

Optimasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Berbasis Fuzzy Logic

Mochammad Apriyadi Hadi Sirad
Departement of Electrical Engineering,
Faculty of Engineering, Khairun University
apriyadisirat@unkhair.ac.id

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi energi angin, kapasitas daya yang mampu tenaga angin, simulasi logika Fuzzy sistem hibrida dalam melayani beban, dan mengetahui sistem operasi ekonomis Hybrid Wind Power dan Solar Power. Untuk mengetahui kapasitas daya mampu kemudian melakukan tes dengan memberikan beban mulai dari beban rendah, menengah, dan tinggi pada angin pembangkit listrik simulasi fuzzy logic. digunakan untuk sistem Hybrid menggabungkan tenaga angin dan Genset dalam sistem bekerja sama dalam pelayanan beban. Sedangkan hasil perhitungan harga ekonomis kWh yang diperoleh pada sistem hibrida tenaga angin dan tenaga diesel Rp 2.076/kWh lebih mahal daripada harga tenaga angin Rp 773/kWh tapi lebih murah dibanding rupiah. Genset 2240/kWh. Dengan kombinasi sistem hibrida tenaga angin dan diesel maka dapat mengurangi biaya operasi, yaitu bahan bakar selain mampu memberikan pasokan tenaga listrik yang berkesinambungan.

Keywords: Tenaga Angin, Solar Power, fuzzy Logic, ekonomis operasi.

I. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Banyak manfaat energi listrik untuk penerangan, antara lain informasi, dan lain-lain. Energi listrik dihasilkan dari berbagai pembangkit listrik, baik dari sumber energi baru terbarukan dan sumber energi terbarukan yang tidak suka pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar seperti pembangkit listrik tenaga diesel (tenaga Diesel)

[1], [5]. Daya diesel adalah pembangkit listrik dengan biaya operasi yang tinggi dengan penggunaan bahan bakar yang merupakan sumber energi tidak terbarukan satu kali akan kehabisan cadangan. Hal ini juga semakin mahal harga bahan bakar [6]. Tenaga diesel juga ramah lingkungan karena tanaman tidak menghasilkan dampak emisi seperti CO₂, NO_x, SO_x, dan lain-lain. Untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang menyebabkan polusi, kemudian memegang sistem tenaga hibrida [9].

Seiring dengan perkembangan, pemanfaatan tanaman hibrida memang mengandalkan potensi energi lokal di Hybrid ini menggabungkan pembangkit listrik tenaga diesel dengan jenis sumber energi terbarukan ini adalah energi angin. Penggunaan energi angin akan menghantam polusi udara dari pembakaran bahan bakar, ada beberapa manfaat dari aplikasi potensi energi dalam hibrida yaitu minyak solar mengurangi penggunaan signifikan mengurangi biaya operasional [7].

Energi angin diharapkan dapat mengurangi atau bahkan jika Anda mampu untuk menggantikan peran tenaga diesel sebagai penyedia utama energi listrik, di mana tenaga angin dikombinasikan dengan tenaga diesel untuk mencegah pemadaman listrik [8]. Sistem pembangkit tenaga hibrida pada tenaga angin dan tenaga diesel terdiri dari sumber energi angin sebagai sumber energi utama dan diesel sebagai cadangan jika ketersediaan angin terbatas untuk beberapa hari atau sampai beberapa minggu. Dari paparan di atas, maka peneliti tertarik untuk meneliti sistem optimalisasi pembangkit listrik tenaga hibrida dan pembangkit listrik berbahan dasar fuzzy Logic.

II. TEORI DASAR

Pembangkit tenaga angin bekerja dengan mengubah energi kinetik dari angin yang dihasilkan menjadi energi listrik. Komponen utama dari tanaman adalah turbin angin energi angin (angin turbin), unit Generator listrik (unit pembangkit listrik) dan controller (Controller) [2]. Hal yang perlu diperhatikan di pembangkit listrik tenaga angin adalah tip Speed Ratio (TSR). Untuk menghitung TSR dapat digunakan dalam rumus:

$$TSR (\lambda) = \frac{Speed\ Rotor\ Tip}{Wind\ Speed} = \frac{v}{V} = \frac{\omega r}{V} = \frac{2\pi nr}{V} \quad (1)$$

Where:

- V = Wind speed (m/s)
- v = Rotary speed of the rotor (m/s)
- r = The radius of the rotor (m)
- f = The frequency of rotation of the (Hz) (Sec⁻¹)
- n = Round shaft paddles every seconds (rps)
- the assumption : f = n

TSR mempengaruhi kecepatan rotasi roda (RPM). Hubungan TSR dengan kecepatan laju poros kecepatan poros (SS):

$$SS = \frac{60 \lambda V}{\pi D} \quad (RPM) \quad (2)$$

Sementara SWEP rotor area (A) pada turbin angin yang diformulasikan (Patel, M. R, 1999):

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \quad (3)$$

Kecepatan angin diformulasikan:

$$V = \frac{SS}{60} \cdot A = \frac{SS}{60} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \quad (4)$$

Ekonomis dalam operasi ada hal yang perlu diketahui termasuk: biaya investasi awal, perkiraan usia peralatan, biaya operasional dan pemeliharaan, suku bunga, dan kebutuhan bahan bakar [6]. Harga rata-rata listrik dalam satu tahun:

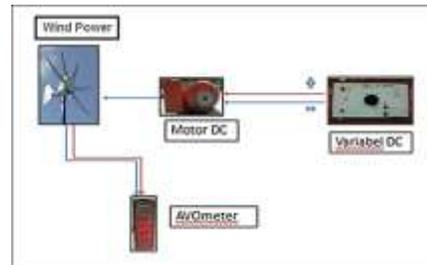
$$C_1 = \left(\frac{P}{n}\right) + \left\{\frac{P \times i}{2}\right\} \left\{\frac{(n+1)}{n}\right\} + (O+M) \quad (5)$$

Harga listrik (per kWh)

$$C = \frac{The\ price\ of\ electrical\ energy\ per\ year}{The\ energy\ generated\ per\ year} \quad (6)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN.

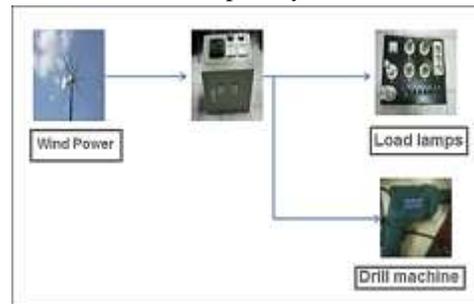
Fungsi simulasi ini untuk mengetahui karakteristik antara putaran turbin, tegangan output, dan kecepatan angin. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan variabel input DC yang terkait dengan motor DC, motor DC yang terhubung ke pembangkit listrik tenaga angin digunakan untuk memutar turbin. Dari output pengukuran tegangan pertanian angin dilakukan dengan menggunakan AVO-meter sedangkan untuk pengukuran yang digunakan digital Tachometer.



Gambar 1. Sirkit simulasi pengujian pembangkit listrik.

Simulasi ini akan tidak divalidasi, Karakteristik dari perputaran turbin, tegangan, dan kecepatan angin, langkah selanjutnya melakukan analisa potensi angin. Dari analisis data akan diambil potensi energi angin dalam satu tahun dan potensi energi angin rata-rata harian.

Uji besarnya kapasitas daya yang mampu sangat penting karena pada energi terbarukan, output daya tidak stabil. Berbeda dengan sumber energi lain yang berasal dari perusahaan pembangkit listrik negara Indonesia dan output daya Genset lebih stabil.



Gambar 2. Serangkaian kapasitas daya yang mampu menguji.

Dalam pengujian kapasitas daya mampu pembangkit listrik tenaga angin dilakukan dengan memberikan beban seperti lampu dengan nilai yang berbeda dan peralatan beban mulai dari beban

rendah, menengah ke beban tinggi. Metode metode logika Fuzzy yang digunakan adalah min-Max Mamdani. Pada tahap metode Defuzzifikasi Centroid yang digunakan. Adapun simulasi dilakukan dengan bantuan Matlab 7,6 R 2008 di fuzzy Toolbox [4]. Optimalisasi sistem perhitungan pembangkit listrik di pembangkit listrik tenaga hibrida dan tenaga angin mengandung komponen penting dari generator. Hasil perhitungan diharapkan dapat memberikan gambaran tentang nilai ekonomi pembangkit listrik tenaga angin dan tenaga Diesel pembangkit tenaga Hybrid.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran simulasi pembangkit listrik tenaga angin telah dilakukan terlihat dalam tabel di bawah ini:

Tabel 1. Hasil pengukuran, tegangan, dan kecepatan angin

Putaran (rpm)	Tegangan (volt)	kecepatan angin (m/s)
115	3	1.5
125	4	1.7
154	5	2
185	6	2.4
225	7	2.9
255	8	3.3
285	9	3.7
313	1	4.1
355	11	4.4
383	12	5
425	13	5.5
455	14	5.9
485	15	6.3
525	16	6.8
565	17	7.2
611	18	8

Dari tabel 1 di atas diperoleh kecepatan angin yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik yang kecepatan hingga 5 m/s pada tegangan 12 volt, itu akan sesuai dengan rentang nilai alat ini pada 5-8 m/s. semakin besar kecepatan angin, semakin besar kecepatan rotasi turbin dan juga semakin besar tegangan yang dihasilkan pula. Hasil analisis data kecepatan angin, yang dapat dimanfaatkan 2275 jam atau rata-rata 6 jam/hari.

Di pembangkit listrik tenaga angin memiliki output daya 200 watt dengan 1000 watt Inverter. Diukur tegangan, saat ini, kekuasaan, dan perubahan dalam beban dengan menggunakan perangkat lunak Lucas Nulle. Hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Potensi energi angin

Bulan	Potensi angin (Hours)
January	254
February	204
March	190
April	175
May	142
June	101
July	96
August	192
September	253
October	231
November	217
December	220
Jumlah (per tahun)	2276
Rerata harian	6.2

Tabel 3. Hasil pengukuran kapasitas daya mampu

Beban (watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
Without Load	230	0.07	16.22
Lamp 5 watt	221.6	0.102	22.52
Lamp 10 watt	217.6	0.128	27.89
Lamp 8 watt	226.9	0.092	20.83
Lamp 25 watt	220.3	0.144	31.8
Lamp 40 watt	216.2	0.218	47.3
Lamp 18 watt	221.9	0.152	33.8
Lamp 106W	208.9	0.644	134.5
lamp 200 Watt	206.6	0.908	187.6
Electric drill 500 Watt	213.6	1.03	219.9
Lamp + drill (606)	210.5	1.24	260.4
Lamp + drill (806)	206.5	1.42	293.23

Hasil pengukuran Inverter output dalam tabel 5 yang diperoleh pada beban rendah tidak ada perubahan yang signifikan terhadap tegangan, tetapi beban tegangan menurun, arus, dan kekuasaan. Semakin besar

beban yang diberikan aliran semakin besar. Sementara turbin bulat yang lebih besar kemudian stabil pengisian.

Tabel 4. Hasil dari tahapan kesimpulan

No.	Tenaga angin	Ganset	Beban
1	Low	Minimum	Very Low
2	Low	Very Low	Very Low
3	Low	Low	Low
4	Low	Medium	Low
5	Low	High	Medium
6	Low	Very High	Medium
7	Medium	Maximum	High
8	Medium	Minimum	Very Low
9	Medium	Very Low	Low
10	Medium	Low	Low
11	Medium	Medium	Medium
12	Medium	High	Medium
13	Medium	Very High	High
14	High	Maximum	High
15	High	Minimum	Low
16	High	Very Low	Low
17	High	Low	Medium
18	High	Medium	Medium
19	High	High	High
20	High	Very High	High
21	High	Maximum	Very High

Tabel 5. Hasil tahapan defuzzifikasi

Fuzzifikasi		Defuzzifikasi
Pembangkit listrik tenaga angin	Daya diesel	Beban
100	400	500
200	300	500
250	250	500
500	500	1000
500	1000	1500
500	1500	2000
750	750	1500
750	1250	2000
750	1750	2500

Dari hasil penghitungan program operasi dan sistem ekonomi yang menghasilkan tenaga angin dan harga Ganset yang didapatkan per kWh untuk pembangkit listrik tenaga angin sebesar Rp 773,7 lebih kecil dari harga Ganset Rp. 2.240/kWh. Sementara sistem hibrida pembangkit listrik dan pembangkit listrik tenaga angin

menghasilkan harga per kWh sebesar Rp. 2,076, dengan sistem hibrida yang mampu mengurangi konsumsi bahan bakar dan biaya operasional dapat memberikan sumber energi listrik yang berkesinambungan.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah simulasi Karakteristik dari peralatan pembangkit listrik tenaga angin yang diperoleh kecepatan angin yang dapat dimanfaatkan untuk sumber energi angin IE 5 -8 m/s. hasil analisis yang diketahui potensi energi adalah 2275 jam atau rata-rata 6 jam/hari. Pengujian kapasitas daya yang mampu memberikan pengenaan beban mulai dari kecil, menengah, dan daya tinggi dalam mendapatkan mampu pembangkit listrik tenaga angin dengan Inverter 1000 watt mampu melayani beban hingga 800 watt. Faktor kecepatan angin sangat mempengaruhi rotasi turbin dan output tegangan dari pembangkit listrik tenaga angin sehingga efek pada stabilitas pengisian baterai. Hasil simulasi logika Fuzzy menunjukkan sistem kombinasi Divisi beban yang sangat baik. Dimana Diperoleh konfigurasi sistem dimana kedua tanaman mampu bekerja sama dalam melayani beban. Dari hasil perhitungan dan program dalam harga Get per kWh untuk pembangkit listrik tenaga angin sebesar Rp 773,7 jauh lebih kecil daripada harga Ganset yaitu Rp. 2.240/kWh. Sedangkan harga per kWh sebesar rupiah. sistem hibrida 2,076, karena kombinasi dari sistem hibrida generasi kedua yang dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan biaya operasi dapat menyediakan sumber energi listrik berkelanjutan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1]. Daryanto,K.” Studi tentang potensi angin untuk pembangkit listrik tenaga angin ”,Yogyakarta, 2010

[2]. H. Gitano, S. Taib, M. Khdeir. Desain dan pengujian Low Cost Peak-Power Tracking controller untuk Blade tetap 1,2 kVA turbin angin. kualitas daya listrik dan jurnal pemanfaatan, Vol. XIV, No. 1, pp. 95-101. 2014

[3]. Marsudi, Djiteng. “Pengoperasian sistem tenaga listrik”. Jakarta. Penerbit Graha Ilmu, 2010

[4]. Muhamad Jamshidi, Nader Vadiee “ *Fuzzy Logic and Control* “ Prentice – hall International, Inc.

[5]. Patel Mukund R.”*Wind and Solar Power Sitem*s”CRC Press Boca Raton, London New York, Washington DC. 2013.

- [6]. Rifaldi M ¹⁾, Era P ²⁾, Arman J ³⁾, Gigih P ⁴⁾, '*Wind power plant System Uses vertical axis Windmill for Load-home*', Seminar on Inteligent Technology and ITS Application', Politeknik Elektronika Surabaya, ITS, Surabaya. 2017.
- [7]. Supriono, "Pertimbangan ekonomis untuk pembangkit listrik di daerah terpencil". Universitas Mataram. 2007
- [8]. T.Sutojo, Mulyanto Edy, Suhartono Vincent. "*Artificial Intelligence*". Semarang. Andi Yogyakarta. 2010
- [9]. Z. Xu, P. Ge and D. Xu, "High performance control of a permanent magnet wind power generation system using an adaptive sliding observer," in International Conference on Power Electronics and Drive Systems, 2009.