

PEMODELAN IDENTIFIKASI PEMAKAIAN BEBAN SOLAR PANEL BERBASIS ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Muhammad Ruswandi Djalal¹⁾, Tasrif²⁾

^{1,2)}Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This research proposes a modeling for the identification of the load usage of the solar cell using the Neural Network algorithm with the Feed-Forward Backpropagation training algorithm. Modeling is designed using Simulink-Matlab. From the results of neural network training, an average training error of 0.048263889% is obtained. The results of this Neural Network training are then used as an algorithm to identify the use of electrical loads, which in this study uses 3 types of loads with several combinations. In this study, there are 7 load combinations used. From the test results, the load current monitoring error is an average of 1.41%, while for the load current identification error using the Neural Network algorithm, an average error of 0.07037% is obtained. In this study, a new modeling is used to monitor and identify the load current of solar cells with the concept of Non Intrusive Load Monitoring (NILM) with ACS712 current sensors combined with intelligent methods based on Artificial Neural Network (ANN) with Feed-Forward Backpropagation based training methods.

Keywords: *Neural Network, Solar Cell, Feed-Forward Backpropagation, Non Intrusive Load Monitoring, Error*

1. PENDAHULUAN

Surya atau sinar matahari merupakan sumber energi terbesar di bumi. Dari keseluruhan energi seperti panas dan cahaya yang terpancar ke permukaan bumi tersebut hanya sekitar 30% kembali ke luar angkasa, selebihnya sisa energi matahari ini diserap daratan, lautan dan awan yang berbeda di bumi. Dengan demikian energi surya saat ini sering dimanfaatkan sebagai energi alternatif atau terbarukan. Pemanfaatan energi terbarukan atau energi alternatif untuk mendapatkan pasokan listrik, diantaranya dengan memanfaatkan tenaga radiasi energi matahari dengan menggunakan sel surya sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik, atau bisa disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Dewasa ini ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami perkembangan yang sangat pesat. Beberapa diantaranya adalah di bidang komputer dan sistem pengiriman data. Dua hal tersebut merupakan suatu rangkaian padu yang tidak dapat dipisahkan. Dampak positif yang dapat dirasakan akibat perkembangan teknologi tersebut salah satunya adalah membantu pekerjaan manusia, dimana dahulu dilakukan secara manual, sekarang dilakukan secara otomatis sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja. Sebagai contoh dalam monitoring daya listrik panel sel surya memerlukan bantuan komputer [1].

Pemantauan terhadap parameter keluaran solar panel sangat diperlukan untuk menilai kinerja sebuah solar panel pada perubahan intensitas cahaya matahari. Pemantauan menggunakan software bertujuan agar pemantauan bersifat realtime sehingga dalam pemantauan tidak memerlukan cara manual dengan menggunakan alat ukur yang tidak bersifat realtime [2]. Maka, diperlukan sistem monitoring yang dapat mengukur, mengakuisisi, menampilkan dan menyimpan data pengukuran atau pemantauan kinerja solar panel.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, perangkat sistem monitoring dan identifikasi dirancang agar memudahkan dalam kegiatan pemantauan unit pada lokasi yang terpasang. Data pemantauan juga diharapkan dapat diakses oleh pihak terkait dengan lebih mudah dan cepat. Pada penelitian ini, monitoring berguna untuk memberikan hasil pengukuran yang memiliki tingkat ralat atau error sekecil mungkin, mudah diakses secara realtime dan mampu menampilkan grafik dan informasi hasil pengukuran [3].

Pada penelitian ini, di rancang suatu model identifikasi pemakaian beban solar panel secara *real time*. Pengguna dapat dengan mudah memperoleh informasi mengenai seberapa banyak pemakaian energi listrik yang telah digunakan. Dengan cara tersebut, konsumen dapat mengetahui dan membedakan peralatan-peralatan elektronika yang boros energi dan hemat energi sehingga konsumen bisa melakukan penghematan efektif. Sistem pemantauan beban berbasis *Non Intrusive Load Monitoring (NILM)* [4], di mana hanya memerlukan sensor tegangan dan arus [5].

Identifikasi dirancang menggunakan *hybrid Backpropagation Neural Network*. *Backpropagation Neural Network* merupakan salah satu teknik komputasi berbasis kecerdasan buatan yang dapat mengenali pola, klasifikasi/identifikasi, prediksi, optimisasi, dan pendekatan fungsi. Beberapa penelitian terkait identifikasi

¹ Korespondensi penulis: Muhammad Ruswandi Djalal, Telp.085250986419, wandi@poliupg.ac.id

pemakaian beban menggunakan Neural Network menunjukkan hasil yang optimal seperti [6-11]. Kemampuan *backpropagation neural network* dalam mengenali pola dan identifikasi dapat menyelesaikan permasalahan dalam memantau dan mengidentifikasi pemakaian energi listrik dengan hasil akurat.

2. METODE PENELITIAN

Karakteristik arus masing-masing beban ditampilkan pada tabel berikut. Total beban sebanyak 3 beban tunggal dan 3 beban kombinasi. Pengambilan sampling data arus masing-masing beban nantinya digunakan sebagai data input untuk pelatihan neural network. Data beban yang digunakan sebanyak 20 sample atau selama 20 detik. Masing-masing kombinasi beban dituliskan dengan state, yang kemudian digunakan sebagai metode identifikasi oleh algoritma neural network. Tabel berikut menunjukkan klasifikasi beban dan karakteristik arus masing-masing kombinasi beban.

Tabel 1. Klasifikasi Beban

State	Beban
1	Lamp
2	Kipas
3	Motor DC
4	Lamp + Kipas
5	Lamp + Motor DC
6	Kipas + Motor DC
7	Lamp + Kipas + Motor DC

Tabel 2. Karakteristik Arus Beban

Data	Kombinasi Beban						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1.9	0.59	3.1	2.37	3.9	3.5	4.5
2	1.8	0.59	3.1	2.37	3.9	3.5	4.6
3	1.9	0.59	3.0	2.37	3.9	3.4	4.5
4	1.9	0.60	3.0	2.38	3.9	3.5	4.6
5	1.9	0.60	3.0	2.38	3.8	3.4	4.6
6	1.8	0.60	3.1	2.37	3.7	3.5	4.5
7	1.8	0.59	3.1	2.37	3.7	3.5	4.5
8	1.8	0.59	3.1	2.37	3.8	3.5	4.5
9	1.8	0.60	3.1	2.37	3.8	3.4	4.6
10	1.7	0.60	3.0	2.36	3.8	3.4	4.5
11	1.8	0.59	3.0	2.38	3.8	3.5	4.5
12	1.8	0.59	3.1	2.37	3.9	3.5	4.6
13	1.9	0.59	3.1	2.37	3.9	3.5	4.6
14	1.8	0.60	3.1	2.38	3.8	3.5	4.6
15	1.8	0.60	3.1	2.38	3.8	3.4	4.6
16	1.7	0.60	3.1	2.38	3.9	3.4	4.6
17	1.7	0.59	3.1	2.38	3.9	3.4	4.5
18	1.7	0.60	3.0	2.37	3.9	3.4	4.5
19	1.8	0.60	3.1	2.37	3.9	3.4	4.5
20	1.8	0.60	3.1	2.37	3.9	3.4	4.5

Keterangan beban:

1.Lamp; 2.Kipas; 3.Motor DC; 4.Lamp + Kipas; 5.Lamp + Motor DC; 6.Kipas + Motor DC; 7.Lamp+Kipas + Motor DC

Desain Software

Pemodelan Neural Network

Dalam penelitian ini penggunaan algoritma Neural Network digunakan sebagai metode identifikasi beban. Dalam penerapannya ada beberapa prosedur/langkah yang dilakukan untuk membuat suatu Syaraf yang dapat mengenali dan memutuskan suatu tindakan. Prosedur tersebut adalah pelatihan dan pengujian syaraf yang

akan dibuat. Software Matlab memiliki tool Neural Network, yang dalam penelitian ini akan digunakan. Data sampling beban pada table untuk masing-masing pola akan digunakan sebagai data input untuk pelatihan neural network. Sebagai output/target digunakan table dalam melakukan identifikasi beban. Berikut akan dijelaskan beberapa tahapan atau prosedur dalam membuat syaraf untuk mengidentifikasi beban pada penelitian ini.

Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

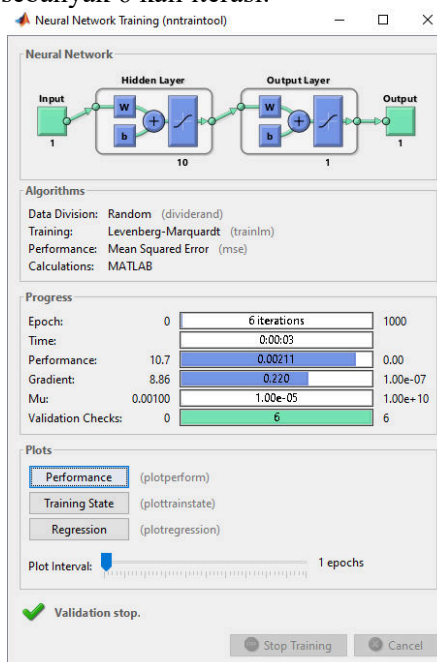
Pelatihan jaringan syaraf tiruan bertujuan untuk mengenali pola beban, tahapan pertama adalah memasukkan data input arus pada matlab, dengan cara membuat suatu variable input pada kolom workspace, demikian pula dengan data output/target. Setelah itu, prosedur berikutnya adalah memanggil toolbox neural network, dengan mengetikkan perintah “nntool” pada kolom command window

Prosedur berikutnya adalah membuat sebuah networks yang baru, dan melakukan beberapa konfigurasi yang ditunjukkan seperti gambar berikut. Beberapa konfigurasi tersebut diantaranya, training function yang digunakan adalah dengan metode *Lavenberg Marquard (LM)*, jumlah layer sebanyak 2, transfer function menggunakan fungsi *tansig* dan jumlah neuron sebanyak 10. Berikut ditunjukkan tampilan konfigurasi network.

Prosedur berikutnya adalah melakukan pelatihan pada networks yang sudah dibuat, tujuannya adalah agar networks ini mampu mengelola data beban pada penelitian ini. Gambar berikut menunjukkan proses pelatihan networks.

Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan

Prosedur berikutnya pelatihan networks yang sudah dibuat, prosedur ini akan memerlukan waktu, karena diperlukan beberapa kali training atau percobaan dalam melakukan pelatihan, sampai error yang didapatkan kecil. Berikut tampilan jaringan keseluruhan yang akan dibuat. Gambar berikut menunjukkan proses pelatihan yang terbaik yang sudah dilakukan dengan beberapa kali percobaan. Dari hasil percobaan didapatkan proses iterasi/perulangan dilakukan sebanyak 6 kali iterasi.



Gambar Proses iterasi pelatihan networks

Dari hasil pelatihan tersebut dapat terlihat, didapatkan error pelatihan pada tabel berikut. Hasil pengujian algoritma Neural network didapatkan error yang sangat kecil yaitu sebesar 0,048263889%.

Tabel Hasil Pengujian Neural Network

Target	Testing	Error
1	1	0
2	2,0341	-0.034097
3	2.9811	-1.89

4	3.8922	-10.78
5	5.0219	2.19
6	5.9544	-4.56
7	6,9798	0.020193
Total		0,048263889

Pemodelan

Jaringan Syaraf yang sudah dibuat selanjutnya dimodelkan agar dapat dilihat respon system dalam mengenali pola beban atau identifikasi beban. Prosedur pertama pemodelan adalah mengubah Networks yang dibuat tadi menjadi sebuah block. Untuk mengubahnya dilakukan dengan fungsi perintah “gensim(nama_networks)”.

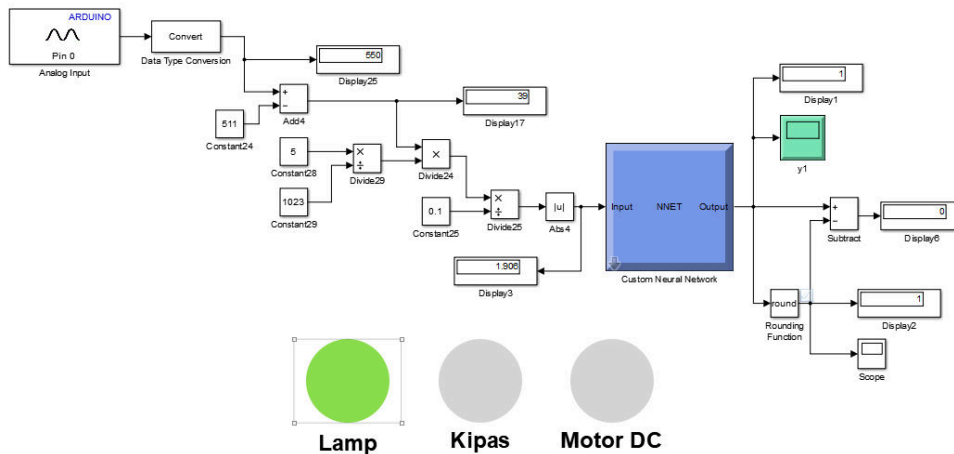
3. HASIL & PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengambilan sample data arus masing-masing beban, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan algoritma Neural Network untuk metode identifikasi pada software MATLAB, kemudian hasil pengujian algoritma dikonversi menjadi blok untuk selanjutnya digunakan untuk pemodelan sistem di Simulink. Selanjutnya dilakukan pengujian untuk menguji algoritma Neural Network dan sistem yang telah dibuat untuk monitoring dan identifikasi. Ada 7 state/kombinasi beban yang diuji dan dijelaskan pada bab pembahasan ini. Untuk melihat dan menganalisa perbandingan error yang didapatkan pada algoritma neural network.

Monitoring dan Identifikasi Pemakaian Beban Menggunakan Algoritma Neural Network

Pengujian Beban 1

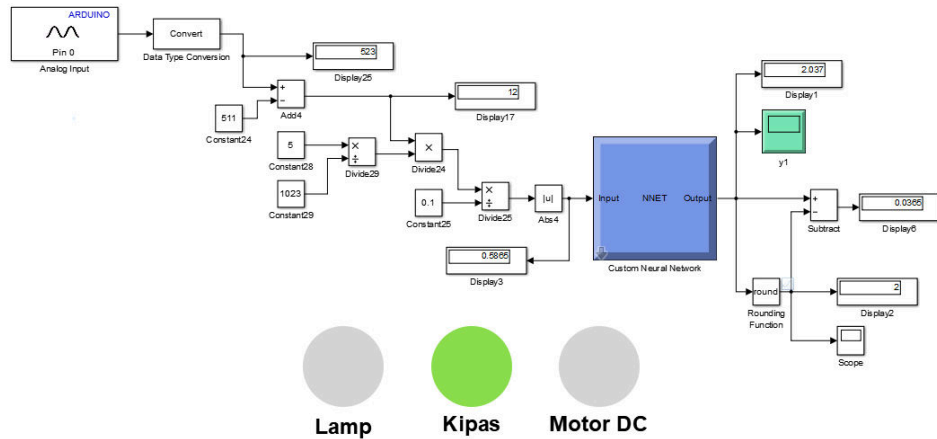
Pengujian pertama dilakukan pada case beban 1 yaitu pengujian pada beban lampu. Dari hasil pengujian didapatkan algoritma neural network dapat dengan baik mengidentifikasi beban yang sedang bekerja.



Gambar Monitoring dan Identifikasi Beban 1

Pengujian Kombinasi Beban 2

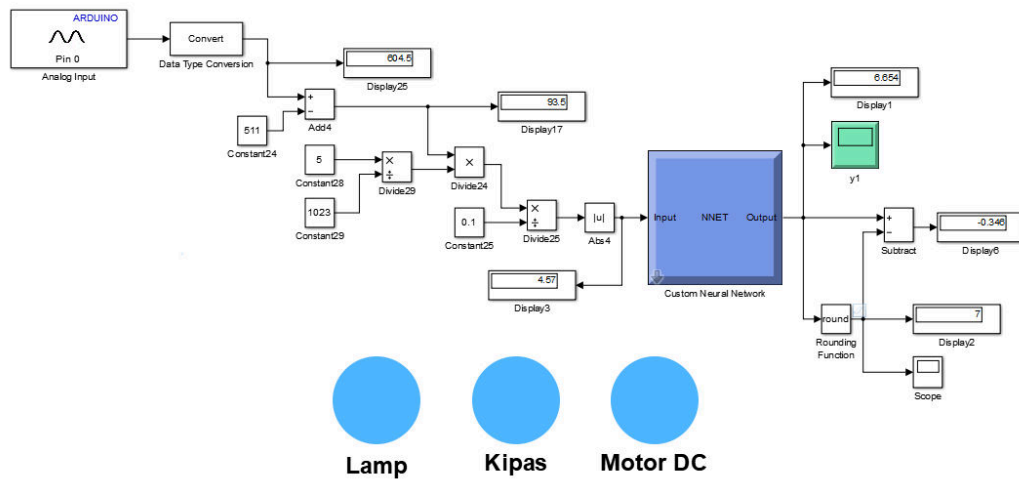
Pengujian pertama dilakukan pada case beban 2 yaitu pengujian pada beban TV. Dari hasil pengujian didapatkan algoritma neural network dapat dengan baik mengidentifikasi beban yang sedang bekerja.



Gambar Monitoring dan Identifikasi Beban 2

Pengujian Kombinasi Beban 7

Pengujian pertama dilakukan pada case beban 7 yaitu pengujian pada beban lampu, kipas dan motor dc. Dari hasil pengujian didapatkan algoritma neural network dapat dengan baik mengidentifikasi beban yang sedang bekerja. Hasil identifikasi algoritma neural network didapatkan hasil monitoring arus sebesar 0.4692 A, dengan output Neural Network sebesar 7.2. Tabel 1 berikut menunjukkan hasil pengujian beban 7.



Gambar Monitoring dan Identifikasi Beban 7

Dari hasil pengujian didapatkan karakteristik monitoring dan identifikasi arus beban, hasil pengujian ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian

No	Monitoring			Identifikasi		
	Input	Testing	Error (%)	Target	Testing	Error (%)
1	1.9	1.906	0.6	1	1	0
2	0.59	0.5866	-0.34	2	2.037	3.7
3	3.1	3.014	-8.6	3	3.022	2.2
4	2.37	2.372	0.2	4	3.988	-1.2
5	3.9	3.902	0.2	5	4.991	-0.9
6	3.5	3.512	1.2	6	6.032	3.2
7	4.5	4.57	7	7	6.654	-4.6
Total			1,41			0.07037

Dari tabel hasil perbandingan pengujian didapatkan error monitoring arus beban rata-rata sebesar 1,41%, sedangkan untuk error identifikasi arus beban dengan menggunakan algoritma Neural Network didapatkan error

rata-rata sebesar 0.07037%. Pada penelitian ini digunakan sebuah pemodelan baru untuk monitoring dan identifikasi arus beban dengan konsep *Non Intrusive Load Monitoring (NILM)* dengan sensor arus ACS712 yang dikombinasikan dengan metode cerdas berbasis Artificial Neural Network (ANN) dengan metode pelatihan berbasis Feed-Forward Backpropagation.

4. KESIMPULAN

1. Pada penelitian ini diusulkan suatu pemodelan untuk identifikasi pemakaian beban solar cell menggunakan algoritma Neural Network dengan algoritma pelatihan Feed-Forward Backpropagation. Pemodelan didesain dengan menggunakan Simulink-Matlab.
2. Dari hasil pelatihan jaringan syaraf, didapatkan error pelatihan rata-rata sebesar 0,048263889%, hasil pelatihan Neural Network ini kemudian digunakan sebagai algoritma untuk mengidentifikasi pemakaian beban listrik, yang pada penelitian ini menggunakan 3 jenis beban dengan beberapa kombinasi. Pada penelitian ini ada 7 kombinasi beban yang digunakan.
3. Dari hasil pengujian error monitoring arus beban rata-rata sebesar 1,41%, sedangkan untuk error identifikasi arus beban dengan menggunakan algoritma Neural Network didapatkan error rata-rata sebesar 0.07037%. Pada penelitian ini digunakan sebuah pemodelan baru untuk monitoring dan identifikasi arus beban solar cell dengan konsep *Non Intrusive Load Monitoring (NILM)* dengan sensor arus ACS712 yang dikombinasikan dengan metode cerdas berbasis Artificial Neural Network (ANN) dengan metode pelatihan berbasis Feed-Forward Backpropagation.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Koko, "Desain Smart Meter Untuk Memantau Dan Identifikasi Pemakaian Energi Listrik Pada Sektor Rumah Tangga Menggunakan Backpropagation Neural Network," ITS Surabaya, 2015.
- [2] a. L. S. J. Uteley, "Domestic Energy Fact File," *Technical Report for Building Research Establishment : Garston, UK.*, 2008.
- [3] M. Y. Yunus, M. Marhatang, A. Pangkung, and M. R. Djalal, "Design of a-based smart meters to monitor electricity usage in the household sector using hybrid particle swarm optimization-neural network," *International Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 3, no. 2, 2019.
- [4] G. W. Hart, "Nonintrusive Appliance Load Monitoring," presented at the Proceedings IEEE, 1992.
- [5] I. E. L. J. G. Roos, E. C. Lane, and G. P. Hanche "Using neural networks for non-intrusive monitoring of industrial electrical loads," presented at the Proceedings of IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, 1994.
- [6] H.-H. Chang, H.-T. Yang, and C.-L. Lin, "Load identification in neural networks for a non-intrusive monitoring of industrial electrical loads," in *International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*, 2007, pp. 664-674: Springer.
- [7] H.-H. Chang, "Load identification of non-intrusive load-monitoring system in smart home," *WSEAS Transactions on Systems*, vol. 9, pp. 498-510, 05/01 2010.
- [8] Z. Lan, B. Yin, T. Wang, and G. Zuo, "A non-intrusive load identification method based on convolution neural network," in *2017 IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2)*, 2017, pp. 1-5: IEEE.
- [9] H.-H. Chang, C.-L. Lin, and J.-K. Lee, "Load identification in nonintrusive load monitoring using steady-state and turn-on transient energy algorithms," in *The 2010 14th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*, 2010, pp. 27-32: IEEE.
- [10] D. O. Anggriawan, A. Amsyar, E. Prasetyono, E. Wahjono, I. Sudiharto, and A. J. E. I. J. o. E. T. Tjahjono, "Load Identification Using Harmonic Based on Probabilistic Neural Network," vol. 7, no. 1, pp. 71-82, 2019.
- [11] L. Massidda, M. Marrocu, and S. J. A. S. Manca, "Non-Intrusive Load Disaggregation by Convolutional Neural Network and Multilabel Classification," vol. 10, no. 4, p. 1454, 2020.