

RANCANG BANGUN SMART METER BERBASIS NILM UNTUK MEMANTAU PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK PADA SEKTOR RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN NEURAL NETWORK

Muhammad Yusuf Yunus¹⁾, Marhatang¹⁾, Andareas Pangkung¹⁾, Muhammad Ruswandi Djalal¹⁾
¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRAK

In this study carried out using household electrical loads, such as televisions, lights, water pumps, irons, fans, and dispensers. The use of the Neural Network algorithm is used as a load identification method. In its application there are several procedures / steps taken to make a neuron that can recognize and decide on an action. The procedure is training and neuron testing to be made. Matlab software has a Neural Network tool, which in this study will be used. Load sampling data is used as input data for neural network training. As output / target load classification is used. Load classification method, where 1 for TV load classification, 2 for fan load, 3 for ironing load, 4 for water pump load, 5 for lamp load, 6 for dispenser load, and 7 for load combination of fan iron. The total load is 6 single loads and 1 combination load. One load combination is chosen because, on the combination load characteristics when the fan has characteristics that are not the same as the others. The sampling of current data for each load will be used as neural network training. Load data used is 30 samples or for 30 seconds, with each minute the data is taken. From the results of the training it can be seen, that the biggest training error is found in the seventh data, which is the identification of the load in the fan-iron load classification. This is because the current pattern on the iron and fan with the iron or fan itself has almost the same characteristics. However, for this process networks will be used and then the PSO optimization method is used to reduce the error, in the next study. From the test results it is shown that by varying the input data of each load, networks have been able to identify well.

Keywords: Smart Meter, Neural Network, Neural Network, Load Monitoring

1. LATAR BELAKANG

Sering kali terdengar para konsumen energi listrik khususnya konsumen rumah tangga mengeluh dikarenakan tagihan rekening listriknya yang terlalu mahal, tetapi tidak sedikit pula konsumen yang kebingungan karena angka-angka yang tercetak dilembar tagihan rekening listriknya terlalu murah. Hal ini sangat mungkin terjadi apabila sistem penghitungan pemakaian energi listrik masih dilakukan secara manual oleh petugas PLN. Karena dilakukan secara manual, cara ini memiliki kekurangan yaitu kemungkinan terjadinya kekeliruan (Hutoro,2015).

KWH meter analog maupun digital yang masih digunakan oleh konsumen rumah tangga hanya bisa mencatat pemakaian energi listrik pada setiap jamnya dan besarnya pemakaian energi listrik dikalikan dengan tarif dasar listrik (TDL) yang disesuaikan dengan daya yang terpasang diperumahan tersebut. Pada lembar tagihan rekening listrik hanya tertera jumlah nominal tagihan yang harus dibayar oleh konsumen saja tanpa ada perincian yang mencakup penggunaan peralatan- peralatan elektronika selama satu bulan.

Pada penelitian ini, Smart Meter dirancang untuk memantau dan mengidentifikasi pemakaian energi listrik dari penggunaan peralatan-peralatan elektronika di rumah konsumen secara *real time*. Konsumen 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)* (Hart, 1992), di mana hanya memerlukan sensor tegangan dan arus (Roos,1994).

Smart Meter 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. Kemampuan *backpropagation neural network* dalam mengenali pola dan identifikasi dapat menyelesaikan permasalahan dalam memantau dan mengidentifikasi pemakaian energi listrik dengan hasil akurat.

¹ Koresponding penulis: Muhammad Yusuf Yunus , Telp. 082346999002, yusuf_yunus@poliupg.ac.id

2. METODE PENELITIAN

Rancangan desain smart meter berbasis NILM di sini adalah mencakup desain hardware dan software. Di mana untuk desain hardwarenya mencakup beberapa komponen penunjang diantaranya mulai dari pembacaan data atau pengukuran arus pada masing-masing peralatan listrik rumah tangga dengan menggunakan sensor arus, kemudian hasil pengukuran digunakan untuk pengkondisian sinyal dan hasil tersebut dikonversi menjadi besaran digital menggunakan komponen arduino uno. Serta untuk desain software pada penelitian ini menggunakan hybrid kombinasi antara BPNN dan PSO sehingga pemantauan ini akan diamati secara real time.

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 5.1 untuk masing-masing pola akan digunakan sebagai data input untuk pelatihan neural network. Sebagai output/target digunakan table 5.2 dalam melakukan identifikasi beban.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Klasifikasi Beban

Dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beban listrik rumah tangga, seperti televisi, lampu, pompa air, setrika, kipas angin, dan dispenser.

Karakteristik arus masing-masing beban ditampilkan pada gambar berikut. Total beban sebanyak 6 beban tunggal dan 1 beban kombinasi. Dipilih satu kombinasi beban karena, pada karakteristik beban kombinasi setika kipas memiliki karakteristik yang tidak sama dengan yang lain. Pengambilan sampling data arus masing-masing beban nantinya digunakan sebagai pelatihan neural network. Data beban yang digunakan sebanyak 30 sample atau selama 30 detik, dengan setiap menitnya data tersebut diambil. Tabel 1 menunjukkan hasil sampling beban selama 30detik. Tabel 2 menunjukkan klasifikasi beban, yang dimana 1 untuk klasifikasi beban TV, 2 untuk beban kipas, 3 untuk beban setrika, 4 untuk beban pompa air, 5 untuk beban lampu, 6 untuk beban dispenser, dan 7 untuk kombinasi beban setrika kipas.

Tabel 1. Hasil Sampling Beban

Data	TV	Kipas	Setrika	Pompa	Lampu	Dispenser	Set-Kip
1	0.23	0.31	2.1	2.3	0.12	1.84	2.42
2	0.22	0.3	2.08	1.36	0.12	1.83	2.41
3	0.23	0.3	2.07	1.35	0.1	1.82	2.42
4	0.23	0.29	2.09	1.36	0.11	1.8	2.44
5	0.22	0.28	2.07	1.37	0.12	1.77	2.43
6	0.21	0.31	2.07	1.37	0.1	1.8	2.42
7	0.2	0.32	2.08	1.39	0.12	1.8	2.4
8	0.24	0.33	2.09	1.35	0.11	1.79	2.39
9	0.19	0.29	2.07	1.33	0.13	1.75	2.4
10	0.19	0.3	2.07	1.32	0.12	1.78	2.4
11	0.22	0.3	2.08	1.34	0.13	1.8	2.4
12	0.21	0.31	2.08	1.32	0.13	1.81	2.41
13	0.22	0.32	2.09	1.37	0.14	1.8	2.38
14	0.22	0.32	2.09	1.37	0.13	1.82	2.4
15	0.22	0.33	2.09	1.33	0.12	1.78	2.41
16	0.21	0.31	2.07	1.3	0.1	1.8	2.42
17	0.23	0.33	2.08	1.27	0.11	1.79	2.43
18	0.24	0.31	2.08	1.23	0.1	1.79	2.44
19	0.24	0.32	2.09	1.3	0.09	1.77	2.43
20	0.21	0.32	2.09	1.31	0.11	1.78	2.42
21	0.19	0.31	2.08	1.34	0.1	1.79	2.4
22	0.18	0.33	2.07	1.33	0.12	1.8	2.43
23	0.17	0.33	2.07	1.33	0.11	1.81	2.41
24	0.19	0.31	2.06	1.35	0.13	1.82	2.4
25	0.2	0.32	2.09	1.3	0.12	1.82	2.4

26	0.17	0.32	2.1	1.3	0.11	1.83	2.4
27	0.19	0.3	2.09	1.3	0.1	1.83	2.41
28	0.19	0.3	2.08	1.29	0.12	1.82	2.42
29	0.2	0.3	2.08	1.28	0.13	1.82	2.42
30	0.21	0.31	2.09	1.28	0.12	1.8	2.4



Gambar 1. Pengujian Beban Dispenser

Tabel 3. Klasifikasi Beban

No	Jenis Beban	Klasifikasi
1	Televisi	1
2	Kipas	2
3	Setrika	3
4	Pompa Air	4
5	Lampu	5
6	Dispenser	6
7	Setrika - Kipas	7

3.2. Pengujian Software

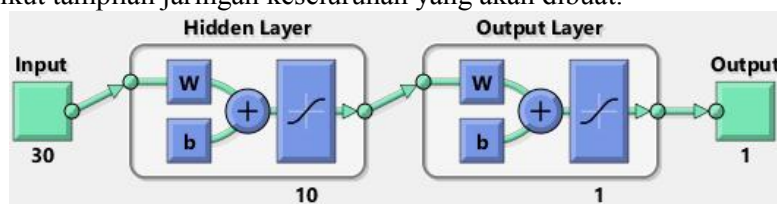
Dalam penelitian ini penggunaan algoritma Neural Network digunakan sebagai metode identifikasi beban. Dalam penerapannya ada beberapa prosedur/langkah yang dilakukan untuk membuat suatu Syaraf yang dapat mengenali dan memutuskan suatu tindakan. Prosedur tersebut adalah pelatihan dan pengujian syaraf yang akan dibuat. Software Matlab memiliki tool Neural Network, yang dalam penelitian ini akan digunakan. Data sampling beban pada table 5.1 untuk masing-masing pola akan digunakan sebagai data input untuk pelatihan neural network. Sebagai output/target digunakan table 5.2 dalam melakukan identifikasi beban. Berikut akan dijelaskan beberapa tahapan atau prosedur dalam membuat syaraf untuk mengidentifikasi beban pada penelitian ini.

3.2.1. 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, ditunjukkan pada gambar .

3.2.2. 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.

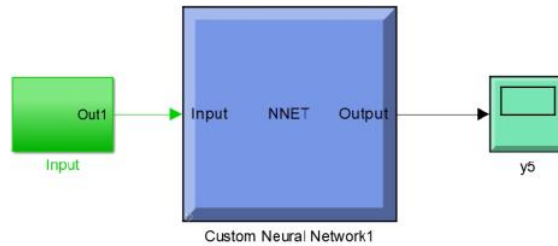


Gambar 3. Desain neural network

Dari hasil pelatihan tersebut dapat terlihat, bahwa error pelatihan terbesar terdapat pada data ketujuh, yaitu identifikasi beban pada klasifikasi beban setrika-kipas. Hal tersebut dikarenakan pola arus pada setrika dan kipas dengan setrika atau kipas itu sendiri memiliki karekteristik yang hampir sama. Namun, untuk proses ini akan digunakan networks ini dan selanjutnya digunakan metode optimasi PSO untuk mengurangi error tersebut, pada penelitian berikutnya.

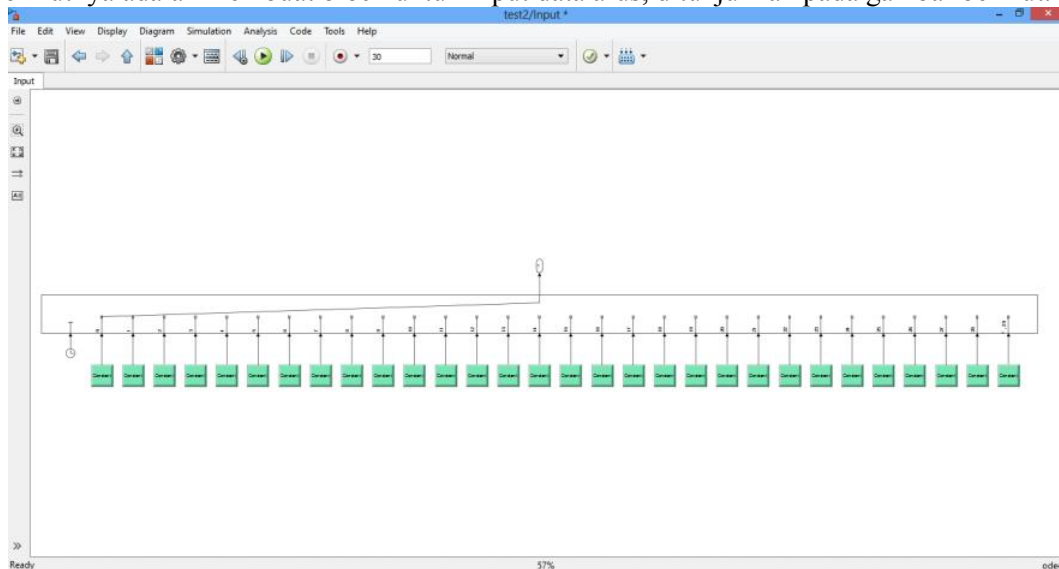
3.2.3. Pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf yang sudah dibuat selanjutnya dimodelkan agar dapat dilihat respon system dalam mengenali pola beban atau identifikasi beban. Hasil pemodelan neural networks ditunjukkan pada gambar berikut.



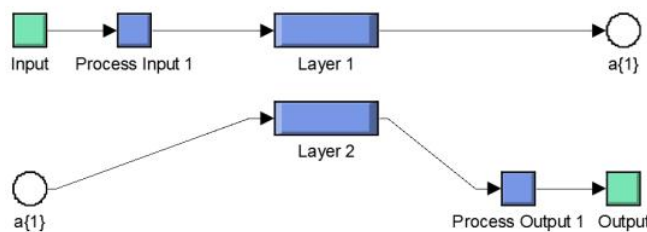
Gambar 4. Desain Pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan

Berikutnya adalah membuat block untuk input data arus, ditunjukkan pada gambar berikut.

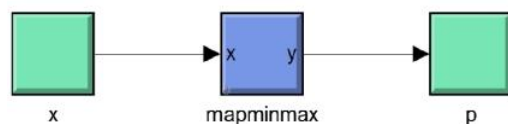


Gambar 5. Pemodelan Input Beban

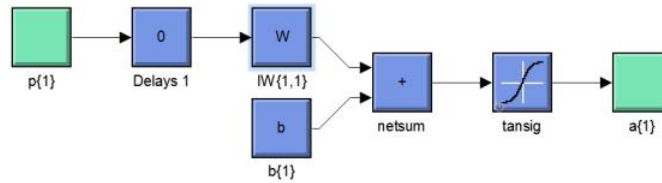
Gambar berikut menunjukkan sub bagian neural networks yang sudah dibuat, dengan dua layer.



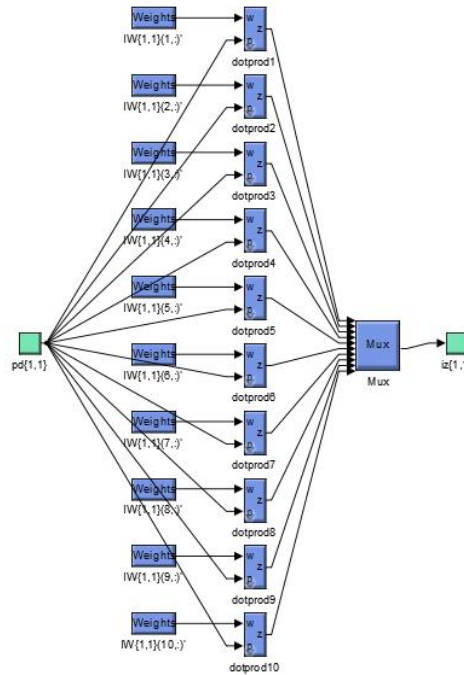
Gambar 6. Pemodelan Layer Neural Network



Gambar 7. Desain Custom Neural Process Input



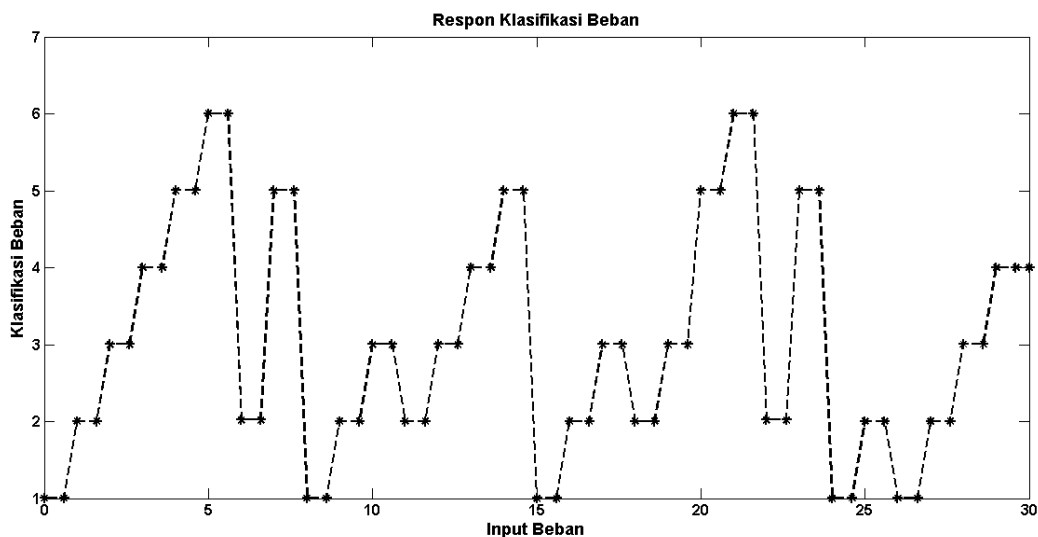
Gambar 8. Custom Neural Network Layer 1



Gambar 9. Custom Neural Network Layer 1 Weight/Bobot

3.3. Hasil Identifikasi

Setelah pemodelan dibuat pada simulink, berikutnya melakukan pengujian pada pemodelan yang sudah dibuat.



Gambar 10. Respon klasifikasi beban

Dari hasil ditunjukkan bahwa dengan memvariasikan data input arus masing-masing beban, networks sudah dapat mengidentifikasi dengan baik, meskipun pada klasifikasi data beban 7, yaitu beban kombinasi setrika-kipas masih terdapat error yang cukup besar. Hal ini akan diperbaiki pada penelitian selanjutnya dengan optimasi algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)*.

4. KESIMPULAN & SARAN

Dari hasil yang sudah dicapai, monitoring dan identifikasi pemakaian beban listrik telah dengan baik dilakukan, berikutnya adalah bagaimana menambahkan informasi identifikasi beban pada panel smart meter dengan Liquid Crystal Display (LCD). Serta memperbaiki error identifikasi pemakaian beban listrik dengan menggunakan metode particle swarm optimization.

5. DAFTAR PUSTAKA

- C. Laughman, K. Lee, R. Cox, S. Shaw, S. B. Leeb, L. Norford, and P. Armstrong, 2003. *Power Signature Analysis*. IEEE Power & Energy Magazine.
- Energy Consumption in United Kingdom, Technical Report for Department of Energy & Climate Change, 2010. London. *Energy Consumption in United Kingdom*, Technical Report for Department of Energy & Climate Change (2010), London.
- G. W. Hart, (1992). *Nonintrusive Appliance Load Monitoring*, Proceedings IEEE, Vol. 80, No. 12.
- Hutoro Koko, 2015. *Desain Smart Meter Untuk Memantau Dan Identifikasi Pemakaian Energi Listrik Pada Sektor Rumah Tangga Menggunakan Backpropagation Neural Network*. ITS Surabaya.
- J. G. Roos, I. E. Lane, E. C. Lane, and G. P. Hanche, 1994. *Using neural networks for non-intrusive monitoring of industrial electrical loads*, in Proceedings of IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference.
- J. Uteley, and L. Shorrock, 2008. *Domestic Energy Fact File 200*, Technical Report for Building Research Establishment : Garston, UK.
- Jian Liang, Simon K. K. Ng, Gail Kendall, and John W. M. Cheng, (2010). *Load Signature Study—Part I: Basic Concept, Structure, and Methodology*, IEEE Transactions On Power Delivery, Vol 25.
- K.E Martinez, K.A Donnelly, and J.A Laitner, 2010. *Advanced Metering Initiatives and Residential Feedback Programs: A Meta-Review for Households Electricity-Saving Opportunities*, Technical Report E105 for American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEE), USA.
- Kusumadewi, S., 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB & EXCEL LINK*, Graha Ilmu.
- Purnomo, M.H, dan Kurniawan, A., 2006. *Supervised Neural Networks dan Aplikasinya*, Graha Ilmu
- Y.Y Hong, and J.H Chou, 2012. *Nonintrusive Energy Monitoring for Microgrids Using Hybrid Self-Organizing Feature-Mapping Networks*, Energies, 2012.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada kementerian Ristek dan Dikti atas pemberian dana hibah penelitian strategis nasional periode pelaksanaan tahun 2018. Demikian juga kepada pihak UPPM Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membantu segala administrasi dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini dan seluruh dosen, staff dan mahasiswa jurusan Teknik Mesin yang memberikan sumbangsih pemikiran atas selesainya penelitian ini.