

ANALISIS ENERGI ANGIN SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PEMBANGKIT LISTRIK DI KOTA DI GORONTALO

Raghel Yunginger¹, Nawir. N.Sune²

¹ Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Gorontalo

² Jurusan Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Gorontalo

ABSTRAK

Adanya krisis energy listrik di Kota Gorontalo semakin mengganggu aktivitas di berbagai sektor. Sebagai wilayah pusat pemerintah dan perekonomian, maka seharusnya Kota Gorontalo memiliki energy listrik yang stabil sehingga dapat memperlancar roda kegiatan pemerintahan dan ekonomi. Saat ini sumber energy listrik yang digunakan oleh PLN masih menggunakan energy konvensional atau energy bersumber bahan bakar fosil. Sementara jumlah energy ini semakin langka dan harganya pun semakin mahal. Akibatnya aktivitas masyarakat dan industri, termasuk dunia pendidikan, pemerintahan dan bidang usaha lainnya yang bergantung pada penggunaan energi listrik menjadi terganggu. Oleh karena itu dalam penelitian ini telah dilakukan analisis potensis energi angin sebagai energi alternatif untuk membangkitkan energi listrik. Penelitian ini diharapkan menjadi informasi awal tentang potensis energi angin yang memungkinkan untuk dimanfaatkan dalam mengurangi krisis energi listrik. Metode yang telah digunakan adalah metode survey dengan melakukan pengukuran langsung kecepatan angin dan arah angin yang menggunakan AWS. Pengukuran dilakukan selama 3 (tiga) bulan yaitu bulan Juni, Juli, dan Agustus sepanjang 24 jam sehingga didapat variabilitas kecepatan angin. Data yang diperoleh di lapangan dianalisis dengan menggunakan metode analitik untuk menghitung besar energy kinetic, potensi energy angin dan konversinya ke energy listrik. Dari hasil pengukuran dan analisis analitik diperoleh bahwa Kota Gorontalo memiliki kecepatan angin berkisar 2,75-5 m/det, dan kecepatan angin terbesar pada Bulan Agustus yaitu 5 m/det dengan arah angin Timur Laut, Timur-Timur Laut dan Timur Tenggara. Pada siang hari yaitu mulai pukul 11.00 AM, 12.00-06.00 PM kecepatan angin lebih besar dibandingkan pada malam hari. Jadi terdapat 8 jam potensi kecepatan angin yang cukup tinggi. Dari hasil analitik menunjukkan bahwa potensi energy angin di Kota Gorontalo berkisar 512,27-2954,59, dan konversi energy listrik berkisar 3,23-18,61 watt/m². Potensi energy angin di Kota Gorontalo ini termasuk dalam kelompok potensi sedang yang berarti tetap dapat dimanfaatkan dengan menggunakan teknologi desain kincir seperti listrik hybrid (diesel-angin).

Keywords : Kecepatan Angin, Energi Angin, Energi alternative, Energi listrik

I. Pendahuluan

Saat ini Provinsi Gorontalo termasuk Kota Gorontalo sangat bergantung pada energy listrik PLN yang bersumber dari PLTD yang menggunakan BBM. Kondisi

pasokan energy listrik di Kota Gorontalo saat ini sudah sangat mengganggu kelancaran aktivitas masyarakat. Pemerintah Provinsi Gorontalo menempuh kebijakan dengan pemadaman listrik yang bergilir, bahkan terkadang sistem pemadaman makin

signifikan frekuensinya yang sangat menghambat berbagai aktivitas masyarakat dan pemerintah di berbagai sektor.

Untuk menambah kapasitas pembangkit listrik maka pemerintah Gorontalo perlu memikirkan energy alternative yang renewable dan berpotensi di Kota Gorontalo selain BBM karena saat ini kelangkaan BBM dan harga yang semakin tinggi juga makin menimbulkan krisis energy listrik di Kota Gorontalo sebagai pusat pemerintahan dan perdagangan di Provinsi Gorontalo. Salah satu energy alternative yang renewable tersebut adalah energy angin.

Adanya krisis energy listrik di Provinsi Gorontalo khususnya di Kota Gorontalo mendorong penelitian ini penting dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya potensi energy angin yang dapat dikonversi ke energy listrik. Hasil penelitian ini menjadi salah satu rujukan bagi pemerintah daerah dalam mengatasi krisis energy listrik di Kota Gorontalo dan sekitarnya. Pemerintah dapat melakukan perencanaan pembangunan instalasi listrik yang menggunakan energy angin di titik-titik yang berpotensi penggunaan energy angin untuk pembangkit listrik. Disamping itu dengan mendorong penggunaan energy alternative yang renewable dan relative

ramah lingkungan seperti energy angin akan meminimalisir polusi udara di Kota Gorontalo. Oleh karena itu melalui penelitian ini telah dilakukan analisis terhadap potensi energy angin yang dapat digunakan sebagai energy pembangkit listrik di Kota Gorontalo.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Analisis Kebutuhan Energy Listrik di Provinsi Gorontalo

Analisis potensi energy alternatif sebagai pengganti energy dari bahan fosil telah banyak dilakukan termasuk di Provinsi Gorontalo. Analisis kebutuhan dan penyediaan listrik di Provinsi Gorontalo (Wahid, 2015) menunjukkan bahwa rasio elektrifikasi meningkat secara bertahap menjadi 80% pada tahun 2015. Sesuai asumsi pertumbuhan PDRB, pertumbuhan penduduk, dan rasio elektrifikasi dan dengan memperhatikan berbagai kebijakan pemerataan pembangunan yang telah diberlakukan di Provinsi Gorontalo diperkirakan bahwa kebutuhan tenaga listrik pada tahun 2015 dapat naik 3,81 kali lipat dibanding tahun 2000. Dengan peningkatan kebutuhan tenaga listrik rata-rata sebesar 10,21% per tahun, pada tahun 2015 diperlukan tenaga listrik sebesar 314,8 GWh. Oleh karena analisis potensi energy

alternative dilakukan oleh Yunginger (2011) khususnya potensi energy geothermal. Untuk menambah data tentang potensi energy alternative yang renewable di Provinsi Gorontalo, maka telah dilakukan analisis energy di Kota Gorontalo sebagai pusat pemerintah dan perekonomian di Provinsi Gorontalo. Dengan demikian ke depan dapat dilakukan pemetaan energy-energy alternative yang berpotensi untuk pembangkit listrik yang dapat membangun ketahanan energy listrik di Provinsi Gorontalo.

2.2 Dasar Teori Angin

Angin merupakan udara yang bergerak yang terjadi karena adanya perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Adanya perbedaan suhu udara ini karena adanya perbedaan tekanan udara di permukaan bumi. Udara bergerak dari daerah yang memiliki tekanan udara yang tinggi ke daerah yang memiliki tekanan udara yang rendah. Pada dasarnya angin yang bertiup di permukaan bumi terjadi karena adanya penerimaan radiasi surya yang tidak merata di permukaan bumi, sehingga mengakibatkan perbedaan suhu udara (Habibie dkk, 2011). Daerah yang menerima lebih banyak penyinaran matahari, akan memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lainnya.

Pada daerah ini, udara bergerak mengembang atau memuai sehingga tekanan udaranya rendah. Pada daerah yang suhu udaranya lebih rendah, tekanan udaranya lebih tinggi. Perbedaan tekanan udara ini akan mengakibatkan terjadinya gerakan udara dari daerah yang tekanan udaranya lebih tinggi ke daerah yang tekanan udaranya lebih rendah yang menimbulkan gerakan udara. Perubahan panas antara siang dan malam merupakan gerak utama sistem angin harian, karena beda panas yang kuat antara udara di atas darat dan laut atau antara udara di atas tanah pegunungan dan tanah di daerah lembah.

Daerah sekitar khatulistiwa, yaitu pada busur 0° , adalah daerah yang mengalami pemanasan lebih banyak dari matahari dibanding daerah lainnya di Bumi, artinya udara di daerah khatulistiwa akan lebih tinggi dibandingkan dengan udara di daerah kutub. Pertukaran panas pada atmosfer akan terjadi secara konveksi. Berat jenis dan tekanan udara yang disinari cahaya matahari akan lebih kecil dibandingkan jika tidak disinari. Perbedaan berat jenis dan tekanan inilah yang akan menimbulkan adanya pergerakan udara (Trewartha :1995).

Angin diberi nama sesuai dengan dari arah mana angin datang, misalnya angin

timur adalah angin yang datang dari arah timur, angin laut adalah angin dari laut ke darat, dan angin lembah adalah angin yang datang dari lembah menaiki gunung. Angin lokal disebabkan perbedaan tekanan lokal dan juga dipengaruhi topografi, gesekan permukaan disebabkan gunung, lembah dan lain – lain. Variasi harian disebabkan perbedaan temperatur antara siang dan malam. Perbedaan temperatur daratan dan lautan juga mengakibatkan angin sepoi – sepoi, bagaimanapun angin tidak mengalir sangat jauh di daratan (Klara :2013).

Arah angin adalah arah dari mana angin berhembus atau dari mana arus angin datang dan dinyatakan dalam derajat yang ditentukan dengan arah perputaran jarum jam dan dimulai dari titik utara bumi dengan kata lain sesuai dengan titik kompas. Umumnya arus angin diberi nama dengan arah darimana angin tersebut bertiup, misalnya angin yang berhembus dari utara maka angin utara. Kecepatan angin adalah kecepatan dari menjalarnya arus angin dan dinyatakan dalam knot atau kilometer per jam maupun dalam meter per detik (Soepangkat, 1994 dalam Fadholi, 2013). Karena kecepatan angin umumnya berubah-ubah, maka dalam menentukan kecepatan angin diambil kecepatan rata-ratanya dalam periode waktu selama sepuluh menit dengan

dibulatkan dalam harga satuan knot yang terdekat.

2.3. Sistem Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik

Udara yang bergerak mempunyai massa, kerapatan dan kecepatan. Sehingga dengan adanya faktor-faktor tersebut, angin mempunyai energi kinetik dan energi potensial. Akan tetapi faktor kecepatan lebih mendominasi posisi massa terhadap permukaan bumi. Dengan demikian energi kinetik lebih dominan dari pada energi potensial.

Perpindahan molekul udara memiliki energi kinetik, sehingga secara lokal jumlah molekul udara berpindah melalui luasan selama selang waktu tertentu menentukan besarnya daya. Luasan ini adalah tidak luas permukaan bumi, tetapi luasan yang tegak. Topografi atau ketinggian berbeda menyebabkan potensi angin berbeda, dan karena daya angin sebanding dengan kecepatan angin pangkat tiga, perbedaan kecepatan angin yang kecil pun akan menghasilkan perbedaan daya yang besar. Kondisi dan kecepatan angin menentukan tipe dan ukuran rotor. Kecepatan angin rata-rata mulai dari 3 m/s memadai untuk turbin angin propeler ukuran kecil, di atas 5 m/s untuk turbin angin

menengah dan di atas 6 m/s untuk turbin angin besar. Dengan demikian sistem tenaga angin memanfaatkan angin melalui kincir angin untuk menghasilkan listrik.

Energi angin merupakan energy alternative yang mempunyai prospek baik karena selalu tersedia di alam, dan merupakan sumber energy yang bersih dan terbarukan kembali. Proses pemanfaatan energy angin melalui dua tahapan konversi (Habibie dkk, 2011) yaitu :

1. Aliran angin akan menggerakkan rotor (baling-baling) yang menyebabkan rotor berputar selaras dengan angin bertiup.
2. Putaran rotor dihubungkan dengan generator sehingga dapat dihasilkan listrik.

Dengan demikian energy angin merupakan energy kinetic atau energy yang disebabkan oleh kecepatan angin untuk dimanfaatkan memutar sudu-sudu kincir angin. Untuk memanfaatkan energy angin menjadi energy listrik maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung energy angin dengan formula (Sam;2005) :

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

- E : Energi kinetik (Joule)
- m : Massa udara (kg)
- v : Kecepatan angin (m/det)

Untuk mendapatkan massa udara dimisalkan suatu blok udara mempunyai penampang dengan luas A (m²), dan bergerak dengan kecepatan v (m/det), maka massa udara adalah yang melewati suatu tempat adalah :

$$m = A.v.\rho \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- m : Massa udara yang mengalir (kg/det)
- A : Penampang (m²)
- v : Kecepatan angin (m/det)
- ρ : Kerapatan udara (kg/m³)

Dengan persamaan (2.1) dan (2.2) dapat dihitung besar daya yang dihasilkan dari energy angin yaitu :

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

Dimana :

- P : Daya yaitu energy per satuan waktu (watt)
- A : Luas penampang (m²)
- v : Kecepatan angin (m/det)
- ρ : Kerapatan udara (kg/m³)

Untuk keperluan praktis sering digunakan rumus aproksimasi yang

sederhana, yaitu hanya dengan memperhatikan besaran kecepatan angin dan luas penampang sudu, maka didapatkan formulanya :

$$P = k \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

- P : Daya (watt)
- k : konstanta ($1,37 \times 10^{-5}$)
- A : Luas penampang (m^2)
- v : Kecepatan angin (km/det)

Pada persamaan (2.4) besaran k dan A sebagai konstanta. Pada prinsipnya besaran k mewakili suatu faktor seperti geseran dan efisiensi sistem, yang juga bergantung dari kecepatan angin v. Luas penampang sudu A bergantung dari bentuk sudu yang sementara dapat diprediksi. Untuk keperluan estimasi sementara dan sangat kasar, dapat digunakan formula berikut :

$$P = 0,1 \cdot v^3 \dots\dots\dots(2.5)$$

Untuk mendapatkan daya efektif dari angin yang mungkin dihasilkan dari suatu kincir adalah :

$$Ea = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

- Ea : Daya efektif yang dihasilkan kincir angin (watt)

C : Konstanta Betz yaitu konstanta harganya $16/27$ (= 59,3%) - batas Betz)

A : Luas sapuan rotor (dianggap $1 m^2$)

v : Kecepatan angin (m/det)

ρ : Kerapatan udara (kg/m^3)

Kerapatan udara ρ diformulasikan

sebagai berikut :

$$\rho = p/(R \cdot T) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

ρ : Kerapatan udara (kg/m^3)

P : tekanan udara (pascal, dimana $1 pa = 1 N/m^2 = 1 J/m^3 = 1 kg/ms^2$)

R : Konstanta gas $287,05 J/KgK$

T : Temperatur udara (Kelvin)

Selanjutnya konversi energy angin menjadi energy listrik dapat menggunakan formula :

$$(P_{syst}/A) = 0,1454 \cdot v^3 (\text{watt}/m^2) \dots\dots(2.8)$$

Dan untuk selang waktu dt didapat :

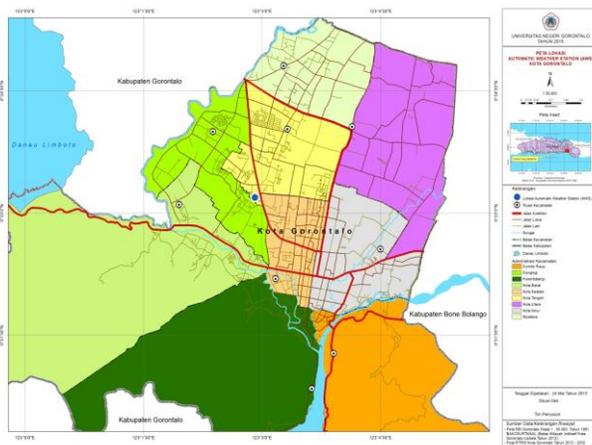
$$(P_{syst}/A) = 0,1454 \cdot v^3 dt (\text{watt}/m^2 \dots(2.9)$$

3. Metode Penelitian

Lokasi penelitian untuk pengukuran parameter energy angin adalah Kota Gorontalo dengan posisi geografisnya terletak di antara $00.28'.17'' - 00 35'.56''$ Lintang Utara dan $122.59'.44''$ Bujur Timur. Penelitian ini memilih Kota Gorontalo karena Kota Gorontalo merupakan pusat pemerintahan dan pusat kegiatan ekonomi

yang sangat merasakan dampak krisis energy. Potensi dampak negative akibat krisis energy sangat mengganggu semua aktivitas diberbagai sector yang berakibat buruk juga terhadap hasil yang diharapkan dari aktivitas di semua sector tersebut.

Sedangkan lokasi penelitian di Kota Gorontalo mengambil sampel di Kelurahan Wumialo Kecamatan Kota Tengah. Kelurahan Wumialo dipilih karena memiliki topografi dataran yang rendah (landai) dengan kemiringan 15% dan kondisi lapangan yang luas dan bebas dari penghalang angin baik pohon-pohon maupun gedung-gedung. Kondisi lokasi seperti ini yang dipersyaratkan dalam mengukur potensi energy angin sehingga dapat diperoleh data yang lebih akurat. Berikut ini peta lokasi penelitian di Kota Gorontalo Kelurahan Wumialo.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode survey eksploratif dengan pengukuran langsung di lapangan. Berdasarkan tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui besar potensi energy angin yang dapat dikonversi menjadi energy listrik di Kota Gorontalo, maka perlu analisis lapangan dan analitik. Energy angin ini merupakan suatu energy kinetis yang disebabkan oleh kecepatan angin, sehingga dapat memutar sudu-sudu kincir angin. Untuk itu telah dilakukan pengukuran kecepatan angin dan arah angin, besar tekanan udara, tekanan dan temperatur udara dengan menggunakan AWS. Pengukuran di lapangan dilakukan selama 3 (tiga) bulan yaitu Juni, Juli, dan Agustus baik pagi, siang maupun malam hari. Adapun tahap penelitian adalah :

A. Tahap Persiapan :

1. Survey lokasi penelitian yang memenuhi kriteria pengukuran angin yaitu lokasi yang cukup luas, landai, tidak terhalang oleh tebing, pohon-pohon maupun gedung-gedung. Lokasi yang dipilih dari hasil survey adalah Kelurahan Wumialo Kota Tengah Kota Gorontalo.

2. Instalasi dan pemasangan alat ukur yaitu AWS beserta digital monitoring di lokasi penelitian.
3. AWS dipasang dengan ketinggian 7 m, dengan digital monitoring diletakkan di tempat terpisah dan aman sehingga data yang terekam tidak terganggu.

B. Tahap Pengukuran

AWS yang telah dipasang dengan ketinggian 7 m dapat memberikan beberapa informasi parameter yang diperlukan dalam penelitian ini terutama kecepatan, dan arah angin di digital monitoring. Data dikumpulkan selama 3 bulan yaitu pada Bulan Juni, Juli, dan Agustus sepanjang 24 jam.

C. Tahap Analisis

Data yang diperoleh saat pengukuran dianalisis dengan tahapan-tahapan berikut :

1. Menghitung besar potensi energy angin dengan menggunakan formula ;

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots (4.1)$$

2. Mengitung massa udara yang mengalir tiap detik dengan formula ;

$$m = A.v.\rho \dots\dots\dots (4.2)$$

3. Menghitung energy angin yang dihasilkan per satuan waktu yaitu :

$$P = E / \text{Satuan waktu}$$

$$P = \frac{1}{2}A.v^3.\rho \text{ (watt) } \dots\dots (4.3)$$

4. Menghitung daya efektif dari angin yang mungkin dihasilkan oleh suatu kincir angin dengan prediksi diameter 4 m menggunakan formula :

$$Ea = \frac{1}{2}cp.\rho.D^2.v^3 \text{ (watt) } \dots\dots (4.4)$$

5. Menghitung konversi energy angin untuk membangkitkan tenaga listrik dihitung dengan formula :

$$(P_{\text{ syst/A}})W_p = cp \times \eta_{tr} \times \eta_{g \times \mu b} \frac{1}{2} \times \rho \times v^3 \text{ (watt/m}^2) \dots\dots\dots (4.5)$$

- Dengan : cp: koefisien daya = 0,4
 η_{tr} : Efisiensi transmisi = 0,95
 η_g : Efisiensi transmisi = 0,85
 η_b : Efisiensi baterai = 0,75
 ρ : kerapatan udara = 1,2 kg/m³
v : kecepatan angin (m/det)

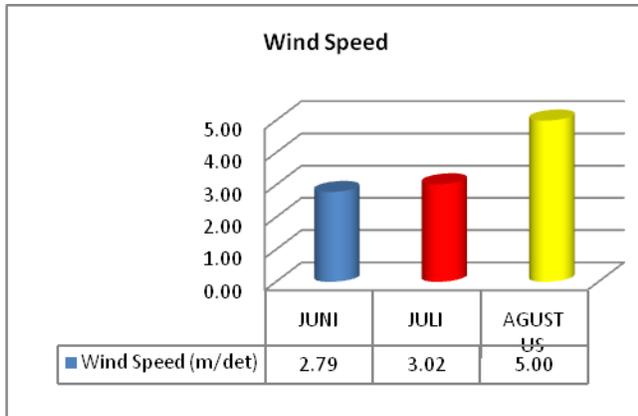
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1 Kecepatan Angin

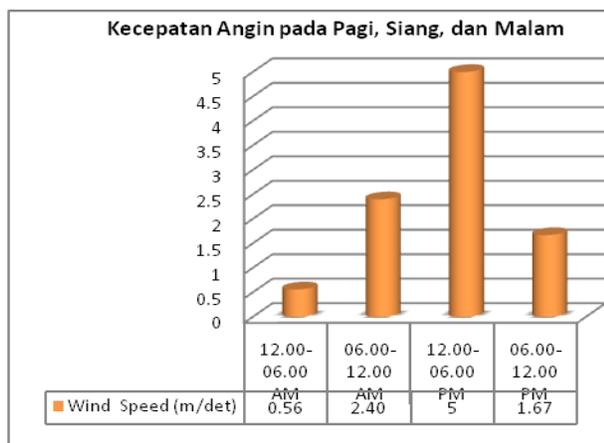
Dari hasil kecepatan angin yang diukur selama 3 bulan di Kelurahan Wumialo Kota Tengah Kota Gorontalo menunjukkan bahwa terdapat pola kecepatan angin yang mengalami peningkatan dari

bulan Juni, Juli, dan Agustus 2015. Kecepatan angin harian yang dirata-ratakan menjadi kecepatan angin bulanan menunjukkan bahwa pada bulan Agustus lebih besar kecepatannya. Hal ini dapat dilihat pada Diagram 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Kecepatan Angin dari Bulan Juni-Agustus 2015

Disamping itu besar kecepatan angin yang terjadi di pagi hari, siang dan malam hari dapat terukur seperti pada diagram yang ada di Gambar 4.2 berikut ;

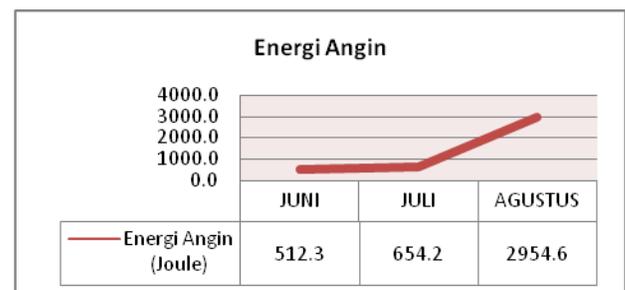


Gambar 4.2. Perbedaan Besar Kecepatan Angin Pada Pagi, Siang, Dan Malam Hari

Berdasarkan data yang diilustrasikan di Gambar 4.2 menunjukkan bahwa kecepatan angin lebih besar terjadi pada siang sampai sore hari yaitu mulai pukul 12.00 – 06.00 PM. Sedangkan kecepatan angin yang terkecil terjadi pada malam sampai pagi hari yaitu pada pukul 12.00-06.00 AM.

4.1.2 Energi Angin

Udara yang bergerak mempunyai massa, kerapatan, dan kecepatan, sehingga dengan adanya faktor-faktor tersebut, angin mempunyai energy kinetic dan energy potensial. Akan tetapi faktor kecepatan lebih mendominasi posisi massa terhadap permukaan bumi. Dengan demikian energy angin merupakan energy kinetic atau energy yang disebabkan oleh kecepatan angin untuk dimanfaatkan memutar sudu-sudu kincir angin. Lebih jelasnya untuk data energy angin selama 3 (tiga) bulan (Juni, Juli, Agustus) pengukuran dapat dilihat pada diagram yang terdapat pada Gambar 4.3 berikut :

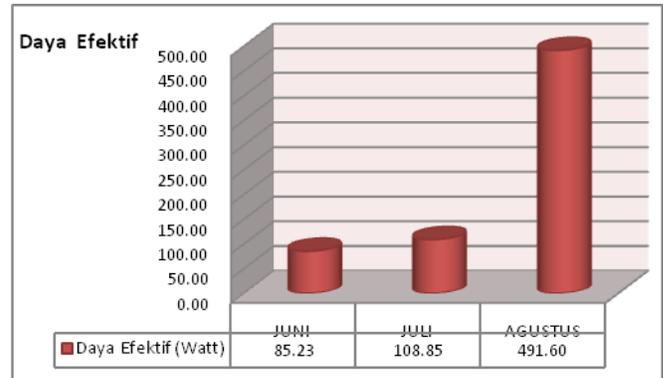


Gambar 4.3. Energi Angin Rata-Rata Bulanan Di Kota Gorontalo

Besar energy angin yang merupakan energy kinetik dihitung berdasarkan parameter kecepatan angin dan menunjukkan bahwa energy angin pada Bulan Agustus lebih besar dibandingkan bulan Juni dan Juli yaitu sekitar 2954,6 J. Sedangkan besarnya energy angin yang terendah terjadi pada Bulan Juni yaitu hanya sekitar 512,3 J. Hal ini terjadi karena kecepatan angin pada Bulan Agustus juga memiliki kecepatan lebih besar dibandingkan Bulan Juni dan Juli.

4.1.3. Daya Efektif

Daya efektif merupakan daya yang mungkin dihasilkan dari suatu kincir angin dengan mengasumsikan besarnya diameter kincir angin. Analisis ini dapat dilakukan hanya dengan melakukan pengandaian besarnya diameter kincir angin. Pada analisis ini diameter kincir angin dapat menggunakan turbin Micro Wind Turbine AWI-E1000T 1000 W dari A-WING dengan spesifikasi rotor diameter adalah 4 m (Ryski, 2011). Dengan menggunakan spesifikasi tersebut dan besarnya daya koefisien daya 0,4 (Sam,2005) maka besarnya daya efektif yang mungkin diperoleh dengan menggunakan data kecepatan angin di Kota Gorontalo adalah seperti pada Gambar 4.4 berikut :

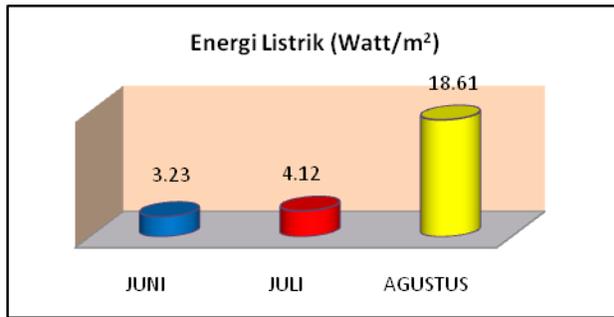


Gambar 4.4 Besar Daya Efektif Angin Yang Mungkin Dihasilkan Dari Suatu Kincir

Berdasarkan data kecepatan angin yang terukur maka besar daya efektif yang mungkin dihasilkan oleh suatu kincir angin adalah berkisar dari 85, 23 – 491,60 watt. Terutama pada Bulan Agustus memiliki daya efektif yang terbesar dibandingkan Bulan Juni dan Juli yaitu sekitar 491,60 watt.

4.1.4 Energi Listrik

Sistem konversi energy angin untuk membangkitkan energy listrik menggunakan tetapan koefisien daya sebesar 0,4, efisiensi transmisi sebesar 0,95, efisiensi generator sebesar 0,85, efisiensi bateray sebesar 0,75 dengan kerapatan udara sebesar $1,2 \text{ kg/m}^3$. Dengan adanya besar kecepatan udara yang terukur di Kota Gorontalo, maka dapat ditentukan energy listrik untuk Bulan Juni, Juli dan Agustus seperti pada diagram yang ada di Gambar 4.6 berikut ini :



Gambar 4.5 Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik

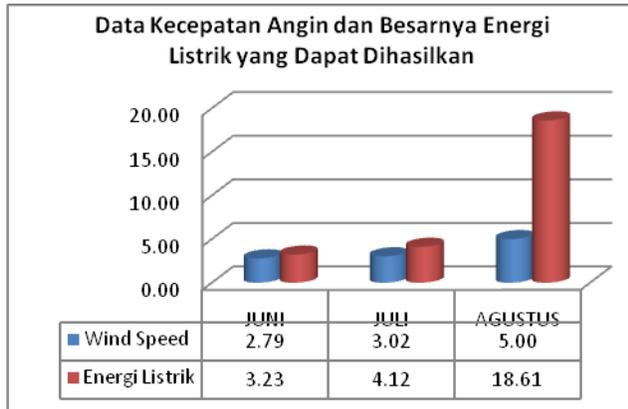
4.2. Pembahasan

Provinsi Gorontalo merupakan salah daerah yang terdapat di pulau Sulawesi, wilayah Indonesia Timur yang melewati garis khatulistiwa sehingga dapat diduga memiliki potensi energy angin yang baik. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengukuran kecepatan angin untuk mengetahui energy angin yang dapat digunakan untuk membangkitkan energy listrik di Kota Gorontalo. Data kecepatan angin diambil pada ketinggian 7 meter selama 3 (tiga) bulan yaitu bulan Juni, Juli, dan Agustus. Pengukuran dengan menggunakan Automatic Wheater Ssystem (AWS) yang digital sehingga monitor AWS dapat merekam data kecepatan dan arah angin sepanjang hari. Disamping itu dapat diketahui tekanan dan kelembaban udara yang juga merupakan paramer lain terkait dengan cuaca.

Besarnya kecepatan angin yang terukur menunjukkan bahwa lebih besar kecepatan angin yang terjadi mulai pukul 10.00 siang bahkan makin besar pada pukul 12.00 sampai dengan pukul 06.00 sore. Kecepataan angin makin lemah pada malam hari terutama mulai pukul 12.00-06.00. Hal ini terjadi karena pada siang hari daratan akan lebih cepat menerima panas, sehingga udara menjadi panas lalu memuai dan bertekanan lebih rendah dari lautan. Perbedaan tekanan ini menyebabkan bertiupnya angin dari laut ke darat. Angin dari laut ke darat ini disebut sebagai *angin laut*. Sedangkan pada malam hari tekanan udara di darat lebih tinggi dibanding tekanan udara di laut. Perbedaan tekanan ini menyebabkan bertiupnya angin dari darat ke laut sehingga terjadilah *angin darat*.

Sementara kecepatan angin pada Bulan Agustus mencapai 5 m/det yang lebih banyak bertiup dari arah timur laut, timur-timur laut, dan timur tenggara, lebih tinggi dibandingkan dengan Bulan Juni dan Juli seperti ditunjukkan pada Gambar 5.2. Data ini sesuai dengan data yang terekam oleh BMKG Provinsi Gorontalo di mana selama satu tahun, kecepatan angin di Bulan Agustus lebih tinggi dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya yaitu mencapai 4,6 m/det, bahkan pada tahun 2006 mencapai 6

m/det. Dari data kecepatan angin yang terdapat di Kota Gorontalo dapat dianalisis besarnya energy listrik yang dapat dihasilkan seperti pada Gambar 4.6 berikut :



Gambar. 4.6 Data Kecepatan Angin dan Energi Listrik yang Dapat Dihasilkan

Besarnya kecepatan angin pada Bulan Agustus mempengaruhi besarnya energy listrik yang dapat dihasilkan yaitu 18,61 watt/m². Ini menunjukkan bahwa potensi energy angin di Kota Gorontalo bergantung pada kecepatan angin, semakin besar kecepatan angin maka akan semakin besar energy listrik yang dapat dihasilkan dari konversi energy angin ini. Namun dengan data yang ada masih menunjukkan data 3 bulan ini dapat diasumsikan bahwa potensi energy angin di Kota Gorontalo termasuk dalam kategori potensi sedang.

Berdasarkan kecepatan angin diperoleh besarnya energy angin persatuan waktu, dan pada Bulan Agustus energy angin juga lebih besar yaitu sekitar 2954,6

Joule. Sementara potensi energy angin pada bulan Juni lebih kecil yaitu sekitar 512,3 Joule. Jadi potensi energy angin di Kota Gorontalo berkisar dari 512,3 Joule sampai dengan 2954 Joule. Potensi ini termasuk dalam kelas 3 yaitu termasuk potensi menengah. Ini menunjukkan bahwa potensi energy angin di Kota Gorontalo bukan termasuk potensi energy angin yang tinggi dan juga bukan termasuk potensi energy angin yang rendah tetapi pada kelas yang berpotensi menengah.

Besarnya kecepatan angin, dan energy angin serta energy listrik yang di Kota Gorontalo merupakan potensi yang termasuk dalam kategori sedang. Potensi energy angin di yang dihasilkan dari penelitian ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan teknologi kincir angin yang membangkitkan listrik hybrid seperti yang dilakukan di Pulau Karimun Jawa yang memiliki kecepatan angin (v) hanya berkisar 2,69 – 4,23 m/det (Permana; 2012). Kondisi ini relative serupa dengan potensi energy angin di Kota Gorontalo. Banyak teknologi kincir angin yang dapat didesain sesuai kondisi energy angin yang masuk dalam kategori sedang seperti di Kota Gorontalo.

Teknologi kincir angin yang dapat membangkitkan listrik hybrid merupakan pengisian bank baterai dengan konfigurasi

penggabungan *cycle charging / battery storage* yaitu PLTD yang mengisi daya baterai dengan kelebihan energy yang dihasilkan. Dengan penjadwalan operasi PLTD maka dengan adanya PLTA dapat membantu menyuplai daya, dan mengurangi pemakaian BBM (Permana ; 2012). Hal ini menunjukkan bahwa dengan potensi energy angin yang masuk dalam kategori sedang seperti yang terukur di Kota Gorontalo, maka hal ini menjadi informasi awal bahwa potensi energy angin di Kota Gorontalo dapat dimanfaatkan sebagai energy alternative pemangkit energy listrik.

Oleh karena itu berdasarkan hasil penelitian ini, maka perlu direkomendasikan untuk melakukan lagi pengukuran potensi energy angin di daerah pantai selama setahun sehingga dapat diketahui kestabilan energy angin di Kota Gorontalo. Disamping itu perlu dilakukan lebih mendalam lagi potensi energy angin beserta nilai ekonomisnya di Provinsi Gorontalo untuk mengatasi krisis energy. Dengan adanya hasil penelitian ini menjadi informasi awal bahwa Provinsi Gorontalo khususnya Kota Gorontalo memiliki potensi energy angin yang dapat digunakan untuk membangkitkan energy listrik walaupun dalam kategori potensi sedang. Disamping itu potensi energy angin terbeser terjadi pada siang

hari sehingga memungkinkan untuk energy tersebut dapat disimpan dalam penyimpan energy yang didesain dengan turbin angin. Dengan adanya desain teknologi turbin angin yang dilengkapi dengan penyimpan energy maka energy angin di Kota Gorontalo memungkinkan untuk dapat dimanfaatkan dalam skala rumah tangga.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Kota Gorontalo khususnya di daerah daratan memiliki kecepatan angin 2,75 – 5 m/det dan termasuk kelompok menengah.
2. Kecepatan angin yang besar terjadi mulai pukul 11.00 AM, 12.00 – 06.00 PM yaitu mencapai 5 m/det.
3. Kota Gorontalo memiliki potensi energy angin antara 512, 3 – 5954 Joule, dengan energy listrik yang dapat dihasilkan berkisar antara 3,23 – 18, 61 watt/m².
4. Kota Gorontalo memiliki potensi energy angin dalam kategori sedang yang dapat dimanfaatkan dengan menggunakan teknologi desain kincir angin yang menyimpan energy untuk skala rumah tangga.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian disarankan untuk dapat melakukan penelitian selanjutnya :

1. Mengembangkan daerah penelitian daerah pantai yang memiliki kecepatan angin yang lebih merata pada setiap waktu.
2. Melakukan analisis desain turbin yang dapat digunakan di daerah Gorontalo yang termasuk dalam kategori potensi sedang sehingga energy angin yang ada tetap dapat dimanfaatkan untuk mengatasi krisis energy listrik.
3. Mengembangkan penelitian yang lebih jauh tentang energy angin dengan menghitung kapasitas energy listrik dan nilai ekonomi.

6. Daftar Pustaka

Badan Penelitian dan Pengembangan Sumatera Utara. 2014. Kajian Pembuatan SKEA (Sumatera Utara).

Fadholi Akhmad., Stasiun Meteorologi Pangkalpinang. 2013. Analisis Data Arah Dan Kecepatan Angin Landas Pacu (Runway) Menggunakan Aplikasi Windrose Plot (Wrplot) Jurnal Ilmu Komputer Volume 9 Nomor 2, September 2013.

Habibie Najib., Sasmito Achmad, Kurniawan. 2011. Kajian Potensi energy Angin di Wilayah Sulawesi dan Maluku. Jurnal Meteorologi dan Geofisika. Volume 12 Nomor 2, September 2011 : 181-187.

Klara Syerly, Abd Latif Had, Baharuddin, M. Uswah Pawara. 2013. Kajian Potensi Energi Angin di Perairan Barat dan Selatan Pulau Sulawesi. Prosiding Teknik Perkapalan UNHAS Volume 7, Desember 2013. ISBN : 97897912725506. Tamalanrae : Makassar

Nurdyastuti Indyah, 2004. Analisis Potensi Sumber Daya Energi Di Provinsi Gorontalo. Publikasi Ilmiah. ISBN 979-95999-3-7. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Konversi dan Konservasi Energi : Jakarta

Permana Adi Ditto, Unggul Wibawa, Teguh Utomo. 2012. Studi Analisis Pembangkit Listrik Hybrid (Diesel-Angin) di Pulau Karimun Jawa. Universitas Brawijaya.

Ryski, 2012. Kajian Kelayakan Potensi energy Angin Pada Kawasan Universitas Tanjungpura Pontianak Untuk Dimanfaatkan Menjadi Energi Listrik. Universitas Tanjungpura.

Sam, Alimudin dan Patabang Daud, 2015. Studi Energi Angin Di Kota Palu untuk Membangkitkan Energi Listrik. Jurnal SMARTek, Vol.3 No.1 Februari 2005. Palu : Tadulako

Tjasyono Bayong HK, 2008. Meteorologi Terapan. Penerbit ITB : Bandung

Trewartha Glenn T, Lyle H. 1995. Pengantar Iklim. Gajah Mada University Press : Yogyakarta

Wahid Abdullah La Ode, 2004. Analisis Kebutuhan dan Penyediaan Listrik. Publikasi Ilmiah. ISBN 979-95999-3-7. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Konversi dan Konservasi Energi : Jakarta.

