secara otomatis mendeteksi ketersediaan sumber pembangkit yang mensuplai beban, maka secara otomatis sumber pembangkit yang lain menggantikannya, dimana sistem mulai bekerja maka unit kontroler akan memeriksa tegangan baterai pada panel surya. Apabila tegangan baterai tidak lebih besar dari 10,6V, maka panel surya melakukan pengisian. Pada saat panel surya mengalami pengisian, perintah diteruskan ke PLN untuk mensuplai beban. Apabila panel surya sudah melakukan proses pengisian sampai pada tegangan lebih besar dari 12V, maka PLN akan mati dan unit kontroler mendeteksi lagi tegangan baterai pada panel surya. Dimana panel surya bekerja mensuplai beban. Pada saat mensuplai beban, panel surya juga mengalami pengisian. Proses ini terjadi secara terus menerus selama listrik PLN tidak dalam kondisi mati.

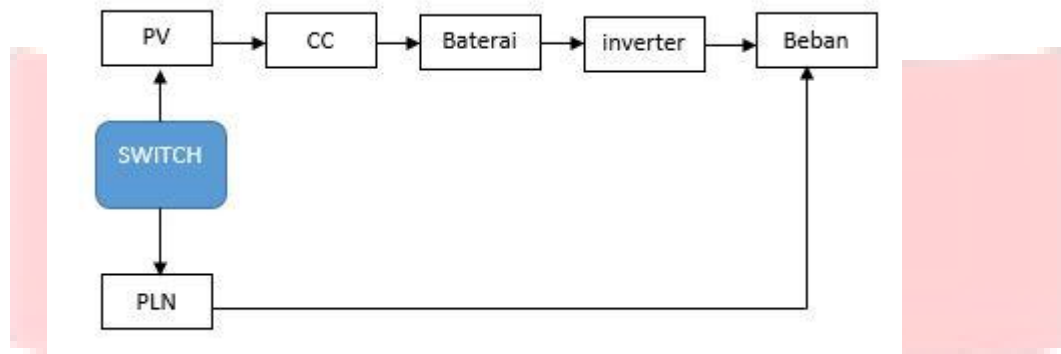
2.4. Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan syaraf tiruan adalah metode dalam *Machine learning* yang menirukan syaraf manusia yang merupakan bagian dasar dari otak manusia. JST terdiri dari atas lapisan masukan (*input layer*) dan lapisan keluaran (*output layer*). Algoritma *Backpropagation* terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*). Setiap unit paling tidak mempunyai bagian input, bagian output dan beberapa lapis yang berada di antara bagian input dan bagian output. Lapisan yang ditengah umumnya disebut *hidden layer*. Algoritma ini biasanya menggunakan *hidden layer* paling banyak adalah tiga lapis. Dengan tiga lapis kebanyakan permasalahan dapat diselesaikan. Output terakhir pada *hidden layer* langsung dipakai sebagai output dari JST[10]. *Training* pada metode ini menggunakan 3 tahap yaitu penghitungan *error*, pola *training feedforward*, dan penyesuaian bobot.

3. Pembahasan

3.1. Diagram Blok Sistem

Pada diagram blok ini termasuk sistem open loop dengan masukan arus beban, baterai, intensitas cahaya matahari lalu diproses menggunakan *switch* otomatis dengan keluaran berupa arus AC atau arus DC.



Gambar III. 1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem pada Gambar III.1 adalah rancangan secara keseluruhan dari penelitian. Prinsip kerja diagram blok di atas adalah panel surya dengan intensitas cahaya matahari yang berubah-ubah dihubungkan ke baterai dengan tegangan yang dianggap tetap. Namun karakteristik dan spesifikasi ditentukan terlebih dahulu dengan mempertimbangkan data beban. Diantara PLN dengan panel surya terdapat sebuah saklar dengan kontrol *JST* dengan masukan data dari sensor arus yang berada pada panel surya, beban, dan baterai. Ketiga masukan itu akan diolah dengan algoritma *JST* dengan nilai bobot hasil percobaan neuron.

Sistem percobaan dapat dimulai bila telah memasukkan nilai masukan yaitu arus dan tegangan dari panel surya dan PLN. Setelah percobaan dimulai terdapat error maka sistem akan mempelajarinya lagi dengan mengubah nilai bobot hingga mendapatkan nilai error terkecil. Setelah hasil output sesuai dengan target yang diinginkan maka algoritma itu akan dipakai untuk mengatur pensklaran antara catu daya panel surya dan PLN.

3.2. Cara Kerja Sistem

Sistem ini bekerja dengan cara membaca arus dan tegangan pada solar panel dan arus pada beban, dimana dalam hal ini tegangan PLN dikatakan tetap senilai 220V. Dapat dilihat pada Gambar II.2 dibawah cara kerja sistem adalah pada tahapan pembelajaran jaringan saraf tiruan, data arus dan tegangan pada solar panel digunakan sebagai input untuk menentukan sediaan daya yang bisa digunakan untuk menyalakan beban, sedangkan PLN dikatakan dapat mensuplai beban secara bebas (mencukupi).

Pada tahapan pembelajaran jaringan saraf tiruan, diharapkan diperoleh hasil dimana suplai harus diambil dari solar panel (PV) atau dari sumber PLN. Sistem PV akan mensuplai beban ketika hasil jaringan saraf tiruan menyatakan nilai 1 dan secara otomatis sumber PLN akan terputus, sedangkan ketika hasil luaran jaringan saraf tiruan menyatakan nilai 0, maka sumber PV akan terputus dan arus akan disuplai dari sumber PLN

3.3. Kalibrasi

3.3.1. Panel Surya

Tujuan Kalibrasi : Tujuan dari kalibrasi panel surya adalah untuk mengetahui karakteristik panel surya sudah dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan atau belum, kalibrasi dilakukan dengan mengukur panel surya dengan sensor tegangan DC.

Alat Kalibrasi :

- Panel Surya
- Sensor tegangan dan arus
- Laptop
- Arduino UNO
- Kabel USB
- Adaptor 12v
- multimeter

Langkah Kalibrasi : Langkah kalibrasi panel surya adalah dengan mengukur tegangan dan arus selama 6 jam (08.00-14.00) secara bertahap setiap setengah jam. Selanjutnya hasil dari pembacaan sensor tegangan DC dibandingkan dengan multimeter yang digunakan secara bersama.

Hasil dan Analisis: Hasil dan analisis dari kalibrasi panel surya ditampilkan dalam bentuk Tabel IV.1 untuk melihat hasil kalibrasi dengan sensor tegangan DC.

Tabel IV. 1. Hasil kalibrasi panel surya menggunakan sensor

JAM	Panel Surya		
	Tegangan(V)	Arus(A)	Daya(W)
08:00	13.08	2.14	27.99
08:30	13.22	3.10	40.98
09:00	13.58	3.26	44.27
09:30	14.16	3.31	46.86
10:00	14.63	3.46	50.61
10:30	14.96	3.79	56.69
11:00	15.60	4.31	67.23
11:30	15.40	4.35	66.99
12:00	14.77	4.64	68.53
12:30	14.94	4.83	72.16
13:00	15.49	4.60	71.25
13:30	13.45	4.33	58.23
14:00	13.37	3.80	50.80
14:30	13.50	3.36	45.36
Rata-rata	14.22	3.75	54.08

Tabel IV.1 adalah hasil karakteristik V-I panel surya. Dapat dilihat menunjukkan bahwa tegangan dan arus panel surya memiliki keakuratan yang cukup baik dengan rata-rata presentase error masing-masing yaitu tegangan sebesar 0.07 % dan arus sebesar 0.3 % . Pada data tersebut terdapat selisih angka dibelakang koma yang cukup besar, antara nilai pembacaan arus dengan nilai perhitungan. Hal ini disebabkan, panel surya yang digunakan adalah jenis monokristalin dengan power toleransi ± 3 % , sehingga hasil tidak dapat sama dengan yang di spesifikasinya.

Tabel IV. 2. Hasil kalibrasi panel surya menggunakan multimeter

No	JAM	Panel Surya		
		Tegangan(V)	Arus(A)	Daya(W)
1	08:00	13.06	2.14	27.99
2	08:30	13.22	3.10	40.98
3	09:00	13.52	3.26	44.27
4	09:30	14.16	3.31	46.86
5	10:00	14.63	3.41	50.61
6	10:30	14.98	3.79	56.68
7	11:00	15.60	4.36	67.23
8	11:30	15.40	4.35	66.93
9	12:00	14.77	4.66	68.59
10	12:30	14.95	4.83	72.15
11	13:00	15.49	4.69	71.26
12	13:30	13.44	4.30	58.23

13	14:00	13.37	3.80	50.80
Rata-rata		14.29	3.73	55,01

Dari Tabel IV.2 dapat dilihat bahwa hasil kalibrasi sensor arus setelah dikalibrasi dan dibandingkan dengan alat ukur multimeter maka nilai selisih rata-rata pengukurannya adalah 0.02 kalibrasi sensor lebih bagus dibandingkan menggunakan alat ukur multimeter yang kemungkinan terjadi banyak error.

3.3.2. Sensor Arus

Tujuan Kalibrasi: Tujuan dari Kalibrasi sensor arus ini adalah untuk mengetahui sensor arus AC sudah dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan atau belum, Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari pembacaan sensor arus AC dengan perhitungan.

Alat Kalibrasi:

- Sensor ACS 712
- Laptop
- Arduino UNO
- Kabel USB
- Adaptor 12v
- Kwhmeter

Langkah Kalibrasi: Langkah Kalibrasi sensor arus AC adalah menghubungkan pin sensor ke Arduino UNO. Sensor arus memiliki 3 pin utama yaitu pin Vcc, GND, dan Vout. Pin Vcc dan GND dihubungkan dengan pin Vcc dan GND pada Arduino UNO. Sedangkan pin Vout dari sensor dihubungkan dengan pin A0 pada Arduino UNO. Pengukuran dilakukan dengan mengukur arus dari beberapa lampu dengan daya berbeda. Selanjutnya hasil dari pembacaan sensor arus AC dibandingkan dengan perhitungan.

Hasil dan Analisis: Hasil dan analisis dari Kalibrasi sensor arus ditampilkan dalam bentuk Tabel IV.3 untuk mengetahui hasil Kalibrasi serta selisih antara pembacaan sensor arus AC dan perhitungan.

Tabel IV. 3. Hasil kalibrasi sensor Arus

No.	Pembacaan arus sensor ACS712	Besar beban (watt)	Tegangan beban (V)	Pembacaan arus kwhmeter (I)	Selisih	Presentase error(%)
1.	0.01	3	231.8	0.08	0.07	0.8%
2.	0.11	5	231.6	0.10	0.01	0.1%
3.	0.16	10	232.5	0.12	0.04	0.3%
4.	0.17	14	232.0	0.09	0.08	0.1%
Rata-rata					0.05	0.3%

Dari Tabel IV.3 adalah menunjukkan bahwa sensor arus memiliki keakuratan yang cukup baik dengan rata-rata presentase error sebesar 0.3%. Pada data tersebut terdapat selisih angka dibelakang koma yang cukup besar, antara nilai pembacaan arus dengan nilai perhitungan. Hal ini disebabkan, sensor arus yang digunakan adalah ACS 712 20Ampere yang memiliki sensitivitas 100 mV/A, sehingga sensor tidak dapat mendeteksi nilai arus dibawah 1 Ampere dengan baik.

3.3.3. Sensor Tegangan

Tujuan Kalibrasi: Tujuan dari Kalibrasi sensor tegangan ini adalah untuk mengetahui sensor tegangan sudah dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan atau belum, Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari pembacaan sensor tegangan dengan perhitungan.

Alat Kalibrasi:

- Sensor ZMPT101b
- Laptop
- Arduino UNO
- Kabel USB
- Adaptor 12v
- Kwhmeter

Langkah Kalibrasi: Langkah Kalibrasi sensor tegangan adalah menggunakan komunikasi satu jalur untuk melakukan pertukaran data antara sensor dan Arduino UNO. Pin 1 jalur tersebut dihubungkan dengan pin A1 pada perangkat Arduino UNO. Sedangkan pin Vcc dan GND dihubungkan dengan pin Vcc dan GND pada Arduino UNO. Data keluaran sensor dapat dilihat pada Tabel IV.4.

Hasil dan Analisis: Hasil dan analisis dari Kalibrasi sensor tegangan ditampilkan dalam bentuk Tabel IV.4 untuk mengetahui hasil Kalibrasi serta selisih antara pembacaan sensor tegangan AC dan kwhmeter.

Tabel IV. 4. Hasil Kalibrasi sensor tegangan

No.	Pembacaan tegangan sensor ZMPT101B	Besar beban (watt)	Tegangan beban (V)	Selisih	Presentase error (%)
1.	227.2	3	231.8	4.6	1.9%
2.	227.3	5	231.6	4.3	1.8%
3.	227.0	10	232.5	5.5	2.3%
4.	226.9	14	232.0	5.1	2.1%
Rata-rata				4.8	2.0%

Dari Tabel IV.4 adalah menunjukkan bahwa sensor tegangan memiliki keakuratan yang cukup baik dengan rata-rata presentase error sebesar 2.0%. Pada data tersebut terdapat selisih angka dibelakang koma yang cukup besar, antara nilai pembacaan tegangan dengan nilai perhitungan. Hal ini disebabkan, sensor tegangan yang digunakan adalah ZMPT101B yang memiliki sensitivitas 100 mV/A, sehingga sensor tidak dapat mendeteksi nilai tegangan dibawah 1 volt dengan baik.

3.3.4. Pengujian Simulasi dan Analisis Respon Jaringan Saraf Tiruan pada Sistem Switch Otomatis

Tujuan Simulasi: Tujuan dari pengujian ini untuk memperoleh matrix pada synaptic pertama dan synaptic kedua untuk diimplementasikan dalam persamaan di program arduino.

Alat Pengujian:

- *Interpreter Python*

Langkah Pengujian : Pada tahap ini disediakan data sebanyak 98 buah sebagai data training dan ditulis dalam file txt. Data ini kemudian dibaca oleh program python untuk dilakukan proses pelatihan dimana pada tahapan ini dibuat 3 pengujian yaitu jumlah perulangan training sebanyak:

- 600 kali
- 6000 kali
- 60000 kali

Hasil dari pelatihan ini dibandingkan dengan data dari hasil learning untuk diperoleh waktu proses learning dan hasil parameter layer synaptic ke 1 dan ke 2.

Hasil dan Analisis: Pada tahap ini diperoleh hasil simulasi dengan sebagian nilai sebagai berikut:

Tabel IV. 5. Hasil Simulasi

watt PV	Beban	Switch PV	Perulangan Learning			Data NN	Data NN	Data NN
			60000	6000	600			
22.36486	70.84	0	2.58E-29	9.10E-26	2.31E-44	2.58E-14	9.10E-06	2.31E+01
16.38312	29.92	0	5.36E-29	1.02E-25	1.23E-44	5.36E-14	1.02E-05	1.23E+01
30.8832	1.98	1	1.44E-14	7.28E-16	1.06E-36	1.44E+01	7.28E+04	1.06E+09
27.78791	39.38	0	5.36E-29	1.19E-25	6.27E-45	5.36E-14	1.19E-05	6.27E+00
23.34456	20.24	0	1.21E-24	4.05E-25	1.08E-41	1.21E-09	4.05E-05	1.08E+04
15.83004	79.42	0	3.34E-29	9.07E-26	1.46E-44	3.34E-14	9.07E-06	1.46E+01
10.65995	88.88	0	4.57E-29	9.36E-26	1.34E-43	4.57E-14	9.36E-06	1.34E+02

Pada table IV.5 didapat hasil dari pelatihan ini memperlihatkan rentang nilai synaptic akhir pada nilai perulangan 60000 kali berada pada kisaran 10^{-14} hingga 10^{-29} sedangkan pada perulangan 6000 kali berada pada

kisaran 10^{-19} hingga 10^{-26} dan pada perulangan 600 kali diperoleh nilai pada kisaran 10^{-36} hingga 10^{-44} dengan mengkalikan nilai normalisasi diperoleh hasil akurasi sebagai berikut:

Tabel IV. 6. Hasil akurasi

Akurasi	
Perulangan 60000 kali	0.918367
Perulangan 6000 kali	0.959184
Perulangan 600 Kali	0.918367

Pada Tabel IV.6 didapat hasil dari simulasi ini diperoleh bahwa data synaptic pada perulangan 6000 kali adalah akurasi yang terbaik. Hal ini dapat diakibatkan oleh sifat proses jaringan saraf tiruan yang apabila semakin banyak perulangan akan mengakibatkan nilai semakin mengecil sedangkan pada perulangan yang terlalu sedikit akan menghasilkan nilai yang kurang akurat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, kalibrasi, pengambilan data, dan analisis sistem pada sistem *switch* otomatis menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan, dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya:

1. Parameter yang digunakan untuk mendapatkan tingkat kesalahan terkecil dalam proses pengaturan catu daya yang paling baik adalah menggunakan jumlah iterasi sebanyak 6000 kali dengan rata-rata 0.959184.
2. Nilai kesalahan terkecil yang didapat pada pengujian *learning rate* adalah 0,93197267%
3. Pada pengujian ini baterai pada saat pengosongan di tegangan $\pm 10,6V$, dan saat pengisian di tegangan 12V.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. T. Elektro, F. Teknik, and U. J. Unej, "Sistem energi surya fotovoltaik (sesf)."
- [2] M. Huebla, "دمشق مدينة رياض في المدرسة قبل ما الأطفال حياة نوعية على وتأثيرها المبكرة الطفولة نخور انتشار", *Intoxicacion As Frecuentes Y Sus Princ. Factores Influyentes En Niños Atendidos En El Serv. Pediatr. Del Hosp. Prov. Gen. Docente Riobamba Periodo Enero-Agosto Del 2013*, vol. 1, p. 80, 2013.
- [3] "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18, no. 01. pp. 10–14, 2018.
- [4] H. Asy'ari, A. Rozaq, and F. S. Putra, "Harga listrik," *Emitor*, vol. 14, no. 01, pp. 33–39, 2014.
- [5] A. Karina and S. Satwiko, "Studi Karakteristik Arus-Tegangan (Kurva I-V) pada Sel Tunggal Polikristal Silikon serta Pemodelannya," *Pertem. Ilm. XXV HFI Jateng DIY*, no. 1, pp. 163–166, 2011.
- [6] A. D. Hansen, P. Sørensen, and L. H. Hansen, *Models for a Stand-Alone PV System*, vol. 1219, no. December. 2000.
- [7] "No Title." [Online]. Available: <https://www.andalanelektro.id/2018/11/karakteristik-sensor-suhu-ac-712.html>.
- [8] A. Ahmad Hania, "Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, Neural Network, dan Deep Learning," *J. Teknol. Indones.*, no. June, 2017.
- [9] S. Baluja, "Artificial Neural Network Evolution," *Pract. Handb. Genet. Algorithms*, pp. 1–27, 2010.
- [10] U. S. Utara, "run time."
- [11] Y. D. Lestari, "Jaringan syaraf tiruan untuk prediksi penjualan jamur menggunakan algoritma backpropagation," *J. ISD*, vol. 2, no. 1, pp. 40–46, 2017.
- [12] D. Jumantoro, A., hartanto, R., prastyanto, "Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Penyakit THT Di Rumah Sakit Mardi Rahayu Kudus," *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 11–21, 2009.