

**ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
(PLTB) BERBASIS APLIKASI HOMER ENERGY
DI PANTAI PARANGTRITIS, BANTUL**

Bill Klianto Bago¹, Ramadoni Syahputra², Faaris Mujaahid³

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul (0274) 387656

e-mail: f.mujaahid@umy.ac.id

Abstrak – Kebutuhan energi listrik saat ini terus meningkat setiap tahunnya. Untuk mencegah penggunaan listrik yang melonjak pesat saat ini perlu adanya solusi jangka panjang atau tidak ada keterbatasan dalam pemasokannya. Sumber energi baru terbarukan dari alam seperti angin dan surya bisa menjadi solusi dikemudian hari untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dalam menghasilkan listrik. Penelitian potensi pembangkit listrik tenaga angin ini dilakukan guna merealisasikan penghasil listrik dari energi terbarukan untuk kedepannya agar tidak lagi menggunakan bahan bakar fosil sebagai penghasilnya. Pantai Parangtritis sendiri memiliki potensi energi angin yang besar dan cocok jika dijadikan sebagai sebuah pembangkit karena merupakan salah satu dari banyak pantai yang berbatasan langsung dengan lautan luas Samudra Hindia. Sehingga turbin dengan ketinggian minimal pun dapat dipakai untuk menghasilkan listrik. Dari hasil simulasi *software* HOMER Energy tercatat energi yang dapat dihasilkan setahun sebesar 2,5 gWh. Dengan konfigurasi terbaik dari kombinasi 141 turbin, 1656 baterai dan 1 buah converter sebesar 266 kW, total investasi dalam sistem PLTB ini membutuhkan biaya sebesar US\$8.811.427 atau ±124 Miliar Rupiah.

Kata kunci – Turbin Angin Horizontal, Energi Terbarukan, HOMER, Pantai Parangtritis

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan kebutuhan penting dalam hidup manusia yang mengalami peningkatan sangat tajam, hal tersebut dikarenakan sebagian besar kebutuhan manusia display dalam berbagai bentuk penggunaan listrik. Apa lagi di jaman yang serba digital saat ini, kebutuhan dan pemakaian masyarakat secara otomatis membutuhkan banyak listrik dalam penggunaannya. Di Indonesia kebutuhan akan energi listrik dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan seiring pertambahan penduduk dan pertambahan ekonomi. Konsumsi energi listrik pada umumnya naik dengan laju

pertumbuhan berkisar 3-20% pertahun. Dalam pemakaian energi listrik di Indonesia, baik pengguna untuk usaha, sosial atau penggunaan energi listrik untuk keperluan rumah tangga, mereka belum menyadari akan keterbatasan pasokan listrik yang tersedia kemudian hari. Sehingga dalam pemakaiannya, mereka seakan tidak memikirkan keterbatasan sumber energi tersebut. Untuk menekan angka pemakaian energi listrik yang terus meningkat semakin jelas bahwa harus ada suatu gagasan baru mengenai sumber-sumber penghasil energi dan rumusan program-program dengan efisiensi maksimal.

Indonesia merupakan negara yang berpotensi untuk memanfaatkan penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT), karena memiliki potensi (EBT) yang cukup besar. Eksploitasi sumber-sumber energi terbarukan yang ada dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin dan dapat dikembangkan, karena sumber energi terbarukan bersifat ramah terhadap lingkungan. Pengembangan energi terbarukan sangat berguna untuk mengurangi ketergantungan kebutuhan energi listrik yang berasal dari pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil, seperti minyak diesel dan minyak bakar. Sehingga sumber energi terbarukan diharapkan memiliki peran aktif dalam penunjang kebutuhan energi dimasa yang akan datang. Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan pembuatan pembangkit listrik tenaga energi terbarukan dengan sumber pembangkit dari alam dan dapat diperbarui sebagai solusi dari habisnya bahan bakar fosil.

Angin merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik karena sifatnya yang kekal atau tidak akan pernah habis untuk dipakai. Dari sisi geografis Indonesia juga sangat mendukung dalam proses terjadinya angin. Selain terkenal sebagai negara kepulauan dan memiliki wilayah laut yang cukup luas, letak Indonesia tepat berada diantara dua samudra dimana satu diantaranya merupakan samudra terluas di dunia, yaitu Samudra Hindia. Kondisi ini dapat dimanfaatkannya angin sebagai sumber energi pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin atau PLTB. Pemanfaatan energi terbarukan ini sangat membantu masyarakat sekitar dalam memenuhi kebutuhan listrik. Karena masih banyak

masyarakat kecil yang perekonomiannya bergantung pada sumber listrik dari (Pembangkit Listrik Negara) PLN.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Potensi Energi Angin di Indonesia

Pada dasarnya energi angin terjadi karena ada perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Indonesia yang dilewati khatulistiwa merupakan daerah yang panas, maka udara yang panas dan mengembang menjadi ringan sehingga udara tersebut bergerak ke arah kutub yang memiliki suhu lebih dingin. Begitu pula yang terjadi didaerah kutub, udaranya menjadi dingin, padat dan turun ke bawah. Sehingga terjadilah perputaran udara berupa perpindahan dari kutub utara ke garis khatulistiwa dan sebaliknya.

Tabel Potensi Energi Angin dan Lokasi Potensi (LAPAN, 2006)

Kelas	Kec. Angin (m/s)	Daya Spesifik (W/m ²)	Kapasitas (kW)	Lokasi (Wilayah)
Skala kecil	2,5-4,0	<75	0-10	Jawa, NTT, NTB, Maluku, Sulawesi
Skala menengah	4,0-5,0	75-100	10-100	NTT, NTB, Sultra
Skala besar	>5,0	>150	>100	Sulsel, NTT, NTB dan pantai selatan pulau Jawa

2.2 Perkembangan Teknologi Turbin Angin

Turbin angin pertama yang digunakan sebagai pembangkit adalah sebuah kincir angin tradisional yang dibuat oleh Poul La Cour di Denmark lebih dari 100 tahun lalu. Kemudian diawal abad ke-20 mesin eksperimental mulai ada pada turbin angin. Pengembangan selanjutnya baru dilakukan saat terjadinya krisis minyak di era 1970-an, dimana saat itu pemerintah dari berbagai penjuru mulai berinvestasi dana untuk meriset dan mengembangkan sumber energi alternatif. Awal tahun

1980-an, mulai terlihat pertama dilakukannya pengembangan turbin di California ketika pembangunan ladang pembangkit listrik tenaga angin dengan ratusan turbin berukuran kecil. Sampai akhir dekade tahun 2000 sudah terbangun 15.000 turbin angin dengan total kapasitas pembangkit sebesar 1.500 MW di daerah tersebut. Dalam dua dekade belakangan perkembangan teknologi sudah menghasilkan turbin angin yang modular dan lebih mudah saat dipasang. Dibandingkan beberapa tahun yang lalu, saat ini turbin angin modern 100 kali lebih kuat dari sebelumnya. Awal tahun 2004 tercatat jumlah pemasangan turbin angin secara global sudah mencapai hingga 40.300 MW, sehingga jumlah tenaga tersebut dapat memenuhi kebutuhan listrik lebih dari 19 juta rumah tangga menengah yang ada di Eropa atau setara dengan kebutuhan 47 juta penduduk.

Pemanfaatan tenaga angin 15 tahun terakhir semakin tinggi seiring dengan turunnya biaya produksi sekitar 50% yang mampu menyaingi PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) dan mampu menandingi pembangkit lainnya untuk pasokan listriknya. Pada tahun 2005 tercatat peningkatan pesat hingga mencapai 30-50 kW untuk turbin dengan diameter rotor rata-rata 80 meter, bahkan bisa mencapai 5.000 kW untuk diameter rotor rata-rata 115 meter.

2.3 Keluaran Daya Turbin Angin

daya angin yang dihasilkan pada suatu wilayah tertentu dipengaruhi oleh jenis dan karakteristik angin di wilayah tersebut dan dari jenis turbin angin yang dipasang, selain itu karakteristik lanskap suatu wilayah juga dapat berpengaruh. Turbin angin tidak akan menghasilkan

daya listrik jika kecepatan angin tidak dapat mencapai ketentuan nilai kecepatan cut in yang dibutuhkan. Suatu nilai kecepatan yang dapat diterima oleh turbin angin telah melampaui batas dari nilai kecepatan cut in adalah kecepatan nominal.

Menurut referensi dari *Wind Energy System*, parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan kecepatan turbin angin adalah sebagai berikut:

- a. Kecepatan cut in = $0.7 \times V_{rata-rata}$
- b. Kecepatan nominal = $1,5 \times V_{rata-rata}$ hingga $2 \times V_{rata-rata}$
- c. Kecepatan shutdown = $3 \times V_{rata-rata}$ atau lebih.

Dengan Perhitungan daya listrik yang dapat dihasilkan oleh sebuah turbin angin adalah:

$$P = \frac{1}{2} \rho \pi R^2 v^3 \dots\dots\dots (2.3)$$

- ρ = Kerapatan angin
- v = Kecepatan angin rata-rata (m/s)
- R = Radius blade turbin (meter)

2.4 HOMER Energy

HOMER atau *Hybrid Optimization Model For Electric Renewable* merupakan salah satu perangkat lunak yang sering digunakan untuk membantu pemodelan dari sebuah sistem pembangkit listrik dengan menggunakan pilihan sumber daya terbarukan. Dalam perangkat lunak ini, kita dapat memperoleh spesifikasi paling optimal dari berbagai sumber daya energi terbarukan yang bisa saja diterapkan. Sistem paling optimal yang disimulasikan merupakan konfigurasi dengan biaya investasi paling kecil atau termurah. HOMER akan mensimulasikan sistem pembangkit listrik baik itu sistem *Off-Grid* atau *On-Grid* yang dapat terdiri dari kombinasi panel surya, turbin angin,

mikrohidro, biomassa, generator, microturbin, *fuel-cell*, baterai dan penyimpanan hidrogen. HOMER memberikan pilihan berbagai jenis beban sesuai dengan kebutuhan pengguna. Begitu juga pada pilihan komponen yang akan kita buat. Komponen pembangkit energi yang disediakan HOMER yaitu, *PV, Wind Turbine, Hydro, Converter, Electrolyzer, Hydrogen Tank, Reformer, generator dan system battery*.

3. Metode Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengamati langsung area pantai yang dijadikan lokasi penelitian. Mengumpulkan data dari hasil pengukuran kecepatan angin dan menganalisis data tersebut untuk perencanaan PLTB.

3.2 Pengolahan Data

Setelah data lapangan dikumpulkan langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Data yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan dalam perencanaan PLTB pada software HOMER.

3.3 Analisis Data

Data yang akan dianalisis berupa data angin dan konsumsi listrik warga sekitar lokasi guna menentukan spesifikasi komponen pada sistem yang akan digunakan.

3.4 Pemilihan Komponen

Pemilihan komponen yang akan digunakan disertai spesifikasi sesuai data yang dibutuhkan pada perencanaan sistem PLTB. Memilih dengan melakukan perbandingan dari keunggulan setiap komponen.

3.5 Penulisan Karya Tulis

Setelah semua hasil analisis dikelola dan perencanaan sistem PLTB diterapkan sesuai kebutuhan, maka langkah selanjutnya adalah menyusun karya tulis sesuai dengan peraturan dan ketentuan.

4. Hasil Penelitian

4.1 Nilai Iradiasi Lokasi

Data kecepatan angin dibutuhkan untuk mendapatkan kapasitas angin yang akan dijadikan penghasil energi listrik pada perencanaan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu di Pantai Parangtritis. Berikut merupakan data kecepatan rata-rata angina bulanan sepanjang tahun 2018 di Pantai Parangtritis yang didapatkan dari website NASA SSE.

Data Kecepatan Angin

Bulan	Kecepatan Dalam m/s
Januari	6.69
Februari	4.84
Maret	3.77
April	5.51
Mei	6.56
Juni	6.36
Juli	6.34
Agustus	6.57
September	6.72
Oktober	6.38
November	5.22
Desember	5.31

4.2 Analisa Perkiraan Daya Listrik

Berdasarkan rumus perhitungan daya listrik pada persamaan 2.2 dapat dikalikan 0,7 untuk mendapatkan hasil yang maksimal, karena pada teknologi turbin angin yang sekarang efisiensi dapat mencapai 80%. Sebagai contoh dari data yang didapatkan dengan menggunakan turbin angin BWC Excel-R yang berdiameter R=7 dan kerapatan angin rata-rata Indonesia sebesar 1,2 kg/m³, daya (P) yang dihasilkan pada bulan Januari dan Maret 2018 adalah:

$$P \text{ bulan Januari} = 0,7 \times 0,5 \times (1,2) \pi \times (3,5)^2 \times (6,69)^3 = 4.841,59 \text{ Watt}$$

$$P \text{ bulan Maret} = 0,7 \times 0,5 \times (1,2) \pi \times (3,5)^2 \times (3,77)^3 = 866,43 \text{ Watt}$$

(P) diatas merupakan rata-rata dari total keseluruhan jumlah hari pada bulan tersebut. Jadi hasil daya yang didapatkan perlu dikalikan lagi dengan banyaknya jumlah hari. Kemudian dikalikan lagi 24 jam dalam sehari, karena (P) pada persamaan rumus daya listrik 2.3 hanyalah daya perjam yang dihasilkan oleh sebuah turbin. Sehingga untuk bulan Januari dan Maret total daya yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$(P) \text{ Januari} = 4.841,59 \times 31 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} = 3.602.142,96 \text{ W atau } \pm 3.602 \text{ kW}$$

$$(P) \text{ Maret} = 866,43 \times 31 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} = 644.623,92 \text{ W atau } \pm 645 \text{ kW}$$

4.3 Analisa Perkiraan Beban

No	Barang Elektronik	Daya (watt)	Jumlah	Durasi Penggunaan per Hari (jam)	Energy (Wh)
1	Lampu 1	12	5	6	360
2	Lampu 2	10	2	12	240
3	Tv	100	1	8	800
4	Pompa air	250	1	3	750
5	Magic jar	350	1	1	350
6	Setrika	300	1	1	300
7	Kulkas	125	1	12	1500
Total					4300

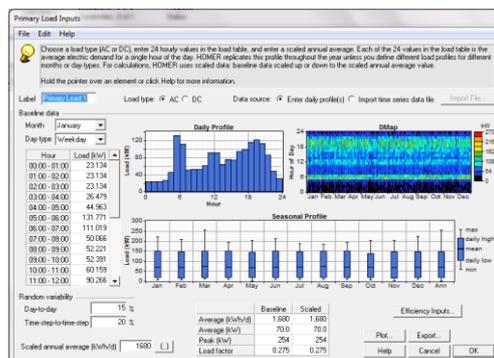
4.4 Konsumsi Harian 567 Rumah

Waktu	Total (kW)	Waktu	Total (kW)
00.00-01.00	23.134	12.00-13.00	91.457
01.00-02.00	23.134	13.00-14.00	62.827
02.00-03.00	23.134	14.00-15.00	75.524
03.00-04.00	26.479	15.00-16.00	74.277
04.00-05.00	44.963	16.00-17.00	93.328
05.00-06.00	131.771	17.00-18.00	97.978
06.00-07.00	111.019	18.00-19.00	114.931
07.00-08.00	50.066	19.00-20.00	120.884
08.00-09.00	52.221	20.00-21.00	112.153
09.00-10.00	52.391	21.00-22.00	85.277
10.00-11.00	60.159	22.00-23.00	47.345
11.00-12.00	90.266	23.00-00.00	30.505



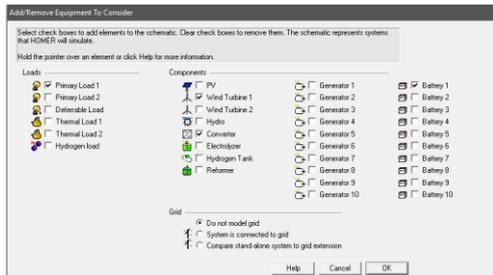
Beban puncak maksimal terjadi pagi hari pada pukul 05:00-06:00 dan malam hari pukul 19:00-20:00. Pada pagi hari kebiasaan masyarakat melakukan aktivitas rutin sebelum berangkat bekerja, seperti memasak nasi dan menyalakan pompa air. Sedangkan beban puncak pada malam hari terjadi dikarenakan malam hari masyarakat lebih banyak menghabiskan waktu dengan menonton tv, mendengarkan radio, bermain video game secara bersamaan.

4.5 Simulasi Beban Listrik

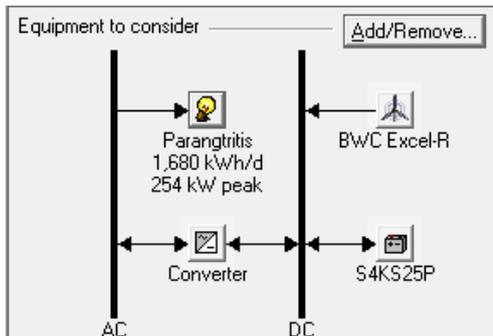


Dalam sistem Pembangkit ini diasumsikan random variability harian atau (Day-to-day) 15% dengan (Time-step-to-time-step) sebesar 20% sesuai dengan petunjuk yang ada pada HOMER. Berdasarkan simulasi dengan input beban daya aktif harian didapatkan rata-rata penggunaan energi listrik sebesar 1.680 kWh/hari, rata-rata beban listrik tiap jam 70 kW dan kemungkinan beban puncak yang dapat terjadi dalam kurun waktu 1 tahun 254 kW, sehingga tercatat faktor beban yang terjadi sebesar 0,275.

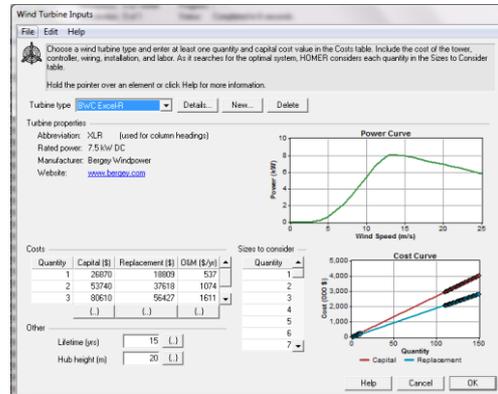
4.6 Perancangan Sistem Pembangkit



Komponen yang akan digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga bayu dengan pemilihan beban yang terdiri dari, beban primer, *wind turbine*, *converter* dan *battery*. Setelah pemilihan komponen kemudian HOMER akan mengkondisikan sistem pembangkit sesuai dengan simulasi komponen seperti pada gambar dibawah.

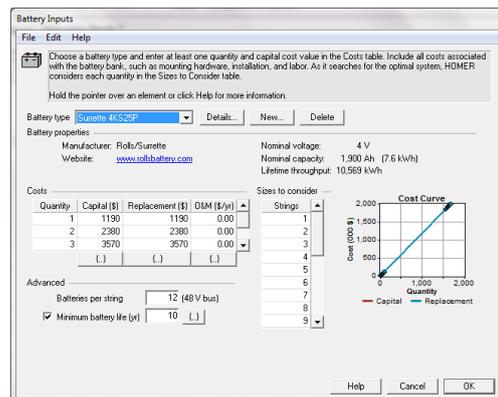


4.7 Desain Sistem Turbin Angin



Harga untuk satu unit turbin angin tipe BWC Excel-R sebesar \$26.870 dengan estimasi biaya replacement sebesar 70% dari harga investasi awal yaitu \$18.809. Hal ini dikarenakan apabila terjadi gangguan atau kerusakan pada sebuah turbin angin biaya penggantian tidak menyeluruh karena masih ada beberapa komponen dari turbin yang tidak bermasalah dan masih bisa digunakan.

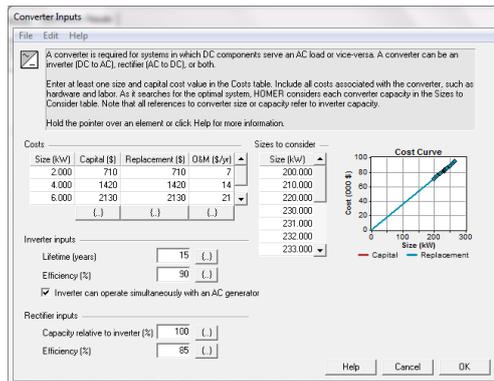
4.8 Desain Sistem Baterai



harga satu baterai Surrette 4KS25P senilai \$1.190 dengan tegangan nominal 4V dengan kapasitas 1.900 Ah atau 7,6 kWh. Untuk nilai replacement sama seperti harga satuan baterainya, karena untuk kerusakan atau pergantian harus mengganti keseluruhan komponennya.

Pada baterai nilai O&M tidak perlu diisi atau masukan nilai \$0, karena perawatan pada baterai hanya pengecekan tegangan baterai saja.

4.9 Desain Sistem Converter



Untuk nilai cost kita input harga mulai dari converter 2 kW yang dikalkulasikan dari harga converter 266 kW senilai \$94.287, sehingga didapatkan \$710 setiap kelipatan 2 kW. Nilai replacement sama seperti harga investasi awal. Sebab jika terjadi kerusakan pada converter maka komponen lainnya tidak dapat digunakan lagi sehingga harus diganti secara menyeluruh.

4.10 Analisis Konfigurasi Terbaik

Sensitivity Results		Optimization Results									
Double click on a system below for simulation results.											
	XLR	\$4KS25P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Batt. Lf (yr)		
141	1656	238	\$ 5,843,800	231,008	\$ 8,796,859	1.123	1.00	12.0			
141	1656	240	\$ 5,844,510	231,034	\$ 8,797,899	1.123	1.00	12.0			
141	1656	250	\$ 5,848,060	231,163	\$ 8,803,102	1.124	1.00	12.0			
141	1656	260	\$ 5,851,610	231,293	\$ 8,808,305	1.125	1.00	12.0			
141	1656	266	\$ 5,853,740	231,370	\$ 8,811,427	1.125	1.00	12.0			
142	1644	238	\$ 5,856,390	231,452	\$ 8,815,127	1.125	1.00	12.0			
142	1644	240	\$ 5,857,100	231,478	\$ 8,816,168	1.126	1.00	12.0			
141	1668	235	\$ 5,857,015	231,562	\$ 8,817,152	1.126	1.00	12.0			
141	1668	238	\$ 5,858,060	231,601	\$ 8,818,712	1.126	1.00	12.0			
141	1668	240	\$ 5,858,790	231,626	\$ 8,819,753	1.126	1.00	12.0			
142	1644	250	\$ 5,860,650	231,607	\$ 8,821,371	1.126	1.00	12.0			
141	1668	250	\$ 5,862,340	231,756	\$ 8,824,956	1.127	1.00	12.0			
142	1644	260	\$ 5,864,200	231,737	\$ 8,826,574	1.127	1.00	12.0			
142	1644	266	\$ 5,866,330	231,814	\$ 8,829,695	1.127	1.00	12.0			
141	1668	260	\$ 5,865,890	231,885	\$ 8,830,159	1.127	1.00	12.0			
141	1668	266	\$ 5,868,020	231,963	\$ 8,833,280	1.128	1.00	12.0			
143	1632	238	\$ 5,868,980	231,896	\$ 8,833,395	1.128	1.00	12.0			
142	1656	240	\$ 5,869,690	231,922	\$ 8,834,436	1.128	1.00	12.0			
142	1656	235	\$ 5,869,605	232,006	\$ 8,835,420	1.128	1.00	12.0			
142	1656	238	\$ 5,870,670	232,045	\$ 8,836,980	1.128	1.00	12.0			
142	1656	240	\$ 5,871,380	232,071	\$ 8,838,021	1.128	1.00	12.0			
141	1680	235	\$ 5,871,295	232,154	\$ 8,839,006	1.128	1.00	12.0			
143	1632	250	\$ 5,873,240	232,052	\$ 8,839,639	1.129	1.00	12.0			
141	1680	238	\$ 5,872,360	232,193	\$ 8,840,566	1.129	1.00	12.0			
141	1680	240	\$ 5,873,070	232,219	\$ 8,841,607	1.129	1.00	12.0			
142	1656	250	\$ 5,874,930	232,200	\$ 8,843,224	1.129	1.00	12.0			
143	1632	260	\$ 5,876,790	232,181	\$ 8,844,843	1.129	1.00	12.0			

Konfigurasi terbaik dari simulasi HOMER dengan kombinasi 141 turbin angin, 1656 baterai dan converter 238 kW. Tetapi karena tidak tersedianya converter 238 kW dan untuk menghindari terjadinya trip sewaktu-waktu maka penulis mengambil pilihan pada converter 266 kW dengan jumlah turbin dan baterai yang sama. Alasannya jelas untuk menghindari trip atau masalah kerusakan converter karena beban puncak yang bisa saja terjadi saat kapasitas beban primer 254 kW. Alasan lain karena converter yang tersedia setingkat lebih besar dari kapasitas beban puncak hanya ada converter 266 kW tipe Colectria SGI.

4.11 Analisis Hasil Pembangkitan Energi

Production	kWh/yr	%	Consumption	kWh/yr	%	Quantity	kWh/yr	%
Wind turbines	2,540,787	100	AC primary load	612,734	100	Excess electricity	1,813,958	71.4
Total	2,540,787	100	Total	612,734	100	Unmet electric load	467	0.1
						Capacity shortage	571	0.1
						Quantity	Value	1.00
						Renewable fraction		

Dari simulasi HOMER dengan konfigurasi optimal yang di kombinasi dari 141 turbin, 1656 baterai dan 266 kW converter untuk sistem PLTB ini dapat menghasilkan total energi sebesar 2.540.787 kWh/tahun. Dengan konsumsi beban AC sebesar 612.734 kWh/tahun. Excess electricity atau Kelebihan energi listrik dari pembangkit ini sebesar 1.813.958 kWh/tahun.

5. Kesimpulan

1. Kecepatan angin di Pantai Parangtritis terbilang sangat efektif sebagai unsur pembangkit listrik, hal ini terbukti dari turbin angin yang mampu menghasilkan energi sebesar 2.540.787 kWh/tahun.

2. Konsumsi listrik masyarakat sekitar perencanaan sistem PLTB bisa dikatakan sangat besar. Seperti yang tercatat pada beban primer HOMER, penggunaan listrik sebesar 1680 kWh/hari dengan beban puncak yang bisa terjadi dalam satu tahun sebesar 254 kWp. Hal ini dikarenakan Pantai Parangtritis yang merupakan salah satu tempat wisata terkenal di daerah Yogyakarta, sehingga banyaknya penyediaan dan penggunaan fasilitas peralatan listrik untuk turis lokal atau manca negara yang berkunjung setiap harinya.

3. Pembangunan sistem PLTB sangat berpengaruh dalam mengurangi penggunaan fosil sebagai bahan bakar penghasil listrik. Terbukti dari hasil konfigurasi yang didapatkan pada simulasi HOMER, energi listrik dengan pemanfaatan sumber daya angin dapat memenuhi seluruh kebutuhan listrik masyarakat pantai Parangtritis, Bantul.

4. Pada sistem PLTB di Pantai Parangtritis, konfigurasi terbaik dari simulasi HOMER untuk mendapatkan hasil paling optimal yang digunakan adalah kombinasi dari 141 turbin, 1656 baterai dan 1 buah converter 266 kW.

5. Untuk biaya pembangunan sistem PLTB ini sangat memerlukan investasi besar. Kalkulasi total NPC atau total keseluruhan biaya yang harus dikeluarkan tercatat sebesar \$8.811.427 atau Rp. 123.734.276.278 miliar. Hal ini karena ketidaktersediaan dalam negeri sehingga komponen yang dibutuhkan harus diimport dari luar negeri, dengan biaya yang jika dikonversikan

dalam Rupiah Indonesia terbilang sangat mahal.

Daftar Pustaka

- Nugraha, Cahya Adijana. 2015. "Analisa Potensi Daya Angin Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di Pantai Congot, Kulonprogo". Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Anggoro, Danang Dwi. 2016. "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dalam Penyediaan Industri Mikro". Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Bagaskara, Fachreza Noor. 2017. "Analisis Potensi Sumber Daya Angin Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dan Energi Alternatif Dalam Penyediaan Energi Listrik di Pantai Samas Bantul". Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Gymnastiar, Muhammad Gaji. 2018. "Analisis Potensi Sumber Daya Sebagai Energi Pembangkit Listrik dan Energi Alternatif Dalam Penyediaan Listrik di Provinsi Jawa Barat". Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Robbany, Izzuddin. 2018. "Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu pada PLTH Baru Bantul D.I.Yogyakarta". Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Herlina. 2009. "Analisis Dampak Lingkungan dan Biaya Pembangunan Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida di Pulau Sebesi Lampung

- Selatan”. Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Bachtiar, Antonov. 2018. “Analisa Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras”. Jurnal Teknik Elektro ITP, Vol 7, No 1.
- Syahputra, R., (2014). “Model DFIG Pembangkit Listrik Tenaga Angin”. Jurnal Teknik Elektro, repository.ums.ac.id
- Syahputra, R., (2012), “Distributed Generation: State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2012.
- 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.
- 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.
- 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.
- Sukmawidjaja, Maula, & Akbar, Ilham. 2013. “Simulasi Optimasi Sistem PLTH Menggunakan Software HOMER Untuk Menghemat Pemakaian BBM di Pulau Penyengat Tanjung Pinang Kepulauan Riau”. Jurnal JETri, Vol 11, No 1, Halaman 17-42, ISSN 1412-0372.
- Trisno, Bambang, & Ratnata, I Wayan. 2018. “Studi Kelayakan Potensi Angin”. Modul PLTB 1-B, Jakarta.
- Kadir, Abdul. 2011. “Energi: Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi” . Jakarta : UI-Press, Hal. 216-217.
- Hofman, Harm. “Energi angin”. Jakarta : Binacipta, 2011.
- Djojodihardjo, DR. Ir. Harijono. “Wind Energy Systems”. Bandung : Penerbit Alumni, 1983.