

LAPORAN AKHIR
INSENTIF RISET SINAS (INSINAS)
2015/2016

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Hibrid Angin-Surya yang Optimal pada Industri Batik Tulis Bantul

Bidang Prioritas: Riset Pengembangan Pembangkit Listrik dari Energi Baru dan Terbarukan (Panas Bumi, Energi Surya, Energi Angin, Energi Laut, Bahan Bakar Nabati.)

Jenis Riset: Insentif Riset Terapan (RT)

**DIBIYAI OLEH KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN
PENDIDIKAN TINGGI**

Nomor Kontrak: 34/SEK/INSINAS/PPK/IV/2015

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Ringroad Barat Tamantirto Kasihan
DI Yogyakarta 55183
2015/2016

LEMBAR PENGESAHAN
Rancang Bangun Pembangkit Listrik Hibrid Angin-Surya yang
Optimal pada Industri Batik Tulis Bantul

Bidang Prioritas Iptek Teknologi: Teknologi Energi
Jenis Insentif Riset : Insentif Riset Terapan
Produk Target : Riset Pengembangan Pembangkit Listrik dari Energi Baru dan Terbarukan
Cara Pelaksanaan : Non Konsorsium
Lokasi Penelitian : Daerah Istimewa Yogyakarta

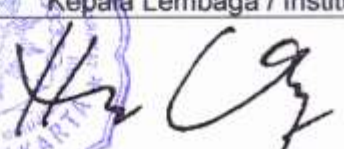
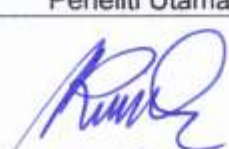
Keterangan Peneliti Utama	
Nama Peneliti Utama	: Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
Nama Lembaga/Institusi	: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Unit Organisasi	: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Alamat	: Jl. Lingkar Barat Tamantirto Kasihan DI Yogyakarta 55183
Telepon/HP/Faksimili/e-mail	: Telp: (0274) 387656 / HP: 081215526565 / Fax: (0274) 387646 / doniteumy@gmail.com

Keterangan Lembaga Pengusul	
Nama Pimpinan Lembaga	: Hilman Latief, M.A., Ph.D.
Nama Lembaga	: LP3M Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Alamat	: Gedung D2 Kampus Terpadu UMY Jl. Ringroad Barat Tamantirto Kasihan Bantul DI Yogyakarta 55183
Telepon/HP/Faksimili/e-mail	: Telp: (0274) 387656 / HP: 082126010203 / Fax: (0274) 387646 / lp3m@umy.ac.id

Rekapitulasi Biaya				
No.	Uraian	Sharing Biaya (Rp)		
		Total	Insentif KRT	Ketua
1	Gaji dan Upah	53.400.000	53.400.000	0
2	Bahan Habis Pakai	147.090.000	147.090.000	0
3	Perjalanan *)	19.700.000	19.700.000	0
4	Lain-lain	29.810.000	29.810.000	0
JUMLAH		250.000.000	250.000.000	0

*) Dana Insentif KRT tidak untuk perjalanan Luar Negeri

Daerah Istimewa Yogyakarta, 23 Nopember 2015

Mengesahkan:	
Kepala Lembaga / Institusi	Peneliti Utama
 Hilman Latief, M.A., Ph.D. NIP. 19750912200004311033	 Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. NIP. 19741010201010123056



ABSTRAK

Salah satu produk andalan kabupaten Bantul propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah batik. Dalam proses produksinya, Usaha Mikro dan Kecil (UMK) batik Bantul menggunakan bahan bakar minyak tanah untuk proses batik tulis dan bahan bakar gas elpiji untuk proses batik cap. Dalam perjalanannya sering terjadi kelangkaan minyak tanah dan gas elpiji, dan harganya semakin hari semakin tinggi, sehingga menyulitkan UMK batik. Sebagai alternatif, kini telah banyak beredar kompor batik elektrik dan canting elektrik untuk proses produksi batik yang mampu menggantikan kompor berbahan bakar minyak dan gas elpiji. Kendalanya adalah kapasitas daya listrik yang tidak memadai, umumnya UMK batik berkapasitas 450VA. Kapasitas daya yang rendah ini tidak cukup untuk mencatu alat-alat produksi berbasis listrik, misalnya untuk sebuah kompor batik elektrik berdaya 125 watt dan sebuah canting elektrik berdaya 40 watt. Sementara untuk proses produksi membutuhkan sedikitnya 4 kompor batik elektrik dan 4 canting elektrik. Sejalan dengan program pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) yang menargetkan hingga 2025 minimal 25% dari total pasokan energi listrik berasal dari sumber energi terbarukan, maka perlu diberdayakan potensi energi terbarukan di Bantul. Sumber energi listrik terbarukan yang sangat potensial di Bantul adalah tenaga angin dan surya. Wilayah Bantul juga sangat potensial dikembangkan pembangkit listrik tenaga surya, sebagai wilayah tropis merupakan anugerah tersendiri karena sepanjang tahun mendapatkan paparan sinar surya. Pembangkit listrik tenaga surya akan menghasilkan energi listrik yang optimal dengan teknologi maximum power point tracking (MPPT).

Kata-kata kunci: PLTA Angin, blade pitch angle, PLTSurya, maximum power point tracking (MPPT), energi terbarukan.

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah wa syukurillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala nikmat-Nya sehingga laporan kemajuan penelitian INSENTIF RISET SINAS tahun 2015-2016 ini dapat terselesaikan. Berbagai pihak telah memberikan kontribusi signifikan dalam penelitian ini. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang mendanai penelitian ini pada skema Riset Terapan.
2. Rektor beserta jajaran Pimpinan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).
3. Pimpinan dan staf Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Masyarakat (LP3M) UMY atas dukungan penuh terhadap kegiatan penelitian ini.
4. Pimpinan Pimpinan Fakultas Teknik UMY, dan Pimpinan Jurusan Teknik Elektro FT UMY, atas dukungannya.
5. Ibunda dan Ayahanda (alm) tercinta atas restu, nasehat dan doa-doa yang insya Allah ijabah, semoga Ibunda senantiasa diberi kesehatan.
6. Isteriku tercinta Dr. Indah Soesanti, ST., MT., yang sabar dan selalu memberikan doa, semangat, inspirasi, motivasi, dan ide-ide yang brilian bagi penelitian ini.
7. Sejawat Dosen dan Karyawan Teknik Elektro UMY, atas bantuan dan dukungannya.

Akhirnya, segala kritik dan saran bersifat membangun senantiasa penulis harapkan untuk kelengkapan pengetahuan penulis terkait penelitian ini. Semoga Allah SWT meridhoi segala yang telah diupayakan serta senantiasa memberikan petunjuk ke jalan yang benar, amin ya Robbal 'alamin.

Yogyakarta, 21 Desember 2015

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

I. PENDAHULUAN	.....	1
II. TINJAUAN PUTAKA	.....	4
III. TUJUAN DAN MANFAAT	.....	10
IV. METODE	.....	14
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	18
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	.....	57
DAFTAR PUSTAKA		

LAMPIRAN:

DRAF ARTIKEL JURNAL INTERNASIONAL

DRAF ARTIKEL JURNAL NASIONAL TERAKREDITASI

BAB I

PENDAHULUAN

Salah satu produk andalan kabupaten Bantul propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah batik. Ada beberapa sentra industri batik di Bantul, salah satu yang terkenal adalah desa Wijirejo kecamatan Pandak. Di desa ini terdapat sekitar 30 industri batik yang umumnya berskala usaha mikro dan kecil (UMK). Dalam proses produksinya UMK-UMK ini menggunakan bahan bakar minyak tanah untuk proses batik tulis dan bahan bakar gas elpiji untuk proses batik cap. Dalam perjalanannya sering terjadi kelangkaan minyak tanah dan gas elpiji, dan harganya semakin hari semakin tinggi. Keadaan ini seringkali menyulitkan UMK batik sehingga produksi sering tersendat. Sebagai alternative, kini telah banyak diproduksi kompor batik elektrik dan canting elektrik untuk proses produksi batik yang mampu menggantikan kompor berbahan bakar minyak dan gas elpiji. Kendalanya adalah bahwa umumnya UMK-UMK di Bantul berlangganan listrik PLN berkapasitas daya rendah yaitu 450VA. Kapasitas daya yang rendah ini tidak cukup untuk mencatu alat-alat produksi berbasis listrik, misalnya untuk sebuah kompor batik elektrik berdaya 125 watt dan sebuah canting elektrik berdaya 40 watt. Sementara untuk proses produksi membutuhkan sedikitnya 4 kompor batik elektrik dan 4 canting elektrik. Satu hal lagi, bahwa di daerah ini sering terjadi pemadaman listrik. Keadaan ini menjadi dilema bagi UMK-UMK batik di Bantul, ingin bertahan menggunakan bahan bakar minyak tanah dan gas elpiji tetapi pasokannya sering langka, sedangkan jika ingin beralih ke bahan bakar listrik tetapi kapasitas daya listrik rumahnya belum memadai. Bahkan masih ada UMK batik yang pasokan listriknya masih menumpang ke rumah tetangganya. Kenyataan ini merupakan wujud nyata bahwa berdasarkan data dari

Kementerian ESDM, hingga tahun 2010 rasio elektrifikasi Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah 74,37%. Artinya, masih ada 25,63 % jumlah rumah di DI Yogyakarta yang belum menikmati energi listrik [1]. Dari jumlah ini umumnya tersebar di daerah pedesaan contohnya wilayah selatan Kabupaten Bantul, Kulon Progo, dan Gunung Kidul.

Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah mencanangkan target bahwa hingga tahun 2025 minimal 25% dari total pasokan energi listrik harus berasal dari sumber energi terbarukan [1]. Target ini sangat realistis karena semakin terbatasnya sumber energi konvensional yang mengandalkan bahan bakar minyak dan batubara. Selain itu masalah lingkungan yaitu polusi udara yang ditimbulkan oleh sumber energi listrik konvensional tersebut. Salah satu sumber energi listrik terbarukan yang sangat potensial di Negara Indonesia adalah tenaga angin. Di antara daerah yang potensial untuk membangkitkan energi listrik dari tenaga angin adalah wilayah pesisir pantai selatan pulau Jawa, khususnya daerah kabupaten Bantul, DI Yogyakarta, yang mempunyai kecepatan angin berkisar 3 – 5 m/s [2].

Dengan mengambil pelajaran dari negara-negara di benua Eropa, pembangkit listrik tenaga angin merupakan pembangkit listrik energi terbarukan yang paling cepat pertumbuhannya [3–5]. Telah banyak pembangkit listrik tenaga angin yang dibangun dengan kapasitas terpasang mulai dari beberapa kilowatt hingga berkapasitas megawatt yang terinterkoneksi dengan jaringan distribusi daya listrik. Sebagai contoh, Enercon telah membangun turbin angin berkapasitas 4,5 MW dengan diameter rotor 112,8 m. Teknologi terkini dalam aplikasi pembangkit listrik tenaga angin guna mengatasi masalah tersebut adalah penggunaan *doubly-fed induction*

generator (DFIG) [6–7] dan pengendalian *blade pitch angle* guna menghasilkan daya listrik yang optimal [8–9]. Kedua teknologi tersebut secara terpisah telah dicoba dalam beberapa penelitian di Eropa namun dalam kapasitas daya besar (mega watt) sesuai dengan kondisi di Eropa yang mempunyai kecepatan angin yang lebih tinggi dan relatif stabil (10–15 m/s) [10]. Sementara itu PLTAngin di Indonesia umumnya masih menggunakan generator sinkron dan tanpa pengendalian *blade pitch angle*, sehingga belum optimal dalam menghasilkan daya listrik. Oleh karenanya sangat menarik untuk memadukan teknologi DFIG dan pengendalian *pitch angle* dalam rancang bangun PLTAngin sesuai kondisi angin di Indonesia khususnya wilayah Bantul bagian selatan.

BAB II

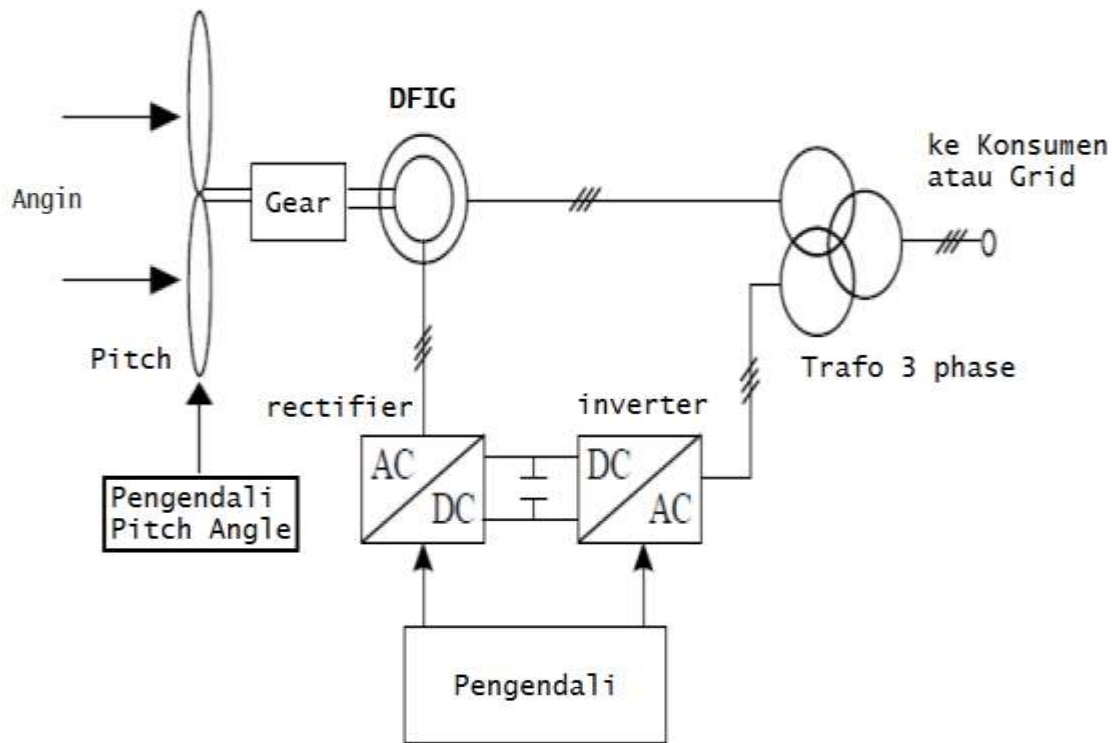
TINJAUAN PUSTAKA

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah melalui riset ini adalah melakukan rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang optimal berbasis pengendali cerdas pada *Doubly-Fed Induction Generator* (DFIG) dan pengendalian *pitch-angle*. Keunggulan-keunggulannya dibandingkan teknologi konvensional (misalnya generator sinkron dan *Single-Fed Induction Generator*) adalah:

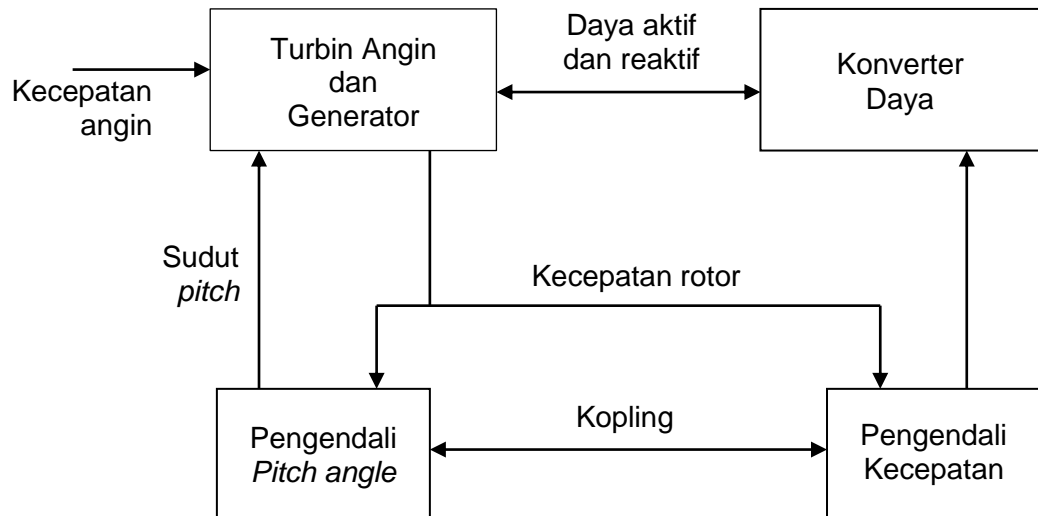
1. Karakteristik angin di daerah tropis seperti Indonesia mempunyai ciri dengan kecepatan yang berubah-ubah dari waktu ke waktu. Penggunaan teknologi DFIG dan pengendalian *pitch-angle* mampu menghasilkan putaran generator yang relatif konstan walaupun kecepatan angin yang menerpa kincir angin berubah-ubah.
2. Teknologi DFIG dan pengendalian *pitch-angle* mampu menghasilkan efisiensi yang lebih baik, karena putaran turbin dan generator dapat diatur pada kecepatan konstan guna memaksimalkan keluaran daya generator.
3. Teknologi DFIG dan pengendalian *blade pitch-angle* mampu mengurangi tekanan mekanik, karena hembusan angin yang menerpa kincir dapat dikendalikan dengan mengatur posisi sudut *blade* turbin, sehingga aman dari kemungkinan terpaan angin yang lebih besar dari biasanya.
4. Teknologi DFIG dan pengendalian *pitch-angle* mampu menghasilkan kualitas daya listrik yang lebih baik karena dengan putaran generator yang stabil maka dapat meredam harmonik tegangan dan arus listrik yang dihasilkan. Selain itu,

pulsasi torsi juga dapat diminimalkan dengan sistem turbin angin yang elastis ini, sehingga menghindarkan pengaruh buruk seperti *flicker* tegangan listrik yang dapat merusak peralatan listrik pada konsumen.

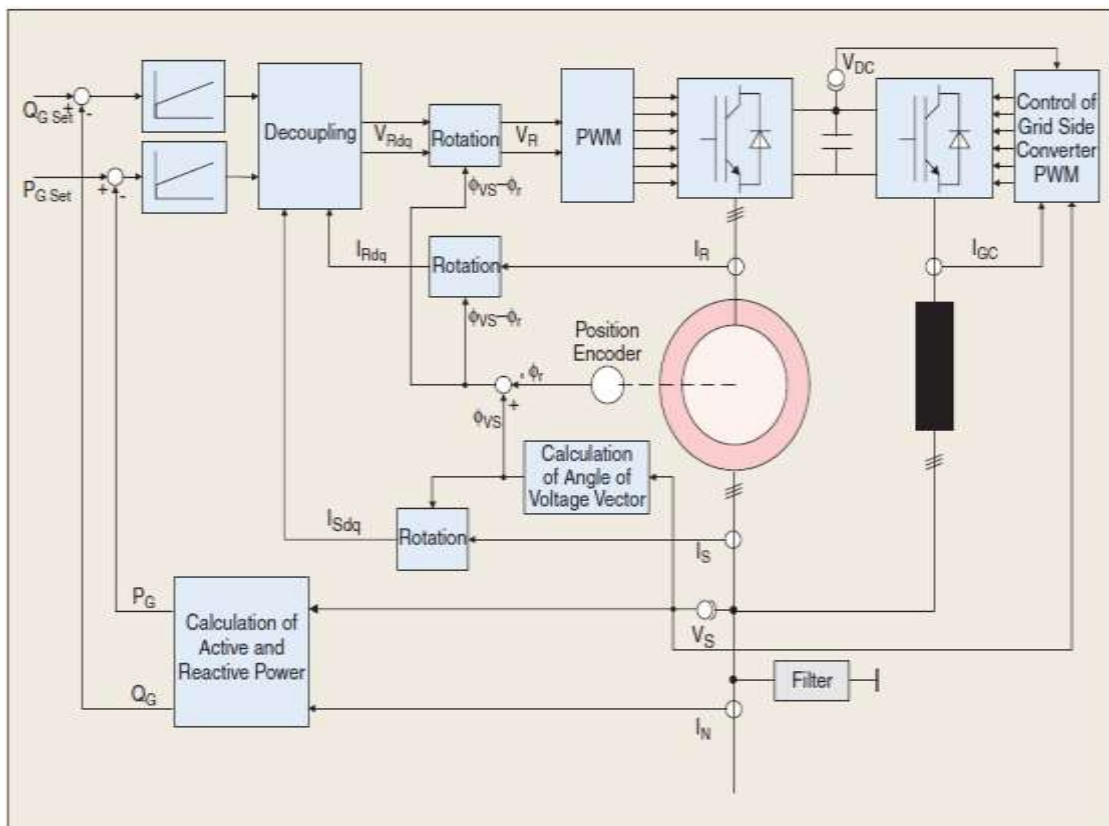
Guna mendapatkan daya listrik yang optimal pada PLT Angin, maka dalam penelitian ini digunakan teknologi DFIG dan pengendalian *pitch-angle*. Struktur PLT Angin tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan struktur pengendalian DFIG dan *pitch angle* pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1. Struktur PLT Angin dengan DFIG dan pengendalian *pitch angle*.



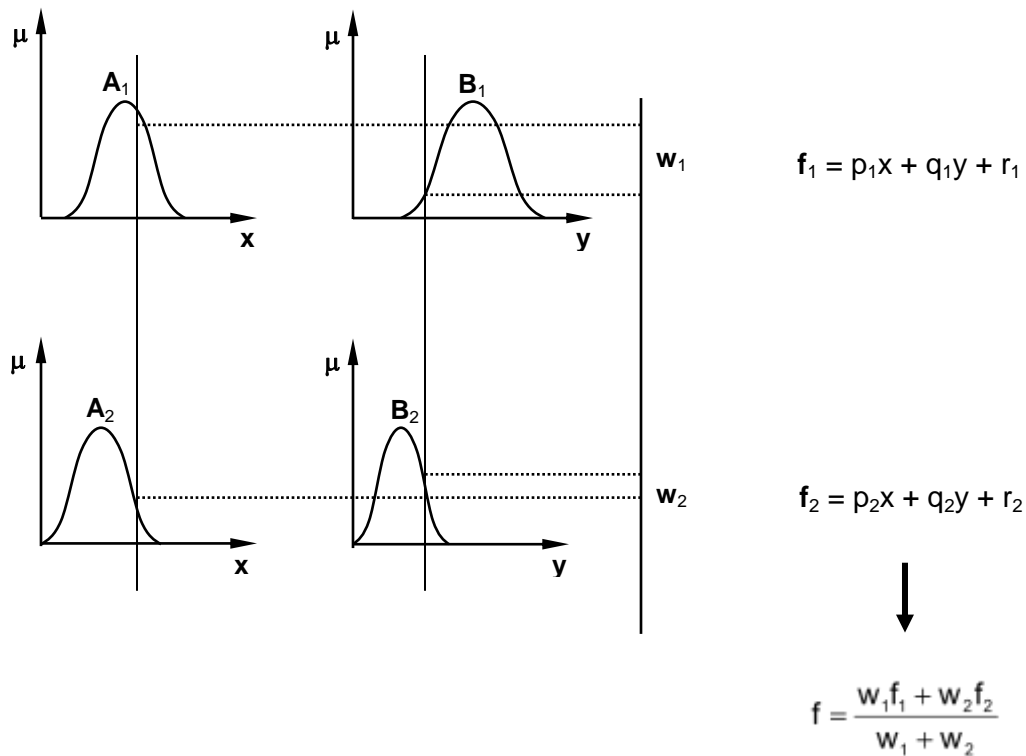
Gambar 2.2. Struktur pengendalian DFIG dan *pitch angle*.



Gambar 2.3. Skema pengendalian DFIG menggunakan kendali vektor [12].

Pengendali cerdas menggunakan teknik *neuro-fuzzy*

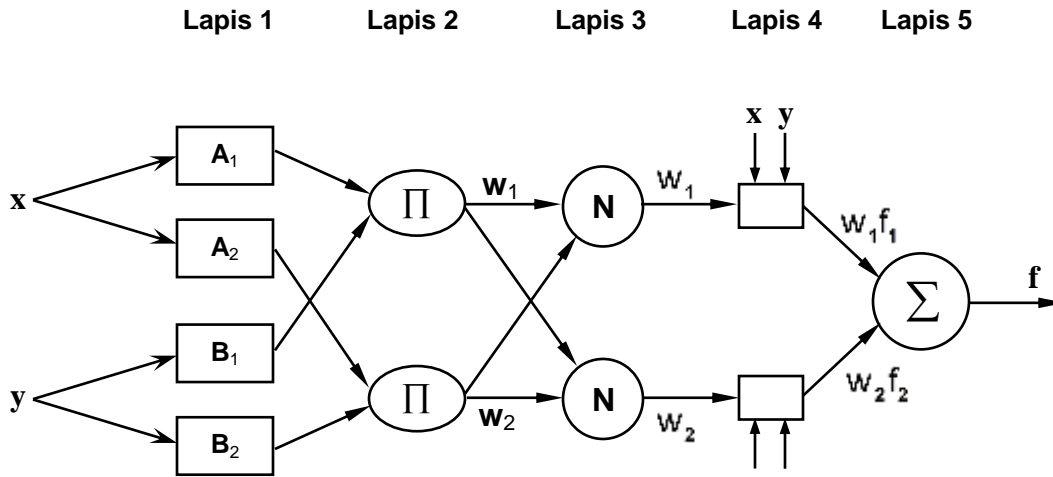
Metode *neuro-fuzzy* yang sangat populer sering dikenal juga dengan sebutan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). ANFIS merupakan jaringan adaptif berbasis pada sistem inferensi logika fuzzy [13-16]. Arsitektur ANFIS tergantung pada jenis sistem inferensi yang akan diimplementasikan. Sebagai contoh sistem inferensi logika fuzzy orde pertama tipe Sugeno dengan dua masukan dan dua aturan sebagai berikut, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Model logika fuzzy Sugeno

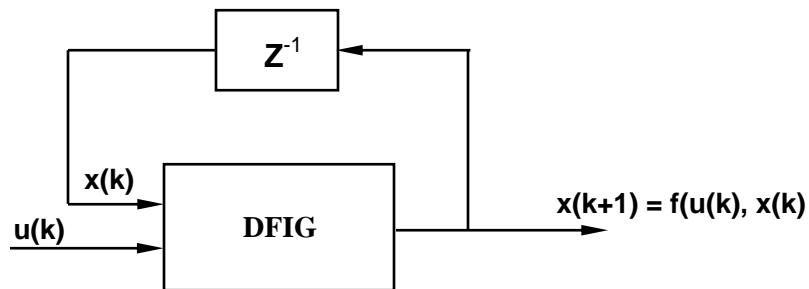
Model logika fuzzy Sugeno seperti pada Gambar 2.4 dapat diimplementasikan pada jaringan adaptif yang terdiri dari lima lapis, seperti terlihat pada Gambar 2.5. Pengendali cerdas berbasis *neuro-fuzzy* ini akan diimplementasikan pada pengendali

DFIG dalam rangka mengendalikan generator induksi terhadap variasi angin yang menerpa *blade* pembangkit listrik tenaga angin.



Gambar 2.5. Arsitektur neuro-fuzzy model Sugeno orde satu.

Model rancangan sistem cerdas untuk pengendalian DFIG yang akan dibuat secara garis besar terdiri dari tiga tahap, yaitu pengumpulan data pelatihan DFIG seperti terlihat pada Gambar 2.6, proses pelatihan neuro-fuzzy (Gambar 2.7), dan penggunaan pengendali neuro-fuzzy (Gambar 2.8). Rancangan arsitektur neuro-fuzzy pada penelitian ini berdasar pada Gambar 2.5 yang dapat menggunakan model neuro-fuzzy Sugeno.



Gambar 2.6. Diagram blok pengumpulan data masukan dan keluaran DFIG.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan kegiatan riset ini adalah:

1. Melakukan rancang bangun dan uji-coba PLTAngin menggunakan pengendalian *blade pitch angle* yang sesuai dengan kondisi angin di Indonesia, dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik dan Kontrol FT UMY.
2. Melakukan rancang bangun dan uji-coba PLTSurya yang optimal menggunakan MPPT, dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik dan Kontrol FT UMY.
3. Melakukan rancang bangun dan uji-coba pembangkit hibrid PLTAngin dan PLTSurya dengan pengendalian cerdas, dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik dan Kontrol FT UMY.

Pada dasarnya hasil riset ini dapat dimanfaatkan untuk seluruh wilayah Indonesia yang mempunyai potensi angin yang baik (kecepatan angin rata-rata 3 – 10 m/s). Akan tetapi kegiatan penelitian ini dalam rangka membantu khususnya UMK batik di Kabupaten Bantul DI Yogyakarta dan juga PT PLN (Persero) UPJ Bantul, DI Yogyakarta dalam penyediaan energi listrik. Hal ini dikarenakan wilayah ini sering mengalami kekurangan pasokan daya listrik, padahal mempunyai potensi ekonomi yang tinggi khususnya industry batik. Batik bantul telah dikenal luas baik konsumen dalam negeri maupun luar negeri. Batik Bantul telah menjadi komoditas penting di pusat-pusat

perbelanjaan Yogyakarta yang banyak dikunjungi wisatawan domestik dan mancanegara. Dengan riset ini diharapkan produktivitas UMK batik Bantul dapat meningkat hingga mampu menembus pasar ekspor ke luar negeri.

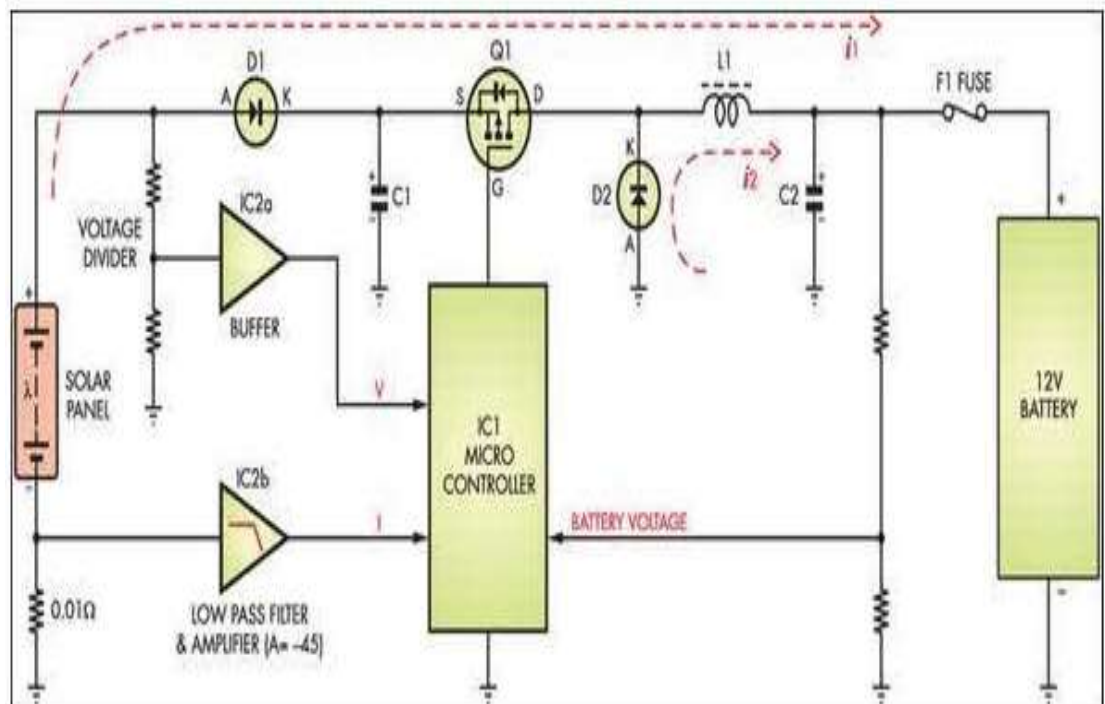
Manfaat yang diperoleh dari hasil kegiatan riset yang akan dilaksanakan adalah:

1. Untuk instalasi pembangkit mandiri, satu unit pembangkit listrik hybrid tenaga angin dan surya berkapasitas total 3,5 kW hasil rancangan dapat mensuplai daya listrik sekitar 1 UMK batik Bantul.
2. Pembangkit listrik hybrid tenaga angin dan surya berkapasitas total 3,5 kW hasil rancangan juga dapat digunakan sebagai pembangkit listrik yang diinjeksikan ke grid jaringan distribusi daya listrik PLN UPJ Bantul, yang kini dikenal dengan istilah pembangkitan terdistribusi (*distributed generation*, DG). Dengan demikian dapat membantu PLN yang mengalami kekurangan pasokan energi listrik terutama pada saat beban puncak (sekitar pukul 18 – 22 WIB), karena kenyataannya hingga kini di Bantul masih sering terjadi pemadaman listrik.

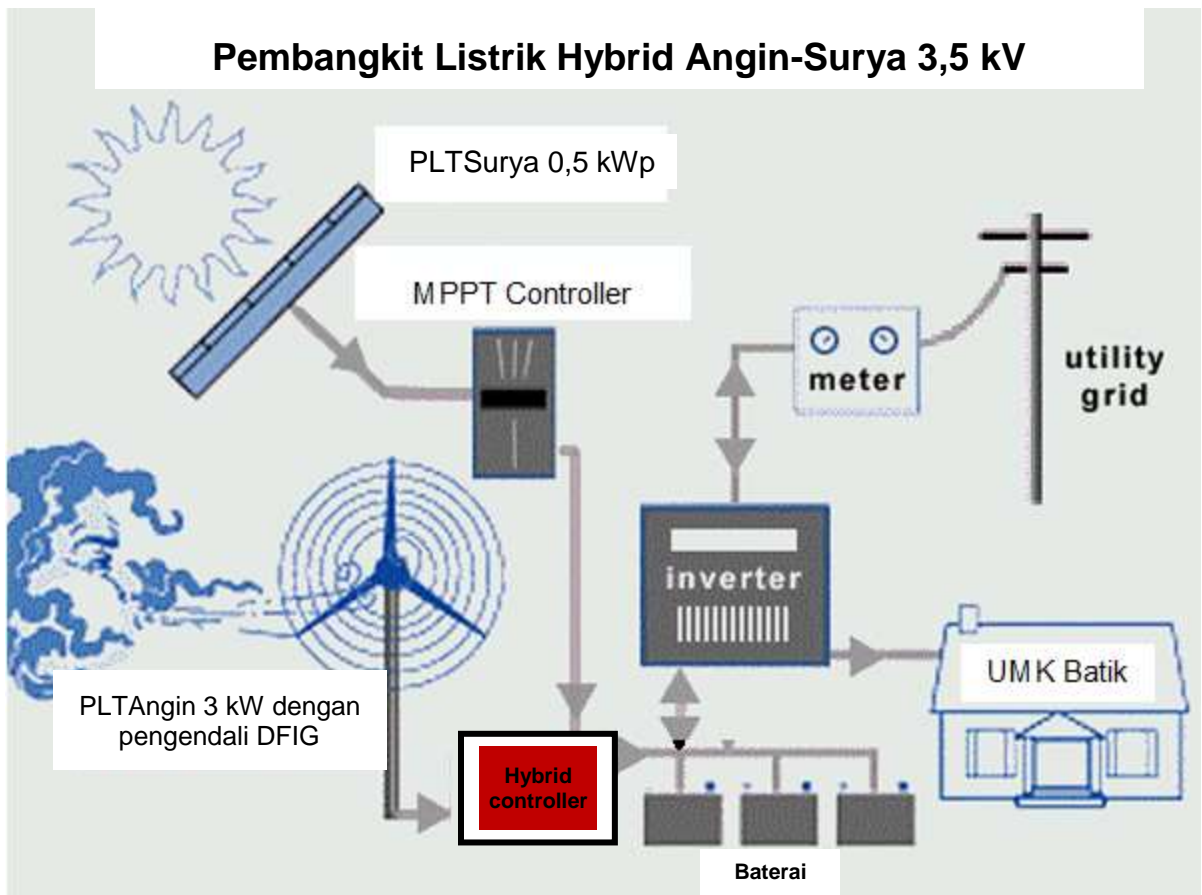
BAB IV

METODE

Rangkaian penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2. Gambar 4.1 menunjukkan rangkaian listrik modul MPPT pada PLTSurya , sedangkan Gambar 4.2 menunjukkan Skema Pembangkit listrik hybrid angin-surya berkapasitas 3,5 kW.



Gambar 4.1. Rangkaian listrik modul MPPT pada PLTSurya



Gambar 4.2. Skema Pembangkit listrik hybrid angin-surya berkapasitas 3,5 kW

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin

a. Pembuatan bilah turbin (*blade*)



Gambar 5.1. Proses pembuatan bilah turbin (*blade*)



Gambar 5.2. Bilah turbin (blade) hasil cetakan

b. Pengujian generator jenis magnet permanen

Pada penelitian ini digunakan 2 unit generator magnet permanen, yaitu berkapasitas 2 kW dan berkapasitas 1 kW seperti terlihat pada Gambar 5.3.

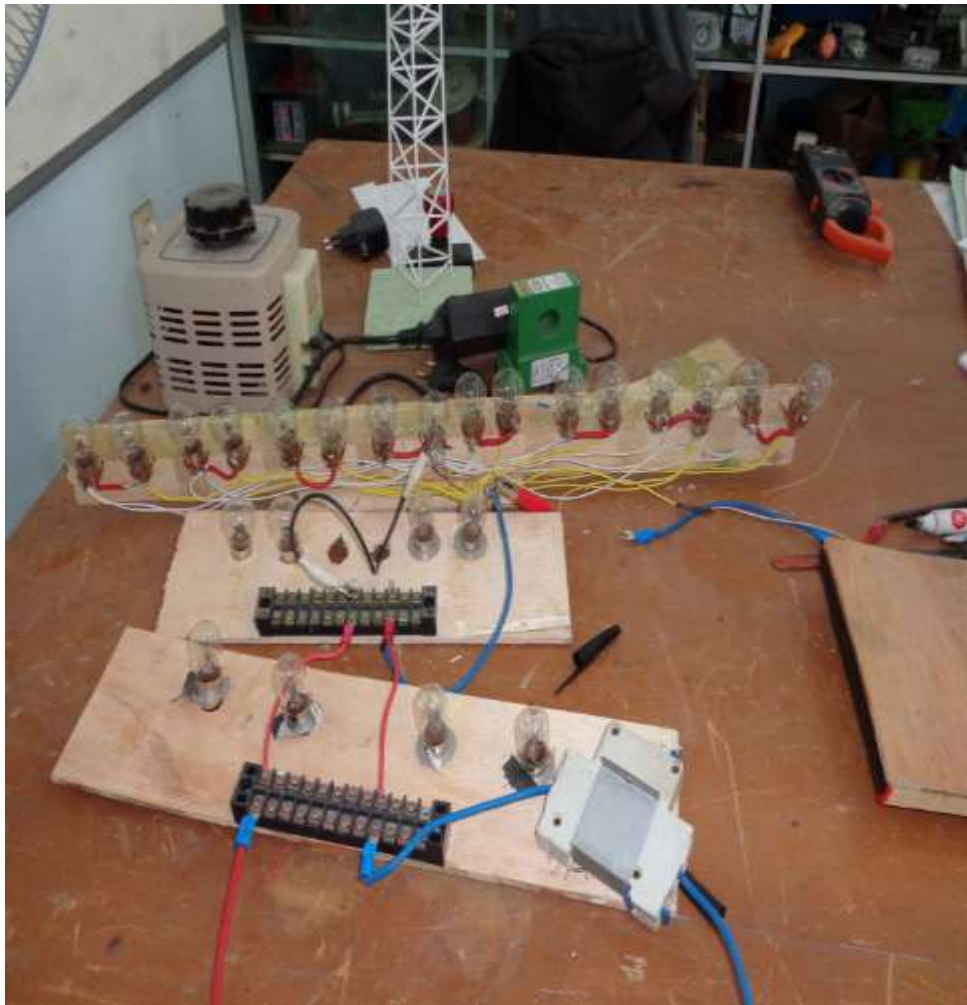


Gambar 5.3. Generator magnet permanen 2 kW

c. Pembuatan controller untuk wind turbine



Gambar 5.4. Pembuatan controller untuk wind turbine



Gambar 5.5. Beban lampu pijar 24 x 100 watt yang digunakan dalam pengujian wind turbine berbeban.



Gambar 5.6. Pemasangan wind turbine 2 kW (blade warna merah-putih) di lokasi uji Pantai Baru, Bantul



Gambar 5.7. Pemasangan anemometer untuk monitoring laju angin di lokasi pengujian untuk wind turbine 2 kW di Pantai Baru, Bantul

V.3 Hambatan

Secara umum pada tahap pertama penelitian ini belum menemukan hambatan yang berarti. Namun demikian perlu disampaikan juga bahwa kendala yang dialami dalam penelitian ini adalah:

1. Pemesanan generator jenis magnet permanen yang relatif lama, membutuhkan waktu sekitar 1 bulan. Pemesanan dilakukan ke Jakarta karena di Yogyakarta belum ada supplier yang menyediakan generator magnet permanen. Sementara generator sebelum diaplikasikan pada pembangkit listrik tenaga angin harus diuji terlebih dahulu. Pengujian generator meliputi pengujian beban nol dan pengujian berbeban untuk mengetahui karakteristik generator yang sesungguhnya. Kini generator sudah didapatkan dan telah diuji.
2. Komponen dasar *solar charge controller* yang dilengkapi dengan MPPT yang relatif sulit didapatkan. Akan tetapi kini telah diperoleh dari kota Surabaya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sementara bahwa:

- i. Hasil pengujian wind turbine 1 kW di Pantai Baru, Bantul, menghasilkan daya generator tertinggi pada pukul 12.40 WIB yaitu sebesar 384,48 watt. Laju angin relatif tinggi yaitu 8,76 m/s. Pada kondisi puncak ini dihasilkan tegangan AC generator (phasa ke phasa) sebesar 40,00 volt, tegangan DC generator setelah disearahkan menjadi 53,40 volt, dan arus beban yang mengisi baterai adalah 7,20 ampere. Efisiensi generator adalah sebesar 38,4% pada kondisi puncak.
- ii. Hasil pengujian wind turbine 2 kW, daya generator tertinggi dihasilkan pada pukul 11.40 WIB yaitu sebesar 169,88 watt, dengan laju angin relatif tinggi yaitu 6,47 m/s. Pada kondisi puncak ini dihasilkan tegangan AC generator (phasa ke phasa) sebesar 22,10 volt, tegangan DC generator setelah disearahkan menjadi 27,460 volt, dan arus beban yang mengisi baterai adalah 6,20 ampere. Pada kondisi ini wind turbine 2 kW mempunyai efisiensi generator maksimum yang relatif rendah yaitu sebesar 8,5%. Walaupun memiliki efisiensi yang relatif rendah, generator 2 kW ini mampu menghasilkan daya listrik pada laju angin minimum 3 m/s. Rendahnya efisiensi generator 2 kW ini karena membutuhkan putaran nominal yang relatif tinggi yaitu 1000 rpm. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap generator magnet permanen dengan spesifikasi ini.

2.1. Saran

Hasil penelitian ini nantinya dapat dilanjutkan dengan pengujian bermacam-macam bilah turbin (*blade*), baik bahan maupun bentuk blade, sehingga diperoleh blade yang paling optimal untuk kondisi angin di wilayah Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Kusdiana, "Kondisi Riil Kebutuhan Energi di Indonesia dan Sumber-Sumber Energi Alternatif Terbaru", *Presented at the Seminar of Renewable Energy, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral*, Bogor, 3 Dec. 2011.
- [2] A. Sugiyono, "Pengembangan Energi Alternatif Di Daerah Istimewa Yogyakarta: Prospek Jangka Panjang", *Prosiding Call for Paper Seminar Nasional VI, Buku 4: Teknologi Industri*, hal.1-13, ISBN 978-979-1334-29-7, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, 3 Juli 2010
- [3] A. Tapia, G. Tapia, J. X. Ostolaza, and J. R. Saenz, "Modeling and control of a wind turbine driven doubly fed induction generator," *IEEE Transactions on Energy Conversion*, Vol.18, pp. 194-204, 2003.
- [4] Y. Lei, A.Mullane, G.Lightbody, and R.Yacamini, "Modeling of the Wind Turbine With a Doubly Fed Induction Generator for Grid Integration Studies," *IEEE Transactions on Energy Conversion*, Vol. 21(1), pp.257-264, 2006.
- [5] Jamal, A., Syahputra, R. (2012), "Adaptive Neuro-Fuzzy Approach for the Power System Stabilizer Model in Multi-machine Power System", *International Journal of Electrical & Computer Sciences (IJECS)*, Vol. 12, No. 2, 2012.
- [6] Jamal, A., Syahputra, R. (2011), "Model Power System Stabilizer Berbasis Neuro-Fuzzy Adaptif", *Semesta Teknika*, Vol. 14, No. 2, 2011, pp. 139-149.
- [7] Syahputra, R., (2010), "Aplikasi Deteksi Tepi Citra Termografi untuk Pendeteksian Keretakan Permukaan Material", *Forum Teknik*, Vol. 33, 2010.
- [8] Syahputra, R., Soesanti, I. (2015). "Control of Synchronous Generator in Wind Power Systems Using Neuro-Fuzzy Approach", *Proceeding of International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE) 2015, UNESA Surabaya*, pp. 187-193.
- [9] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). "Optimal Distribution Network Reconfiguration with Penetration of Distributed Energy Resources", *Proceeding of 2014 1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014, UNDIP Semarang*, pp. 388 - 393.
- [10] Soedibyo, Ashari, M., Syahputra, R. (2014), Power loss reduction strategy of distribution network with distributed generator integration. *1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014, UNDIP Semarang*, pp. 404 – 408.
- [11] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2013), "Distribution Network Efficiency Improvement Based on Fuzzy Multi-objective Method". *International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS)*. 2013; pp. 224-229.
- [12] Riyadi, S., Azra, R.A., Syahputra, R., Hariadi, T.K., (2014), "Deteksi Retak Permukaan Jalan Raya Berbasis Pengolahan Citra dengan Menggunakan Kombinasi Teknik Thresholding, Median Filter dan Morphological Closing", *Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)2 2014, UMS Surakarta*, pp. 46-53.
- [13] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2012), "Reconfiguration of Distribution Network with DG Using Fuzzy Multi-objective Method", *International Conference on Innovation, Management and Technology Research (ICIMTR)*, May 21-22, 2012, Melacca, Malaysia.
- [14] Jamal, A., Syahputra, R., (2011), "Design of Power System Stabilizer Based on Adaptive Neuro-Fuzzy Method". *International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS)*. 2011; pp. 14-21.

- [15] Syahputra, R. (2010). Fault Distance Estimation of Two-Terminal Transmission Lines. Proceedings of International Seminar on Applied Technology, Science, and Arts (2nd APTECS), Surabaya, 21-22 Dec. 2010, pp. 419-423.
- [16] Syahputra, R., (2015), "Teknologi dan Aplikasi Elektromagnetik", LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
- [17] Syahputra, R., (2014), "Estimasi Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Saluran Transmisi Tenaga Listrik", Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 17, No. 2, pp. 106-115, Nov 2014.
- [18] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2011), "Modeling and Simulation of Wind Energy Conversion System in Distributed Generation Units". International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS). 2011; pp. 290-296.
- [19] H.Li and Z.Chen, "Overview of generator topologies for wind turbines," *IET Proc. Renewable Power Generation*, vol. 2, no. 2, pp. 123–138, Jun. 2008.
- [20] L. Mihet-Popa and F.Blaabrierg, "Wind Turbine Generator Modeling and Simulation Where Rotational Speed is the Controlled Variable", *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 40, No.1, Jan./Feb. 2004.
- [21] B.H.Chowary and S.Chellapilla, "Doubly-fed induction generator for variable speed wind power generation". *IEEE Transactions on Power System*, Vol.76, pp. 786-800, Jan . 2006.
- [22] B.C. Babu and K.B. Mohanty, "Doubly-Fed Induction Generator for Variable Speed Wind Energy Conversion Systems - Modeling & Simulation", *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, Vol. 2, No. 1, pp. 1793-8163, February, 2010.
- [23] M.A. Poller, "Doubly-Fed Induction Machine Models for Stability Assessment of Wind Farms", *Power Tech Conference Proceedings of 2003 IEEE Bologna*, Vol.3, 6 pp. 23-26 June 2003.
- [24] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2011), "Control of Doubly-Fed Induction Generator in Distributed Generation Units Using Adaptive Neuro-Fuzzy Approach". International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS). 2011; pp. 493-501.
- [25] Jamal, A., Syahputra, R. (2016). Heat Exchanger Control Based on Artificial Intelligence Approach. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 11(16), pp. 9063-9069.
- [26] Syahputra, R., Soesanti, I. (2015). Power System Stabilizer model based on Fuzzy-PSO for improving power system stability. 2015 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture, and Industrial Automation (ICAMIMIA), Surabaya, 15-17 Oct. 2015 pp. 121 - 126.
- [27] Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Power System Stabilizer Model Using Artificial Immune System for Power System Controlling. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 11(18), pp. 9269-9278.
- [28] T. T. Chuong, "Voltage Stability Investigation of Grid Connected Wind Farm", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 42, pp. 532-536, 2008.
- [29] C. Liu, B. Wu and R. Cheung, Advanced Algorithm For Mppt Control Of Photovoltaic Systems, *Canadian Solar Buildings Conference Montreal, August 20-24, 2004*.
- [30] L.L. Lai and T.F. Chan, "Distributed Generation, Induction and Permanent Magnet Generators", *John Willey and Sons, West Sussex*, 2007.
- [31] R. Syahputra, "Distributed Generation: State of the arts dalam Penyediaan Energi Listrik", *Penerbit LP3M-UMY Yogyakarta*, Juni 2012.
- [32] S. Müller, M. Deicke, and R.W. De Doncker, "Doubly-Fed Induction Generator for Wind Trubines", *IEEE Industry Applications Magazine*, May/June 2002.

- [33] M. Ammar and Jooz, G., "Impact of Distributed Generator Wind Reactives Behavior on Flicker Severity", *IEEE Trans on Energy Conversion*, Vol. 28, No. 2, pp.425-433., 2013
- [34] Hung, D.Q. and N. Mithulanathan, "Multiple DG Placement in Primary Distribution Networks for Loss Reduction", *IEEE Trans on Ind Electronics*, Vol. 60, No. 4. 2013.
- [35] Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). DFIG Control Scheme of Wind Power Using ANFIS Method in Electrical Power Grid System. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, 11(7), pp. 5256-5262.
- [36] Soesanti, I., Syahputra, R. (2016). Batik Production Process Optimization Using Particle Swarm Optimization Method. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT)*, 86(2), pp. 272-278.
- [37] Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Design of Automatic Electric Batik Stove for Batik Industry. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT)*, 87(1), pp. 167-175.
- [38] Syahputra, R. (2016). Application of Neuro-Fuzzy Method for Prediction of Vehicle Fuel Consumption. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT)*, 86(1), pp. 138-149.
- [39] Jamal, A., Suropto, S., Syahputra, R. (2016). Performance Evaluation of Wind Turbine with Doubly-Fed Induction Generator. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, 11(7), pp. 4999-5004.
- [40] Syahputra, R., (2016), "Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik", LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
- [41] Syahputra, R., (2015), "Teknologi dan Aplikasi Elektromagnetik", LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
- [42] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). Performance Improvement of Radial Distribution Network with Distributed Generation Integration Using Extended Particle Swarm Optimization Algorithm. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, 10(2). pp. 293-304.
- [43] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). Reconfiguration of Distribution Network with DER Integration Using PSO Algorithm. *TELKOMNIKA*, 13(3). pp. 759-766.
- [44] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). PSO Based Multi-objective Optimization for Reconfiguration of Radial Distribution Network. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, 10(6), pp. 14573-14586.
- [45] Syahputra, R. (2015). Simulasi Pengendalian Temperatur Pada Heat Exchanger Menggunakan Teknik Neuro-Fuzzy Adaptif. *Jurnal Teknologi*, 8(2), pp. 161-168.
- [46] Syahputra, R. (2015). Characteristic Test of Current Transformer Based EMTP Software. *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), pp. 11-15.
- [47] Syahputra, R., (2012), "Distributed Generation: State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik", LP3M UMY, Yogyakarta, 2012.
- [48] Jamal, A., Suropto, S., Syahputra, R. (2015). Multi-Band Power System Stabilizer Model for Power Flow Optimization in Order to Improve Power System Stability. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 80(1), pp. 116-123.
- [49] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). Optimization of Distribution Network Configuration with Integration of Distributed Energy Resources Using Extended Fuzzy Multi-objective Method. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, 9(3), pp. 629-639.
- [50] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). Performance Analysis of Wind Turbine as a Distributed Generation Unit in Distribution System. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 6, No. 3, pp. 39-56.

- [51] Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2014), "Distribution Network Efficiency Improvement Based on Fuzzy Multi-objective Method". IPTEK Journal of Proceedings Series. 2014; 1(1): pp. 224-229.
- [52] Jamal, A., Syahputra, R. (2014). Power Flow Control of Power Systems Using UPFC Based on Adaptive Neuro Fuzzy. IPTEK Journal of Proceedings Series. 2014; 1(1): pp. 218-223.
- [53] Syahputra, R., (2013), "A Neuro-Fuzzy Approach For the Fault Location Estimation of Unsynchronized Two-Terminal Transmission Lines", International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), Vol. 5, No. 1, pp. 23-37.
- [54] Jamal, A., Syahputra, R. (2013). UPFC Based on Adaptive Neuro-Fuzzy for Power Flow Control of Multimachine Power Systems. International Journal of Engineering Science Invention (IJESI), 2(10), pp. 05-14.
- [55] Syahputra, R., (2012), "Fuzzy Multi-Objective Approach for the Improvement of Distribution Network Efficiency by Considering DG", International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), Vol. 4, No. 2, pp. 57-68.
- [56] J. Cace, E. ter Horst, K. Syngellakis, M. Niel, P. Clement, and E. Peirano, "Wind Turbines Guidelines for Small: Wind Turbines in the Built Environment", Wind Energy Integration in the Urban Environment (WINEUR), Feb. 2007.

LAMPIRAN

**Artikel Publikasi di Jurnal Internasional JATIT
(terindeks Scopus)**



DESIGN OF AUTOMATIC ELECTRIC BATIK STOVE FOR BATIK INDUSTRY

¹RAMADONI SYAHPUTRA, ²INDAH SOESANTI

¹Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Ringroad Barat Tamantirto, Kasihan, Yogyakarta, INDONESIA

²Department of Electrical Engineering and Information Technology,
Universitas Gadjah Mada

Kampus UGM Jl. Grafika 2, Yogyakarta, INDONESIA

e-mail: ramadoni@umy.ac.id, indah@sti.ugm.ac.id

ABSTRACT

This paper proposes design of automatic electric batik stove in order to increase productivity and maintain a healthy environment in batik industry. Batik is the process of writing a picture or decoration on any media by using wax batik as a color barrier. In the production process of batik, the batik stove is needed. During batik used this stove is still not automated, so in this study designed automatic electric batik stove. The automatic electric batik stoves results of this research work automatically so as to facilitate the batik in batik activities. This stove is a very simple tool in the form of physical or works. This stove utilizes a temperature sensor as an input the data to manage large or small currents so as to produce the necessary heat. This batik stove using dimmer circuit which is used to manage large or small stream on the heating element. The prototype of the batik electric stove uses ATMEGA8 microcontroller with AVR C programming language code. From the test results, the automatic electric stove batik has been working in accordance with the desired design.

Keywords: *Electric Stove, Batik, Automatic, Microcontroller, AVR C.*

1. INTRODUCTION

At this time, the Indonesian government is promoting the diversion program from kerosene to LPG gas as we know called gas conversion [1]-[3]. There are still many people who depend on kerosene for investments other than the price is cheaper too easily obtained. Conversion of kerosene to LPG (Liquefied Petroleum Gas) is performed in conjunction with the policy of reduction of kerosene subsidies gradually in various regions, leaving a fairly complicated problem for entrepreneurs and batik industry in the country. Unprepared infrastructure batik industry to switch to LPG gas and the unavailability of gas cooker appliances that fit the needs of batik industry has caused serious obstacles are troublesome and burdensome liquidity of the craftsmen [4]. Batik artisans who had been accustomed for decades on a kerosene stove in batik activities, especially during the process of affixing wax either by *canting* (the making of batik) and the *cap* (on the making of batik), could not automatically be switching to LPG

gas stoves. Meanwhile, the supply of kerosene in the market already began to gradually disappear in some areas even kerosene supplies already scarce. As a result, the price of oil continues to soar as high as tens of thousands of rupiah per liter. This condition is a new burden for batik artisans, as they must remain on a kerosene stove prior to the availability of LPG gas stoves that fit their needs.

On batik producers who use the wax to draw on the fabric. With the conversion of gas so many manufacturers which use solar heat from solar as kerosene. The problem is that when using diesel fuel to melt the night it would be a waste on the axis of the stove, when using kerosene wick stove can be used for two days while the solar can use only be one day [5]-[6]. If using LPG, the batik will too often decrease or increase the fire to get the desired dilution night. Therefore, in order to help provide alternative solutions in the process of disbursement of the night, so in this study will be an innovation development of batik electric stove that is very easy

LAMPIRAN

**Artikel Publikasi di Jurnal Nasional Terakreditasi TELKOMNIKA
(terindeks Scopus)**

Reconfiguration of Distribution Network with Distributed Energy Resources Integration Using PSO Algorithm

Ramadoni Syahputra¹, Imam Robandi², Mochamad Ashari²

¹Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
Jl. Ringroad Barat Tamantirto, Kasihan, Yogyakarta, Indonesia 55183, Phone: +62-274-387656

²Department of Electrical Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Sukolilo, Surabaya, Indonesia 60111, Phone: +62-31-5947302

*Corresponding author, e-mail: ramadoni@umy.ac.id¹, robandi@ee.its.ac.id², ashari@ee.its.ac.id²

Abstract

This paper presents optimal reconfiguration of radial distribution network with integration of distributed energy resources (DER) using modified particle swarm optimization (PSO) algorithm. The advantages of integration of DER in distribution system are minimizing power losses, improving voltage profiles and load factors, eliminating system upgrades, and reducing environmental impacts. However, the presence of DER could also cause technical problems in voltage quality and system protection. Optimal reconfiguration of distribution network is subjected to minimize power loss and to improve voltage profile in order to enhance the efficiency the distribution system. In this study, reconfiguration method is based on an improved PSO. The method has been tested in a 60-bus Bantul distribution network of Yogyakarta Special Region province, Indonesia. The simulation results show that optimal reconfiguration of the network with integration of DER has successfully enhancing the efficiency of the distribution system.

Keywords: *distribution network, reconfiguration, efficiency, modified particle swarm optimization, distributed energy resources.*

Copyright © 2015 Universitas Ahmad Dahlan. All rights reserved.

1. Introduction

Power distribution networks provide the end links between transmission systems and customers. The networks are generally operated in radial structure among the feeders. The feeders are fitted with a number of switches that are normally closed, namely sectionalizing switches, or normally opened, namely tie switches. The objective of the reconfiguration is to minimize active power losses and to improve voltage profile in order to improve distribution system performance [1-2]. In [3], the efforts of reconfiguration of the distribution network have become the first publication. The effort has been made to obtain the minimal active power losses using the traditional technique. Other traditional technique has been proposed in [4]. Most of traditional techniques do not necessarily secure in global minima. In recent decades, the use of artificial intelligence (AI) in various fields has attracted the interest of many researchers [5-7]. In terms of optimization of distribution network configuration, the techniques based on AI have also become something of interest for many researchers, as can be seen in [8-18]. The use of genetic algorithm (GA) for network reconfiguration method to minimize the active power loss has been proposed in [8]. In [9] and [10], the methods of simulated annealing in large scale distribution system for active power loss reduction purpose have been presented. A methodology based on GA with the fundamental loop for network reconfiguration has been presented by Mendoza et al. [11]. Another version of the GA for network reconfiguration has been proposed in [12]. They have developed a GA method based on the matroid and graph theories. In [13], the application of ant colony optimization (ACO) method for placement of sectionalizing switches in distribution networks has been proposed. Network reconfiguration based on a simple branch exchange technique of single loop has been proposed in [14]. In this approach, loops selection sequence affects the optimal configuration to minimize the power loss. In [15], the approach of harmony search algorithm (HSA) was used to reconfigure large-scale distribution network in order to reduce power losses. The approach is conceptualized