

Pembangkit Listrik Terbarui Hybrid Convertible Tenaga Angin Matahari untuk Lampu Penerangan yang Tidak Terganggu Kondisi Listrik Byar-Pet Dari PLN

Wijaya Widjanarka N¹

¹ STMIK Bina Patria Magelang, 56116
E-mail : wijaya_widjanarka@yahoo.co.id

ABSTRAK

Di kota Magelang, sebagian daerahnya adalah dataran rendah, dataran tinggi dan bukit, yang kadang-kadang mengalami pemadaman bergilir, meskipun dalam waktu yang singkat dan tak tentu atau kondisi byar-pet, dari jaringan listrik PLN. Di sisi lain, kota Magelang memiliki berbagai macam potensi kekayaan alam yang melimpah, misalnya seperti hembusan angin yang cukup kuat dan terus-menerus dan limpahan sinar matahari yang hampir selalu bersinar sepanjang hari. Sistem pembangkit listrik hybrid ini, dibuat sebagai pemecahan masalah. Sistem pembangkit dalam hal ini pembangkit listrik tenaga angin dan matahari, bersifat mandiri atau berdiri sendiri (stand alone).

Dalam penelitian ini digunakan solar cel (sel fotovoltaik) jenis monocrystalin 20 W/12V, dengan efisiensi daya 15%. Kincir anginnya dibuat, menggunakan 12 blade, tiap blade sepanjang 1 meter, terbuat dari bahan aluminium. Diameter luas daerah putaran A sebesar 2,30 meter. Generatornya jenis arus bolak-balik 12 VA. Batere penyimpan adalah accu basah timbal Pb 12 Volt / 45 Ah. Tinggi menara 10 meter. Pembangkit ini dilengkapi dengan penyearah (rectifier), inverter, Sistem pengaturan tegangan dan pengaman.

Energi listrik yang dihasilkan adalah sebesar 220 Volt AC/50/60Hz (sama dengan PLN). Tidak pernah terputus, meskipun kincir tidak berputar dan langit mendung.

Kata kunci: Kincir angin convertible, stand alone, kondisi byar-pet, solar cel monocrystalin.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di kota Magelang dan sebagian besar daerahnya adalah dataran rendah, sebagian dataran tinggi dan bukit, yang kadang-kadang mengalami pemadaman bergilir, meskipun dalam waktu yang singkat dan tak tentu atau kondisi byar-pet, dari jaringan listrik PLN. Di sisi lain, daerah kota Magelang memiliki berbagai macam potensi kekayaan alam yang melimpah, misalnya seperti hembusan angin yang cukup kuat dan terus-menerus dan limpahan sinar matahari yang hampir selalu bersinar sepanjang hari.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dipikirkan untuk menciptakan suatu sistem pembangkit listrik tenaga angin dan matahari, sebagai sumber daya listrik alternatif. Bagi daerah yang sudah dijangkau oleh jaringan listrik PLN, pembangkit tersebut juga dapat digunakan sebagai energi listrik cadangan (*back-up*), jika pasokan listrik PLN terganggu atau tersendat.

Penggabungan antara solar sel dengan kincir angin, yang akan menciptakan listrik sepanjang hari. Sedangkan untuk tenaga matahari untuk menambah pasokan listrik terutama pada siang hari yang energi matahari terbuang percuma. Disamping itu untuk menambah listrik pada waktu turbin angin pada kondisi angin sedang tidak berhembus.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan diteliti adalah, pembuatan Pembangkit Listrik Terbarui Hybrid Convertible Tenaga Angin dan Matahari untuk Lampu Penerangan yang Tidak Terganggu Kondisi Listrik Byar-Pet dari PLN, yang jaringannya terpasang di kantor Penelitian Pengembangan dan Statistik Kota Magelang. Pembangkit listrik swadaya ini dirancang untuk dapat digunakan sebagai proyek percontohan.



Gambar 1. Wujud pembangkit listrik terbaru hybrid tenaga angin dan matahari untuk lampu penerangan.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkaji dan membuat proyek percontohan sistem pembangkit listrik terbarui hibrida, yaitu tenaga angin dan matahari, dengan sistem convertible, sehingga dapat dengan mudah dibawa ke daerah-daerah yang terpencil (terpelosok). Artinya dapat dibongkar-pasang, dirakit dan dijinjing (dibawa atau dipindah tempat).
2. Membuat proyek percontohan sistem pembangkit listrik tenaga angin dan matahari, dengan mampu bekerja secara terus-menerus tetapi tidak menggunakan bahan bakar minyak atau gas (non-BBM migas), sehingga dapat juga digunakan untuk tenaga listrik cadangan yang handal.
3. Membuat pembangkit listrik tenaga angin dengan model sistem pembangkit listrik terbarui hibrida, yaitu tenaga angin dan matahari, untuk masyarakat Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM), seperti warung soto, penjual *nasi kucing*, mie ayam, dan Pedagang Kaki Lima (PKL) yang lainnya. Dapat juga untuk Selain itu model pembangkit ini bersifat *convertible* atau yang dapat dibongkar pasang, dirancang cocok untuk daerah yang terpencil dan tertinggal atau daerah yang belum terjangkau jaringan listrik PLN. Bahkan daerah yang sudah dipasang jaringan listrik PLN, jika pasokan listrik dari PLN, terganggu atau tersendat (sering disebut kondisi “byar-pet”).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Energy Terbaru (*Renewable Energy*) dan Perwujudan Alat

Teknologi tenaga angin dan matahari adalah teknologi yang akhir-akhir ini sering dikaji, karena teknologi ini menjanjikan sebagai salah satu sumber daya listrik yang bersifat terbaru *renewable*, tidak pernah habis, ramah lingkungan, tidak berpolusi dan tidak menghasilkan sampah, biaya *maintenance* yang rendah [5].

2.2. Tenaga Matahari Sebagai Sumber Energi Listrik.

Di dalam permukaan bumi seluas 1 m^2 , energi yang dipancarkan dari matahari adalah sebesar 1000 watt. Tetapi yang didapat diubah oleh solar sel hanyalah 10 % – 15 %, tergantung jenis dan teknologi solar cell tersebut. Intensitas Energi yang terkandung dalam sinar matahari yang rendah pada saat mencapai permukaan bumi, berjumlah 1000 watt per m^2 . Daya guna konversi energi radiasi matahari berdasarkan efek fotovoltaik pada saat ini sudah mencapai lebih kurang 25%. Dengan demikian maka produksi daya listrik yang maksimal dapat dihasilkan oleh sel surya berjumlah 250 watt per m^2 [3], [6].

2.3. Angin Sebagai Sumber Tenaga Listrik

Semua energi terbarukan (kecuali tenaga geothermal), dan bahkan energi dalam minyak bumi, hampir semuanya berasal dari matahari. Radiasi matahari 174.423.000.000.000 kilowatt jam dari energi untuk bumi per jam. Dalam kata lain, bumi mendapatkan $1,74 \times 10^{17}$ watt daya. Kira – kira 1% sampai 2% dari energi yang datang dari matahari diubah menjadi energi angin. Ini kira – kira 50 – 100 kali lebih daripada energi yang diubah menjadi biomass oleh semua tumbuhan di bumi [1].

2.4. Spesifikasi Kincir Angin yang Dibuat

Spesifikasi pembangkit listrik tenaga angin yang dibuat dalam proyek RUD ini, adalah:

- a. Baling-baling (*blade*) dan pengarah (*directions*) terbuat dari besi dan aluminium. Baling-balingnya (*blade*) menggunakan bahan lembaran aluminium berkerangka aluminium dan besi. Model turbin horisontal. Memiliki panjang 1 meter. Lebar pangkal 12 cm, sedangkan lebar ujung 10 cm. Jumlah 12 baling-baling. Sudut rotor sebesar 10° .
- b. Menara (*Tower*) Tinggi, tingginya 10 meter di atas tanah. Bahan kerangka utama besi. Di bagian paling atas menara yang berhubungan langsung dengan poros turbin, terdapat *bearing* atau bantalan yang berputar.
- c. Kawat Penarik (*spanner wire*), posisinya dengan sudut tarik 45° terhadap menara. Setiap sesi tower minimal terdapat 3 kawat dengan letak yang berbeda.
- d. Generatornya menggunakan generator arus bolak-balik atau alternator 12 Volt. Konstruksinya menggunakan medan magnet statis yang berputar, sedangkan 6 kumparan (*coil*) diam (*statis*). Energi yang dihasilkan disimpan di aki (*accu*).
- e. Sistem Mekanik dan Gearbox. Sistem mekanika menggunakan perbandingan gigi gerigi atau roda (*polle*) yang dimasukkan dalam kotak (*gearbox*).
- f. Baterai. Pada penelitian ini, tempat penyimpanan atau penampung energi listrik yang telah dihasilkan oleh turbin, adalah aki basah (*accu* basah). Pada penelitian ini, energi listrik yang disimpan dalam baterai tipe asam-timbal (aki atau *accu* basah), yang secara umum mempunyai tegangan pada tiap-tiap sel sebesar 2 volt. Konstanta efisiensi 50% - 60%. Aki yang digunakan, kapasitasnya 45 Ah / 12 volt. Energi yang tersimpan inilah yang kemudian disalurkan melalui *inverter*, menjadi listrik arus bolak-balik atau rangga (*alternating current*, disingkat ac).
- g. Penyearah (*Rectifier*). Yang digunakan adalah penyearah jembatan dioda dan kapasitor.
- h. Sistem Pengaturan Elektronika yang lain berupa sistem pengaturan daya PWM (*Pulse Width Modulation*) mikroprosesor controller. Pada penelitian ini, digunakan *inverter* atau pembalik arus-tegangan listrik, dari listrik DC menjadi listrik AC. Karakteristik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *inverter* 300 Watt VA / 12VDC/220 VAC.
- i. Beban Listrik, adalah lampu penerangan 3 lampu neon (TL) dan satu unit lampu hias untuk malam hari.



Gambar 2. Wujud pembangkit listrik terbaru hybrid, dalam foto diatas adalah bagian pembangkit tenaga angin.

2.5 Spesifikasi Tenaga Matahari Yang Dibuat

Spesifikasi pembangkit listrik tenaga matahari yang dibuat dalam proyek RUD ini, adalah:

1. Panel Solar Sel, dengan jenis monocrystalin 20 watt / 12 Volt.
2. PWM, adalah sistem Pengaturan Elektronika yang lain berupa sistem pengaturan daya PWM (*Pulse Width Modulation*) mikroprosesor controller.
3. Accu Pb 12 Volt/45 Ah.

Pada pembangkit listrik tenaga matahari, energi yang dihasilkan dari solar sel, disimpan terlebih dahulu dan dikendalikan dengan konverter listrik, setelah itu distabilkan. Melalui inverter, kemudian dikeluarkan dan disalurkan ke beban.



Gambar 3. Prosesi Pembuatan dan pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Matahari.

Energi listrik yang dihasilkan pembangkit hybrid ini tidak stabil (masih *mentah*), belum dapat digunakan (dikonsumsi) secara langsung. Setelah diolah dan dikontrol dengan konverter digital, energi listrik menjadi stabil, kemudian disalurkan sebagai energi siap pakai. Listrik yang dihasilkan sama dengan PLN, yaitu 220 volt AC. Karakteristiknya sama persis dengan yang dihasilkan oleh PLN, yaitu: arus-tegangan AC sebesar 220 VAC, frekuensinya sebesar 50/60 Hz.

Dengan demikian dapat menyalakan lampu neon atau TL.

Dalam sistem hibrida ditambah pengatur sistem hibrida listrik tenaga angin dan matahari (*wind/solar hibrida controller*).

Dengan membuat percontohan sistem pembangkit listrik tenaga angin dan matahari, yang mampu bekerja secara terus-menerus tetapi tidak menggunakan bahan bakar minyak atau gas (BBM migas), murah, dapat diperbarui dan stabil (tidak terputus), sehingga dapat digunakan untuk tenaga listrik yang handal. Dalam sistem ini tidak ada limbah atau sampah produksi.

3. METODE PENELITIAN

Jenis metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Pengambilan datanya dengan metode mengukur langsung dan mengamati hasilnya, kemudian mencatat. Variabelnya yang diamati dan diukur terkontrol. Data yang terukur kemudian dianalisa, dibandingkan dan dievaluasi.

Dalam percobaan, yang diteliti adalah pembuktian energi angin menjadi listrik, arsitektur dan konstruksi hybrid, dan juga variabel yang diteliti adalah perbandingan gear box, kecepatan putar dan listrik yang dihasilkan.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa pembangkit listrik hibrida antara tenaga angin dan matahari yang convertible, dengan kapasitas 100-250 Watt VA. Daya listrik yang dihasilkan sama dengan listrik PLN, yaitu 220 volt AC, stabil.

Menara (tower) kincir angin dengan ketinggian 10 meter.

Baling-baling terbuat dari aluminium, konstruksinya jenis multi-blade, sejumlah 12. Diameter baling-baling 1,5 meter.

Sedangkan solar sel kapasitas 20 watt.



Gambar 4. Hasil penelitian berupa pembangkit listrik hibrida antara tenaga angin dan matahari yang convertible, yang dikemudian digunakan sebagai penerangan. Pembangkit listrik hybrid convertible yang difoto pada waktu siang dan malam hari.

5. PENUTUP

5.1. Simpulan

- Model Pembangkit Listrik Hibrid Convertible, dapat berfungsi dengan baik dan energi listrik yang dihasilkan dimanfaatkan untuk keperluan penerangan.
- Kincir angin dan solar sel ini, dapat digunakan untuk membantu industri usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM), seperti penerangan. Dengan demikian sehingga tetap dapat berlangsung jika harga bahan bakar minyak dan gas harganya melambung naik dan biaya tarif listrik PLN juga naik, atau jaringan listrik yang sering terjadi pemadaman bergilir, tersendat dalam waktu tak tentu atau *byar-pet*.
- Pada penelitian ini, telah dirancang dan dibuat turbin angin dan Listrik Tenaga Matahari dengan kapasitas 300 Watt VA dan 20 Watt VA. Energi yang dihasilkan distabilkan melalui penyearah (*rectifier*), kemudian disimpan dalam batere tipe asam-timbal (accu basah), yang secara umum mempunyai tegangan pada tiap-tiap sel sebesar 2 volt. Setelah itu melalui inverter diubah dari DC menjadi listrik AC.

5.2. Rekomendasi

- Mengingat terbatasnya waktu dan biaya, analisa dan pengujian turbin angin tersebut baru dilakukan pada sudut pitch sudu (blade) $\beta = 10^\circ$. Untuk mengetahui posisi sudut dengan karakteristik yang sesuai dan optimal, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut, dengan sudut yang berbeda.
- Untuk menambah pasokan daya, kapasitas batere, jumlah panel solar sel tenaga matahari, dan ketinggian tower perlu ditambah, ditempatkan pada tempat atau medan yang lebih terbuka, sehingga dengan demikian nantinya daya yang dihasilkan sesuai dengan rancangan yang diinginkan, yaitu 300 Watt VA, untuk turbin pembangkit listrik tenaga angin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Lange, J. Hojstrup, "Evaluation of Wind Resource Estimation", Germany, *ICWP Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 2005.
- [2] Fitzgerald A.E., *Electrical Machine*, NY, Mc. Graw Hill., Inc, 1997.
- [3] Grolier, *Scientific Populair*, 1987.
- [4] Hall. D.V., *Microprocessor and Interfacing*, NY, Mc Graw Hill, 1988.
- [5] Shushui, "Using Estimate Wind Turbin Power Generator", *IEEE Transaction on Energy Conversion*, Vol. 16, No. 3 September 2005.
- [6] www.solarcell.com.
- [7] www.org. 2006.
- [8] www.SouthwestWindpower.org. 2006.
- [9] www.Weather.org. 2006.
- [10] www.Windpower.org. 2006.