



Wireless Intelligent Power Switch berbasis Wireless Sensor Network

Ridho Hendra Yoga Perdana¹, Amalia Eka Rakhmania², Aad hariyadi³

Politeknik Negeri Malang^{1,2,3}

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal IPTEK – Volume 24
Nomor 1, Mei 2020

Halaman:

19 – 26

Tanggal Terbit :

29 Mei 2020

DOI:

10.31284/j.iptek.2020.v24i1
.644

ABSTRACT

Increasing demand for electricity also implies a rise in conventional energy use, and by using conventional energy, leading to disadvantages such as being environmentally unfriendly as a result of fossil fuel use. The system to be researched is a wireless intelligent power switch . The system will be created using 2 types of resources and each load will be linked to a switch to determine the power distribution. The power distribution decision making involves an artificial intelligence based on backpropagation neural network. The results of the comparison between the outcomes of Matlab simulation and the anticipated target showed excellent outcomes after testing the system, with accurate 94.3% and delay transmission 5 – 10 second.

Keywords: Smart Grid, Artificial Intelligent, Neural Network, Renewable Energy, Power Switch

EMAIL

ridho.hendra@polinema.ac.id
amaliaeka.rakhmania
@polinema.ac.id
aadhariyadi@gmail.com

ABSTRAK

Meningkatnya permintaan listrik juga meningkatkan penggunaan energi konvensional, dan dengan menggunakan energi konvensional, yang mengarah pada kerugian seperti tidak ramah lingkungan sebagai akibat dari penggunaan bahan bakar fosil. Sistem yang akan di teliti adalah wireless intelligent power switch. Dengan menggunakan dua buah jenis sumber daya dan setiap beban akan dihubungkan ke switch untuk menentukan distribusi daya berdasarkan Sistem kecerdasan buatan dengan basis backpropagation neural network. Hasil perbandingan antara simulasi dengan target yang diharapkan menunjukkan hasil yang sangat baik yaitu dengan ketelitian 94,3% dan mempunyai delay transmisi sebesar 5 sampai 10 detik.

Kata kunci: Smart Grid, Artificial Intelligent, Neural Network, Renewable Energy, Power Switch

PENERBIT

LPPM- Institut Teknologi
Adhi Tama Surabaya
Alamat:

Jl. Arief Rachman Hakim
No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

*Jurnal IPTEK by LPPM-
ITATS is licensed under a
Creative Commons
Attribution-ShareAlike 4.0
International License.*

PENDAHULUAN

Konsumsi energi fosil di Asia-Pasifik mencapai 51384,22 TWh pada 2016, menunjukkan peningkatan 898,89 TWh dari tahun 2015. Data ini menunjukkan peningkatan produksi energy konvensional menggunakan bahan bakar fosil, yang menyebabkan naiknya temperatur normal bumi setiap tahunnya. Meningkatnya suhu bumi merupakan efek dari pelepasan gas rumah kaca ke

atmosfir yang mengakibatkan terjadinya pemanasan global. Pemanasan global mengancam berbagai aspek kehidupan manusia, antara lain di bidang kesehatan[1-3], pangan[4], dan lingkungan[5,6]

Desakan penggunaan energi terbarukan sudah mulai gencar dilakukan oleh berbagai Non Profit Organization (NPO) dan masyarakat[7] Dengan desakan penggunaan renewable energy, dibutuhkan suatu sistem yang dapat menggabungkan renewable energy dengan energi konvensional. Smart grid merupakan contoh dari sistem yang dapat menggabungkan dua buah energi tersebut[8]. Salah satu komponen penting pendukung sistem smart grid adalah power switch, yang berfungsi memindah sumber energi yang akan dipakai oleh beban. Hybrid inverter merupakan contoh dari smart grid yang dapat mengganti pembebanan daya secara otomatis apabila sumber energi konvensional mengalami black out. Tetapi hybrid inverter ini menganggap satu rumah sebagai satu beban dan hanya akan mengganti pembebanan daya ketika sumber energi konvensional mengalami gangguan. Saat ini power switch sudah berkembang menjadi Intelligent Power Switch (IPS) yang memiliki fungsi untuk membagi energi dengan menggunakan Artificial Intelligence atau kecerdasan buatan, dimana IPS tersebut dapat menentukan menggunakan sumberdaya konvensional atau sumberdaya terbarukan, tetapi rancangan IPS ini masih menggunakan kabel dan masih berupa prototipe saja[9].

Pada penelitian ini diusulkan wireless intelligent power switch yaitu sebuah sistem integrasi dua sumber tenaga pada masing-masing beban dengan berbasis kecerdasan buatan berupa backpropagation neural network untuk mengoptimalkan recognition[10] dan komunikasi wireless. Desain sistem yang akan dibuat menggunakan dua buah sumber daya, listrik dari energi konvensional dan listrik dari baterai. Sistem ini akan menganggap 1 stop kontak sebagai 1 node. Setiap node terhubung ke master node secara wireless. Node akan membaca arus secara terus menerus, namun node akan berada dalam kondisi idle bila tidak ada beban yang tersambung. Sistem ini dibuat dengan basis kecerdasan buatan yang ditanamkan pada master node dan diharapkan master node dapat memutuskan sumber energi yang digunakan oleh beban sehingga dapat mengurangi penggunaan energi konvensional

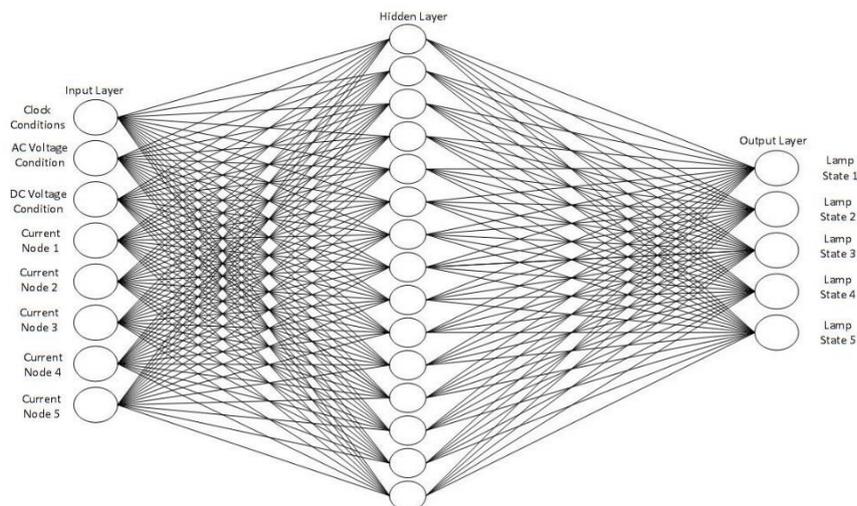
TINJAUAN PUSTAKA

Smart Grid

Pengertian *Smart Grid* Menurut *Department of Energy* (DoE) US adalah integrasi dari teknologi pembacaan (*sensing*), metode pengendalian, dan komunikasi pada sistem tenaga listrik. Dengan berbagai macam lingkup dari sistem tenaga sekarang ini, banyak sekali teknologi-teknologi yang sangat maju yang sudah tergolong “*smart*“. Misalnya pada jaringan distribusi, menggunakan sistem pembacaan meter yang sudah maju bisa juga termasuk dalam konsep cerdas. Atau pada transmisi level maju, dengan adanya pengaturan beban yang optimal, *mikrogrid*, *anti-islanding*. Pada sistem energi terdistribusi sudah menggunakan sistem kendali yang memungkinkan mengkombinasikan energi yang sudah tersedia dengan penyimpanan energi dari sumber alternatif [11].

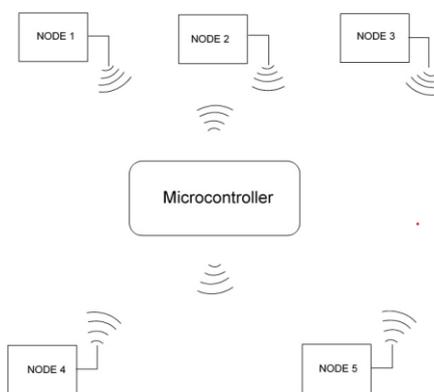
METODE

Untuk membuat simulasi dengan kondisi yang akan dibuat dari pola dinamis akan dilakukan dari metode Backpropagation Neural network. Untuk perancangan pada simulasi Matlab, menggunakan 3 buah lapisan yaitu lapisan masukan, lapisan tersembunyi, dan lapisan keluaran. Lapisan masukan terdiri dari 8 neuron, lapisan tersembunyi terdiri dari 15 neuron dan lapisan keluaran terdiri dari 5 neuron. Isi dari lapisan masukan berupa keluaran dari sensor-sensor. Untuk keluaran dari metode *Backpropagation Neural Network* berupa kondisi *switch* yang sudah diklarifikasikan yaitu kondisi 0, menggunakan listrik konvensional dan kondisi 1, menggunakan listrik dari baterai (energi terbarukan). Gambar perancangan metode backpropagation diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Metode *Back Propagation Neural Network*.

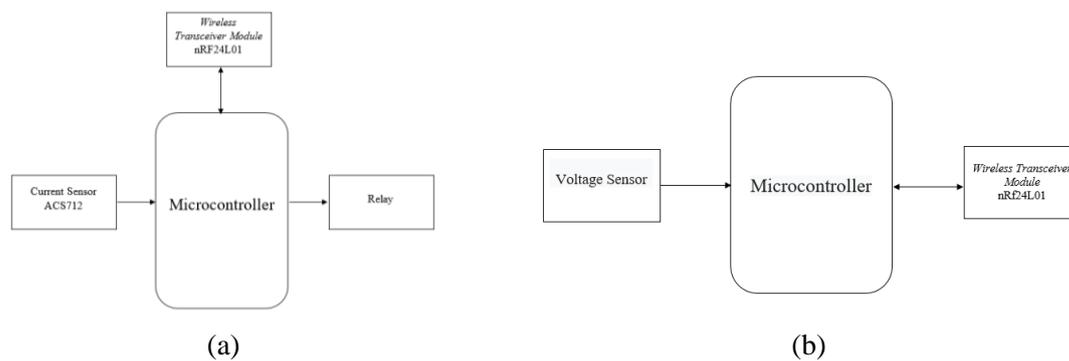
Seperti yang ditampilkan pada gambar 2, pada Wireless Intelligent Power Switch terdapat 1 *master node* dan 5 *node*, sementara untuk isi dari masing-masing *master node* dan *node* dapat dilihat di gambar 3. *Master Node* menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang dilengkapi sistem AI sebagai pemroses data dari sensor tegangan dan sensor arus ACS712 dengan dilengkapi *Wireless Transceiver Module* nRF24L01 sebagai media komunikasi antar node. Untuk node menggunakan mikrokontroler Arduino Nano yang dilengkapi *Wireless Transceiver Module* nRF24L01 sebagai media komunikasi sensor arus, dan *relay* sebagai penentu beban menggunakan sumber daya listrik PLN atau sumber daya baterai.



Gambar 2. Desain Hardware

Seperti yang ditunjukkan di gambar 3(a), proses di *Master Node* akan dimulai dengan Arduino Uno yang meminta data pembacaan dari sensor tegangan AC dan DC mengenai kondisi tegangan masing-masing. Lalu *Master Node* akan meminta data sensor arus dari masing-masing node yang dikirim melalui *Wireless Transceiver Module* NRF24L01. Setelah semua data masukannya lengkap maka akan diproses sehingga dapat mengeluarkan keputusan yang nantinya akan dikirimkan kembali ke masing-masing node.

Seperti yang ditunjukkan di gambar 3(b), proses di *Node* akan dimulai dengan Arduino Nano yang meminta data pembacaan dari sensor arus ACS712 mengenai nilai arus yang dibaca pada beban. Lalu *Node* akan mengirim data sensor arus ke *Master Node* melalui *Wireless Transceiver Module* NRF24L01. Setelah datanya diproses oleh *Master Node*, maka *Node* akan menunggu data balasan dari *Master Node* berupa keputusan pilihan pemakaian sumber daya beban (dikirim dalam bentuk biner 1/0, 1 untuk menunjukkan pilihan sumber daya ke baterai, dan 0 untuk menunjukkan pilihan sumber daya ke PLN). Keputusan yang diterima akan langsung dijalankan oleh *relay*.



Gambar 3(a). Blok diagram node. (b). Blok diagram master

Seperti yang ditunjukkan di gambar 3(b), proses di *Node* akan dimulai dengan Arduino Nano yang meminta data pembacaan dari sensor arus ACS712 mengenai nilai arus yang dibaca pada beban. Lalu *Node* akan mengirim data sensor arus ke *Master Node* melalui *Wireless Transceiver Module* NRF24L01. Setelah datanya diproses oleh *Master Node*, maka *Node* akan menunggu data balasan dari *Master Node* berupa keputusan pilihan pemakaian sumber daya beban (dikirim dalam bentuk biner 1/0, 1 untuk menunjukkan pilihan sumber daya ke baterai, dan 0 untuk menunjukkan pilihan sumber daya ke PLN). Keputusan yang diterima akan langsung dijalankan oleh *relay*.

Data Uji Simulasi

Berikut ini merupakan 5 data keluaran Matlab dan target yang diharapkan dari total keseluruhan 38 data yang akan diuji dan dibandingkan dengan hasil *output hardware*.

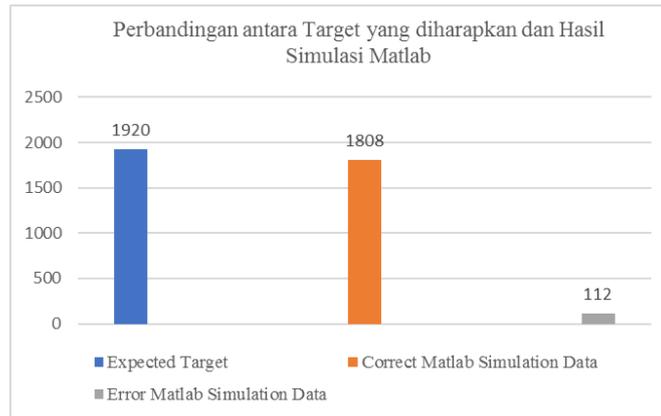
Tabel 1. Pengujian kondisi data

Data simulasi matlab					Target yang diharapkan				
Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 5	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 5
0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Pembacaan dari Tabel 1 yaitu pada baris yang di *highlight* kuning pada Tabel 2, akan dibandingkan antara hasil simulasi Matlab dengan output 0 pada node 1, output 0 pada node 2, output 0 pada node 3, output 0 pada node 4, dan output 1 pada node 5 dengan hasil target yang diharapkan yaitu output 0 pada node 1, output 0 pada node 2, output 0 pada node 3, output 1 pada node 4, dan output 1 pada node 5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang pertama bertujuan untuk menguji simulasi Matlab dengan cara membandingkan hasil output simulasi dengan target yang diharapkan. Berikut data pengujian disajikan dalam tabel 2. Dari gambar 4 didapatkan hasil berupa total 112 jumlah kesalahan output node apabila membandingkan antara hasil simulasi Matlab dengan target yang diharapkan. Dengan hasil perhitungan dari data yang didapat dari gambar 4, maka didapatkan nilai persentase error perbandingan hasil simulasi Matlab dengan target yang diharapkan sebesar 5,833% . Sementara pengujian yang kedua bertujuan untuk menguji kehandalan alat dengan cara membandingkan hasil output alat dengan hasil simulasi Matlab. Pada pengujian ini kami menguji pada 38 kondisi atau kurang lebih 10% dari total keseluruhan data. Proses pemilihan kondisi yang diuji bersifat *random*.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Target dengan Simulasi Matlab

Berikut adalah 5 contoh data keluaran Matlab dan target yang diharapkan dari total keseluruhan 38 data yang akan diuji dan dibandingkan dengan hasil output hardware:

Tabel 2. Pengujian kondisi data

Matlab Simulation Result					Target yang diharapkan				
Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 5	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 5
0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Contoh pembacaan dari Tabel 2 yaitu pada baris yang di *highlight* kuning pada Tabel 2, akan dibandingkan antara hasil simulasi Matlab dengan output 0 pada node 1, output 0 pada node 2, output 0 pada node 3, output 0 pada node 4, dan output 1 pada node 5 dengan hasil target yang diharapkan yaitu output 0 pada node 1, output 0 pada node 2, output 0 pada node 3, output 1 pada node 4, dan output 1 pada node 5.

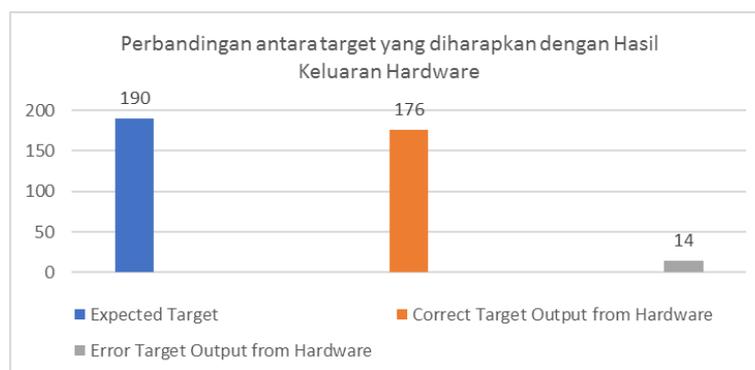


Figure 5. Grafik Perbandingan Target dengan Output Hardware

Sementara itu dari gambar 5 didapatkan hasil perbandingan keseluruhan yang menghasilkan berupa total 14 jumlah kesalahan output node apabila membandingkan antara hasil simulasi Matlab dengan hasil setelah diuji. Dengan hasil perhitungan dari data yang didapat dari Figure 5, maka didapatkan nilai persentase error perbandingan hasil simulasi Matlab dengan hasil pengujian sebesar 7,368%.

Berikut ini adalah data hasil uji jarak maksimal (line of sight) yang bisa dicapai oleh Wireless Transceiver Module NRF24L01 :

Tabel 3. Pengujian Jarak Maksimum NRF24L01

PA Level	Data Rate		
	250 Kbps	1 Mbps	2 Mbps
Max	127 m	115 m	99 m
High	120 m	100 m	90 m
Min	100 m	89 m	79 m
Low	91 m	80 m	70 m

Seperti yang telah ditunjukkan pada tabel 2, jarak maksimal komunikasi menggunakan *Wireless Transceiver NRF24L01* adalah 127 m dengan menggunakan PA Level Max (0 db) dan Data Rate 250 Kbps. Dari pengujian diatas menunjukkan bahwa daya pancar berbanding lurus dengan jarak maksimal, karena semakin besar daya pancar maka jarak maksimal komunikasinya akan semakin jauh.

KESIMPULAN

Hasil perbandingan antara hasil simulasi matlab dan target yang diujikan menunjukkan hasil yang baik yaitu dengan akurasi sebesar 94,3%. Dengan 38 kondisi pengujian secara acak, 10% dari total data digunakan untuk membandingkan hasil simulasi dengan pengujian perangkat keras dan menghasilkan kesalahan sebesar 7,368% dengan delay transmisi sebesar 5 sampai 10 detik. Jangkauan komunikasi maksimal didapat pada jarak 127 meter dengan level power maksimum dan data rate sebesar 256 kbps. Dengan akurasi tersebut maka bisa dipastikan ketika IPS memindahkan sumber daya dapat dilakukan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wu X, Lu Y, Zhou S, Chen L, Xu B. Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. *Environment International*. 2016.
- [2] Yao-dong DU, Xian-wei W, Xiao-feng Y, Wen-jun MA, Hui AI, Xiao-xuan WU. Impacts of Climate Change on Human Health and Adaptation Strategies in South China. *Adv Clim Chang Res* [Internet]. 2013;4(4):208–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.3724/SP.J.1248.2013.208>
- [3] Kurane I. The Effect of Global Warming on Infectious Diseases. *Osong Public Heal Res Perspect* [Internet]. 2010;1(1):4–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phrp.2010.12.004>
- [4] Misra AK. Climate change and challenges of water and food security. *International Journal of Sustainable Built Environment*. 2014.
- [5] Vardoulakis S, Dimitroulopoulou C, Thornes J, Lai KM, Taylor J, Myers I, et al. Impact of climate change on the domestic indoor environment and associated health risks in the UK. *Environment International*. 2015.
- [6] Vafeiadou A, Bretaña BLP, Colen C Van, Giovanni AP, Moens T. Global warming-induced temperature effects to intertidal tropical and temperate meiobenthic communities. *Mar Environ Res* [Internet]. 2018; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.10.005>
- [7] Navratil J, Picha K, Buchecker M, Martinat S, Svec R, Brezinova M, et al. Visitors ' preferences of renewable energy options in “ green ” hotels. *Renew Energy*. 2019;
- [8] Yoldaş Y, Önen A, Muyeen SM, Vasilakos A V., Alan İ. Enhancing smart grid with

- microgrids: Challenges and opportunities. *Renew Sustain Energy Rev.* 2017;72(January):205–14.
- [9] Pradana RHY, Fibriana F. Intelligent Switch with Back Propagation Neural Network Based Power System. *IOP Conf Ser J Phys.* 2018. available: doi:10.1088/1742-6596/983/1/012056
- [10] Tarigan J, Diedan R, Suryana Y. Plate Recognition Using Backpropagation Neural Network and Plate Recognition Using Backpropagation Neural Network and Genetic Algorithm Genetic Algorithm. *Procedia Comput Sci [Internet].* 2017;116:365–72.
- [11] Office of the national coordinator for Smart Grid Interoperability, Engineering Laboratory in collaboration with Physical Measurement Laboratory and Information Technology Laboratory, “NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards”, NIST, USA, february 2012

- halaman ini sengaja dikosongkan -