

**LAPORAN PENELITIAN
PENELITIAN DASAR KEILMUAN
DANA PNBP/BLU-LEMLIT UNG
TAHUN ANGGARAN 2015**



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

TIM PENGUSUL

KETUA : RAGHEL YUNGINGER, M.SI NIDN : 0026107704
ANGGOTA : DR. NAWIR N. SUNE, M.SI NIDN : 0001116308

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
OKTOBER 2015**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Analisis Potensi Energi Angin Sebagai Energi Alternatif
Pembangkit Listrik Di Kota Gorontalo
2. Peneliti Pelaksan
Ketua Peneliti :
a. Nama Lengkap : Raghel Yunginger, S.Pd, M.Si
b. NIDN : 0026107704
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Fisika
e. No. HP : 085220626075
f. Alamat surel (e-mail) : raghel_ung@yahoo.co.id
- Anggota I**
a. Nama Lengkap : Dr, Nawir N Sune, M.Si
b. NIDN : 0001116308
c. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo
3. Jangka Waktu Penelitian : 6 (enam) bulan
4. Pembiayaan :
Jumlah biaya yang diajukan: Rp.18.000.000.-

Mengetahui
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

(Prof. Dr. Evi Hulukati, M.Pd)
NIP/NIK. 196005301986032001

Gorontalo, 21 Mei 2015
Ketua Peneliti,

(Raghel Yunginger, S.Pd., M.Si.)
NIP/NIK. 197710262002122001

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian

(Prof. Dr. Abd. Kadim Masaong, M.Pd)
NIP/NIK. 196111141987031002

IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Usulan : Analisis Potensi Energi Angin sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik di Kota Gorontalo

2. Ketua Peneliti :

- a) Nama Lengkap : Raghel Yunginger, M.Si
- b) Bidang keahlian : Fisika
- c) Jabatan struktural : -
- d) Jabatan fungsional : Lektor Kepala
- e) Unit Kerja : Jurusan Fisika Fakultas MIPA
- f) Telepon : 085220626075
- g) E-mail : raghel_ung@yahoo.co.id

3. Anggota Peneliti :

No.	Nama dan Gelar Akademik	Bidang keahlian	Mata kuliah diampu	Instansi	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1.	Dr. Nawir N. Sune, M.Si	Geografi	<ul style="list-style-type: none">- Geomorfologi Dasar- Meteorologi dan klimatologi- Perencanaan dan pengembangan wilayah- Pengindraan jauh	Program Studi Geografi Fakultas MIPA	3 jam/ minggu selama 5 bulan = 60 Jam

4. Objek Penelitian

Potensi energy angin di Kota Gorontalo

5. Masa Pelaksanaan Penelitian

Mulai : Bulan Juli Tahun 2015

Berakhir : Bulan Desember Tahun 2015

6. Anggaran yang diusulkan :

Rp. 18.000.000- (Delapan Belas Juta Rupiah)

7. Lokasi Penelitian :

Kota Gorontalo

8. Hasil yang Ditargetkan :

Besarnya potensi energy angin yang dapat dikonversi ke energy listrik untuk menjadi salah satu rujukan bagi pemerintah daerah dalam mengatasi krisis energy listrik di Kota Gorontalo dan sekitarnya.

RINGKASAN

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

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah SWT karena dengan rahmatNya maka peneliti dapat menyelesaikan penelitian dan juga laporan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi energy angin di Kota Gorontalo yang dapat dimanfaatkan sebagai energy alternative pembangkit energy listrik. Dengan adanya hasil penelitian ini diharapkan menjadi penambah informasi atau rujukan bagi pemerintah setempat untuk lebih mempertimbangkan adanya potensi energy angin di Kota Gorontalo yang dapat dimanfaatkan dalam mengatasi krisis energy listrik yang sangat mengganggu aktivitas di berbagai sektor di Kota Gorontalo.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini masih terdapat kendala yang dihadapi terutama kelancaran alat ukur dalam merekam data, dan kondisi alam lainnya serta administrasi. Namun berkat kerjasama dari tim peneliti maka semua kendala tersebut dapat teratasi dan pada akhirnya kegiatan penelitian berjalan dengan baik. Untuk itu ucapan terima kasih kepada semua tim yang telah bekerja sama dalam memperlancar kegiatan penelitian ini. Semoga upaya yang telah dilakukan untuk menghasilkan penelitian yang bermanfaat untuk masyarakat ini menjadi penambah khasanah pengetahuan dan inspirasi riset yang lebih komprehensif lagi. Terima kasih juga kepada semua unsur yang telah turut membantu pelaksanaan penelitian dan penyelesaian laporan penelitian. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk kita semua. Aamiin.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Pengesahan	ii
Identitas Penelitian	ii
Ringkasan	v
Prakata	Vi
Daftar isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Urgensi Penelitian	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Peta Road Map Penelitian	4
2.2. Dasar Teori Angin	6
2.3. Sistem Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik	7
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT	11
3.1 Tujuan Penelitian	11
3.2 Manfaat Penelitian	11
BAB IV. METODE PENELITIAN	12
3.1. Lokasi Penelitian	12
3.2. Waktu Penelitian	14
3.3. Tahapan Penelitian	14

Halaman

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	19
5.1 Hasil Penelitian	19
5.2 Pembahasan	24
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	28
6.1 Kesimpulan	28
6.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Peta Jalan (Road Map) Penelitian Tahun 2010-2017	5
Tabel 5.1. Hasil Pengamatan dan Perhitungan Energi Listrik	23
Tabel 5.2. Pengelompokan Kondisi Angin	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Peta Lokasi Penelitian Energi Angin di Kota Gorontalo	13
Gambar 4.2. Kondisi Lokasi Penelitian	13
Gambar 4.3. Proses Pemasangan dan Instalasi AWS sebelum digunakan	15
Gambar 4.4a. Posisi AWS yang Digunakan Dalam Penelitian	16
b. Digital monitoring untuk merekam data	
Gambar 4.5 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 5.1 Data Kecepatan Angin dari Bulan Juni-Agustus 2015	19
Gambar 5.2 Perbedaan Besar Kecepatan Angin pada Pagi, Siang, Malam Hari	20
Gambar 5.3 Energi Angin Rata-Rata Bulanan Di Kota Gorontalo	21
Gambar 5.4 Besar Daya Efektif Angin yang Mungkin dapat Dihasilkan Kincir	22
Gambar 5.5 Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik	23
Gambar 5.6 Data Kecepatan Angin dan Energi Listrik yang Dapat Dihasilkan	25

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Format Observasi dan Pengukuran	30
Lampiran 2. Identitas Personalia Peneliti	32
Lampiran 3. Data Pengukuran	42
Lampiran 4. Data BMKG	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini kebutuhan energy bagi masyarakat Indonesia sudah menjadi kebutuhan vital yang sangat mempengaruhi berbagai aktivitas. Bahkan dengan makin meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduk diikuti pula dengan meningkatkan kebutuhan energy listrik, sehingga menuntut pula ketersediaan energy listrik. Hampir semua sektor perekonomian dan sektor vital lainnya membutuhkan ketersediaan energy listrik. Namun fenomena yang terjadi adalah ketersediaan energy listrik belum mampu mensuplay kebutuhan listrik untuk masyarakat. Bahkan masih terdapat daerah-daerah yang belum terinstalasi jaringan listrik yang menyebabkan kurang lancarnya aktivitas perekonomian masyarakat yang membutuhkan pasokan listrik.

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. Sejalan dengan pertumbuhan kebutuhan listrik di Gorontalo yang diiringi oleh pertumbuhan beban puncak sebesar rata-rata 7,99% per tahun mengakibatkan beban puncak pada tahun 2015 diperkirakan dapat mencapai 71,6 MW atau 3,73 kali dibanding beban puncak tahun 2000 sebesar 19,2 MW (Wahid, 2014 : 17). Dengan demikian, untuk mengimbangi kebutuhan tenaga listrik yang terus meningkat perlu direncanakan penambahan kapasitas pembangkit agar kebutuhan masyarakat akan listrik dapat terpenuhi.

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. Oleh karena itu melalui penelitian ini telah dilakukan analisis terhadap potensi energy angin yang dapat digunakan sebagai energy pembangkit listrik di Kota Gorontalo.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya maka rumusan masalah penelitian ini adalah; berapakah besarnya potensi energy angin yang dapat konversi ke energy listrik di Kota Gorontalo ?

1.3. Tujuan Penelitian

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 untk 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.

1.4 Urgensi Penelitian

Adanya krisis energy di Indonesia terasa juga di Provinsi Gorontalo terutama di Kota Gorontalo sebagai pusat pemerintah dan aktivitas perekonomian dan industri. Kebutuhan terhadap energy listrik sudah merupakan kebutuhan yang penting untuk memperlancar berbagai sektor yang berdampak terhadap pertumbuhan ekonomi rakyat. Saat ini Provinsi Gorontalo masih bergantung pada listrik dari PLN yaitu PLTD yang menggunakan energy dari minyak bumi. Untuk menggerakan PLTD maka pemerintah harus menyediakan BBM yang tidak sedikit untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat di berbagai sektor. Namun kurangnya ketersediaan BBM dan meningkatnya harga BBM untuk mendorong kelancaran PLTD makin

menimbulkan keresahan masyarakat karena terganggunya aktivitas di berbagai sektor yang memerlukan pemenuhan energy listrik. Kondisi ini merupakan fenomena yang harus dicarikan solusinya untuk tidak bergantung sepenuhnya di BBM untuk pemenuhan energy listrik. Perlu untuk mencari energy alternative yang renewable dan potensinya tersedia di Gorontalo.

Energi alternative yang renewable diantaranya adalah energy angin, energy panas bumi, energy surya, dan energy air, serta energy yang bersumber dari biogas dan biomasa. Energi angin adalah salah satu energy yang renewable yang tersedia sepanjang waktu di mana pun. Energy ini tidak perlu dibeli namun hanya perlu dipasang instalasinya untuk dapat menangkap energy anginya untuk menggerakkan turbin untuk pembangkit energy listrik. Sehingga energy ini relative murah bahkan cenderung ramah lingkungan. Oleh karena itu makin tingginya aktivitas perekonomian di Kota gorontalo maka sudah saatnya untuk memikirkan pemanfaatan energy alternative yaitu energy angin. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilakukan tahapan selanjutnya yaitu tahapan studi mendalam yang meliputi keseluruhan aspek sampai pada perhitungan operasional untuk pemanfaatan energy angin sebagai energy listrik sehingga dapat dieksplorasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peta Road Map Penelitian

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-energi alternative yang berpotensi untuk pembangkit listrik yang dapat membangun ketahanan energy listrik di Provinsi Gorontalo.

Berikut Tabel 2.1 tentang *road map* penelitian yang telah sebelumnya telah dilakukan dan akan dilaksanakan.

TABEL 2.1 PETA JALAN (ROAD MAP) PENELITIAN TAHUN 2010 – 2017

Penelitian sebelumnya				Berjalan sekarang		Usulan	Penelitian selanjutnya	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	2	3	4	5		6	7	8
Judul Penelitian	Penentuan umur stalagmit Provinsi Gorontalo Sebagai proxy data paleoklimat (Tahun ke-2 Hibah Fundamental)	Kajian prospek potensi energi panas bumi di Provinsi Gorontalo sebagai sumber energi listrik yang ramah lingkungan (Tahun 1 Hibah Pekerti)	Kajian prospek potensi energi panas bumi di Provinsi Gorontalo sebagai sumber energi listrik yang ramah lingkungan (Tahun ke-2 Hibah Pekerti)	Gradien suhu dan distribusi energy panas bumi.		Analisis potensi energy angin yang dapat dikonversi sebagai energy listrik di Kota Gorontalo.	Rancangan model pemanfaatan energy angin di Provinsi Gorontalo untuk mendorong Desa Mandiri Energi.	

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 anginlembah adalah angin yang datang dari lembah menaiki gunung. Angin lokal disebabkan perbedaan tekanan lokal dan juga dipengaruhi topography, 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.

Kecepatan angin dinyatakan dalam satuan meter per sekon, kilometer per jam, atau knot ($1 \text{ knot} = 0,5 \text{ m/s}$). Panjang setiap garis menyatakan frekuensi angin dari arah tersebut. Karena angin merupakan besaran vektor maka angin dinyatakan dalam distribusi frekuensi dua arah, yaitu arah dan kecepatan angin (Tjasyono;2008).

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 :

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

Dimana :

- P : Daya (watt)
- k : konstanta (1,37x10⁻⁵)
- A : Luas penampang (m²)
- 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 :

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

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

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

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 m²)
- v : Kecepatan angin (m/det)
- ρ : Kerapatan udara (kg/m³)

Kerapatan udara ρ diformulasikan sebagai berikut :

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

Dimana :

ρ : Kerapatan udara (kg/m^3)

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

R : Konstanta gas 287,05 J/KgK

T : Temperatur udara (Kelvin)

Selanjutnya konversi energy angin menjadi energy listrik dapat menggunakan formula :

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

Dan untuk selang waktu dt didapat :

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

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 TUJUAN

Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis potensi energy angin sebagai energi alternatif pembangkit listrik di Kota Gorontalo. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran kecepatan angin sehingga dapat dihitung besar energy angin dan besarnya energy listrik yang dikonversi dari besarnya energy angin. Energi angin merupakan energy kinetik oleh karena itu dalam penelitian ini dihitung juga energy kinetik dan besarnya daya efektif yang mungkin dapat dihasilkan dari suatu kincir angin.

Penelitian ini masih dibatasi pada area Kota Gorontalo terutama di darat, namun tetap membandingkan data yang terukur di lapangan selama 3 (tiga) bulan yaitu dari Bulan Juni-Agustus di Tahun 2015 dengan data yang terukur oleh stasiun Badan Meteorologi dan Klimatologi Geofisika (BMKG) Provinsi Gorontalo di Jln. Jalaluddin Tantu.

3.2 Manfaat

Penelitian ini dilakukan karena adanya fenomena yang sangat urgen untuk dicarikan solusinya yaitu adanya krisis energy listrik di Provinsi Gorontalo khususnya Kota Gorontalo sebagai pusat pemerintahan pemerintah Provinsi Gorontalo. Dengan adanya penelitian diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat yaitu :

1. Informasi potensi energy angin yang dapat digunakan sebagai energi alternative pembangkit energy listrik.
2. Data awal untuk pemetaan potensi energy angin di Kota Gorontalo
3. Studi awal untuk memulai pemanfaatan energy angin sebagai energy pembangkit energy listrik di Kota Gorontalo dan Provinsi Gorontalo pada umumnya.

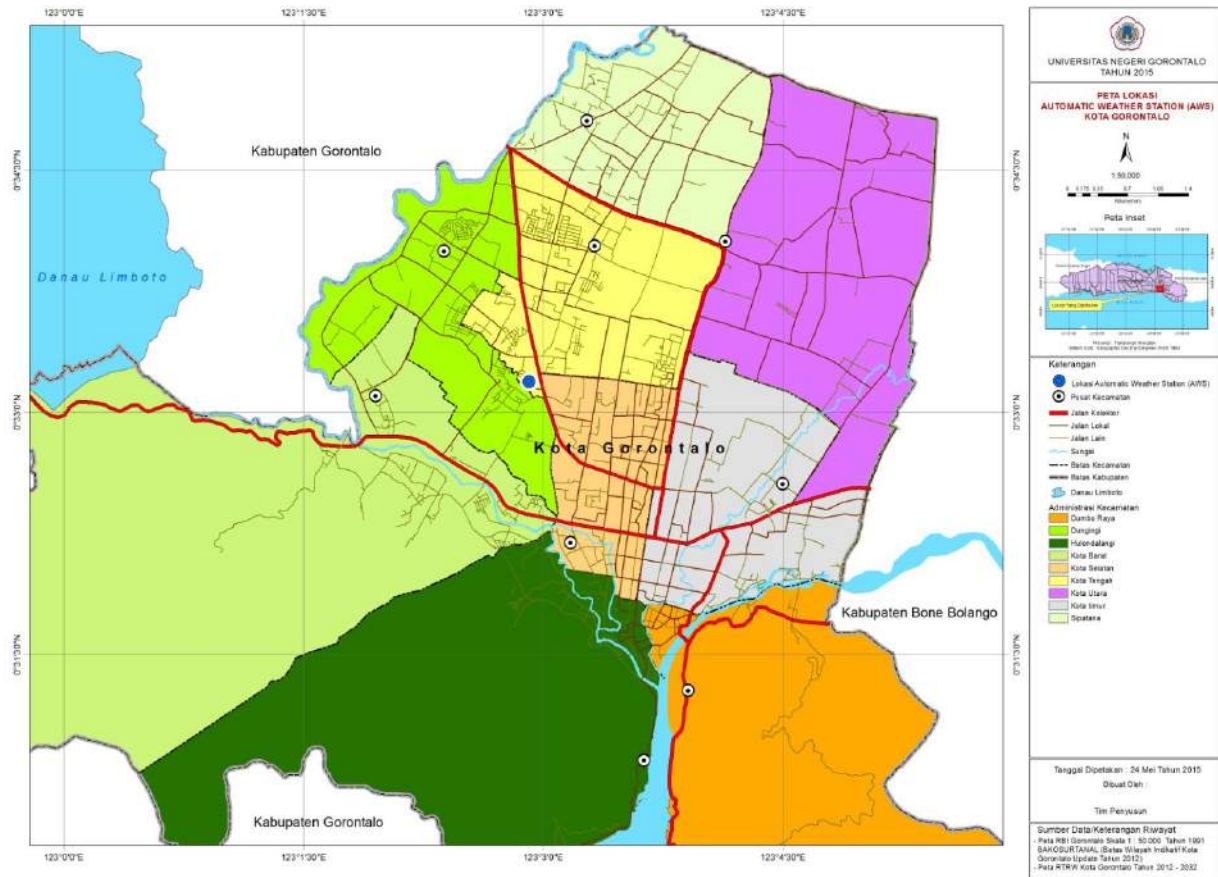
BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi 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 Energi Angin Di Kota Gorontalo



Gambar 4.2 Kondisi Lokasi Penelitian

4.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 6 (enam) bulan dengan pengambilan data primer selama 3 (tiga) bulan yaitu pada bulan Juni, Juli, dan Agustus sepanjang hari, pengolahan dan intepretasi data selama dua bulan dan penyusunan laporan selama satu bulan. Pengukuran parameter energy angin di lokasi penelitian dilakukan pada pagi hari, siang hari dan pada malam hari.

4.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode survey 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.



Gambar 4.3. Proses Pemasangan dan Instalasi AWS Sebelum Digunakan Dalam Pengukuran

Posisi AWS di ketinggian 7 m



(a)



(b)

Gambar 4.4 a) Posisi AWS yang digunakan dalam penelitian, b) digital monitoring untuk merekam data penelitian yang diletakan terpisah dengan AWS

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 ;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dengan : c_p : koefisien daya = 0,4

η_{tr} : Efisiensi transmisi = 0,95

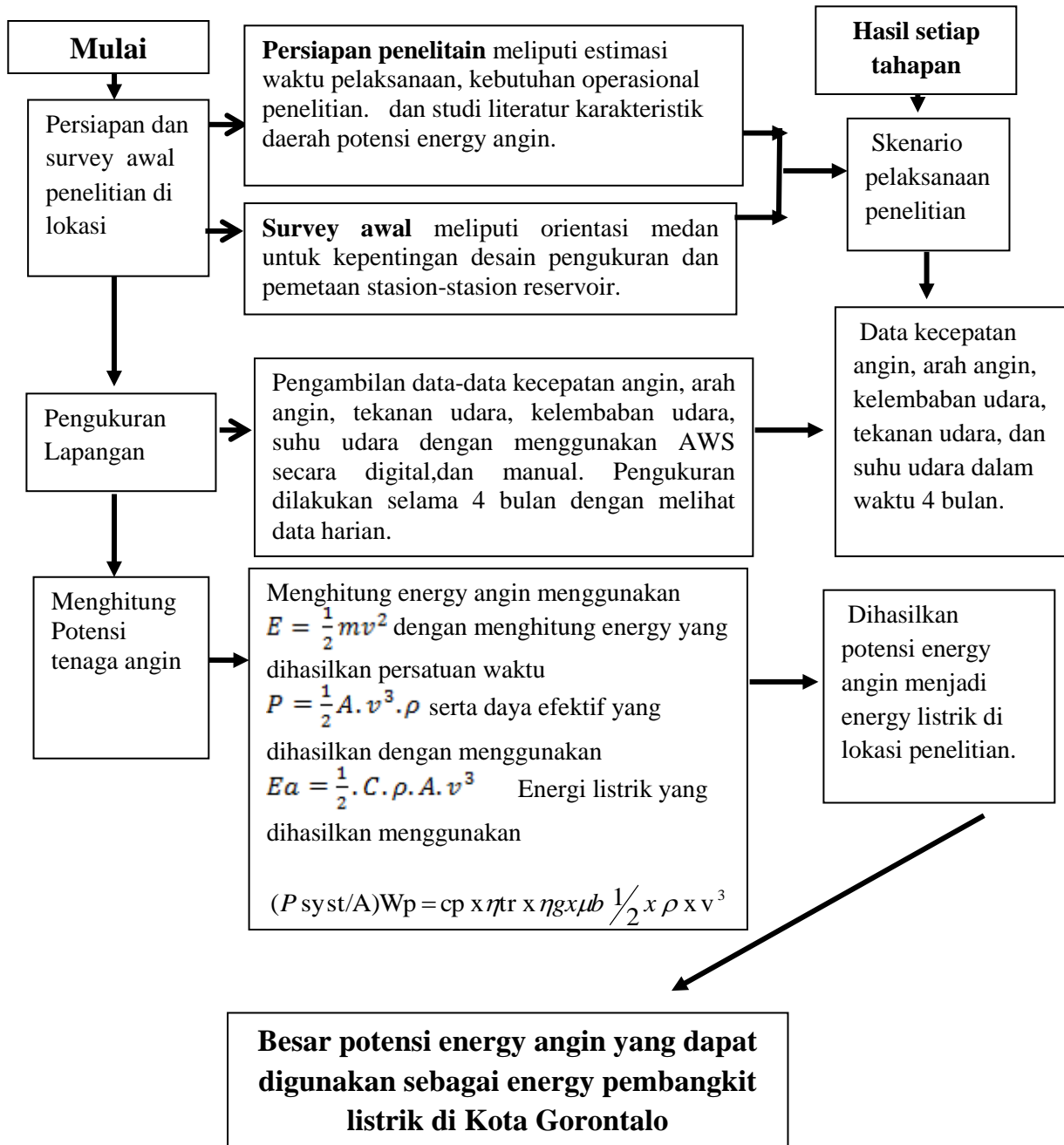
η_g : Efisiensi transmisi = 0,85

η_b : Efisiensi baterai = 0,75

ρ : kerapatan udara = 1,2 kg/m³

v : kecepatan angin (m/det)

Adapun diagram alir penelitian yang telah dilakukan dijelaskan melalui *fishbone* Gambar 3.2 berikut :



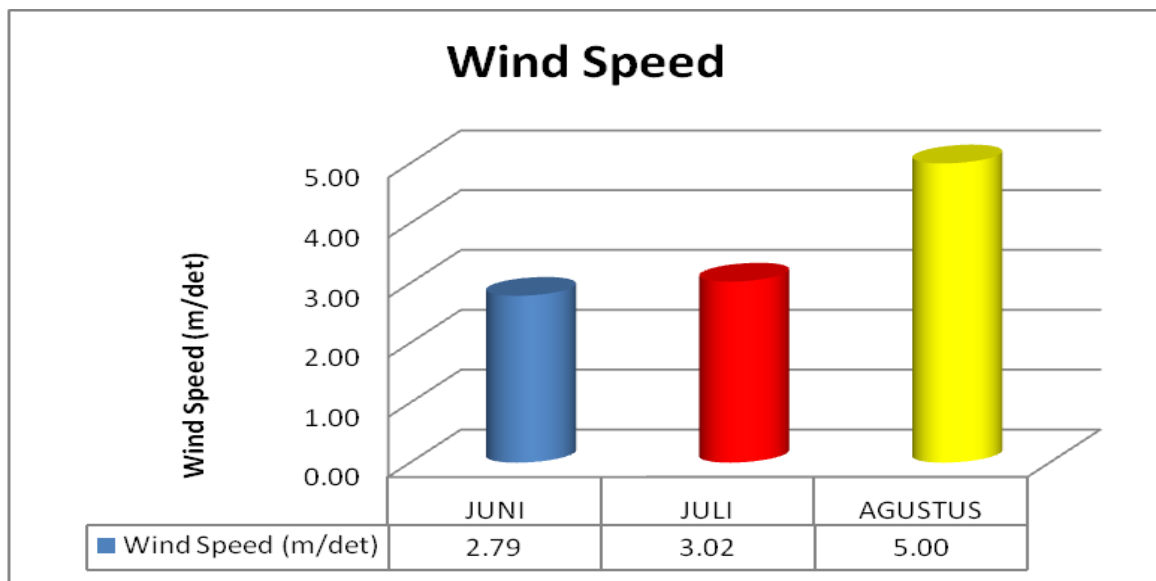
Gambar 4.5 Diagram Alir Penelitian

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 HASIL PENELITIAN

5.1.1 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 kecepatan anginnya. Hal ini dapat dilihat pada Diagram 5.1 berikut :



Gambar 5.1 Kecepatan Angin dari Bulan Juni-Agustus 2015

Pada Gambar 5.1 menunjukkan bahwa kecepatan angin pada Bulan Agustus lebih besar dibandingkan Bulan Juni dan Juli yaitu sebesar 5,0 meter/det. Jika dibandingkan dengan hasil pengukuran yang dilakukan oleh BMKG Provinsi Gorontalo, menunjukkan adanya kesesuaian data kecepatan angin, terutama kecepatan angin lebih besar pada bulan Agustus dibandingkan bulan-bulan lain. Bahkan pada Tahun 2006 kecepatan angin rata-rata bulanan mencapai 6 m/det (lampiran 4)

Disamping itu besar kecepatan angin yang terjadi di pagi hari, siang dan malam hari dapat terukur seperti pada diagram yang ada di Gambar 5.2 berikut ;



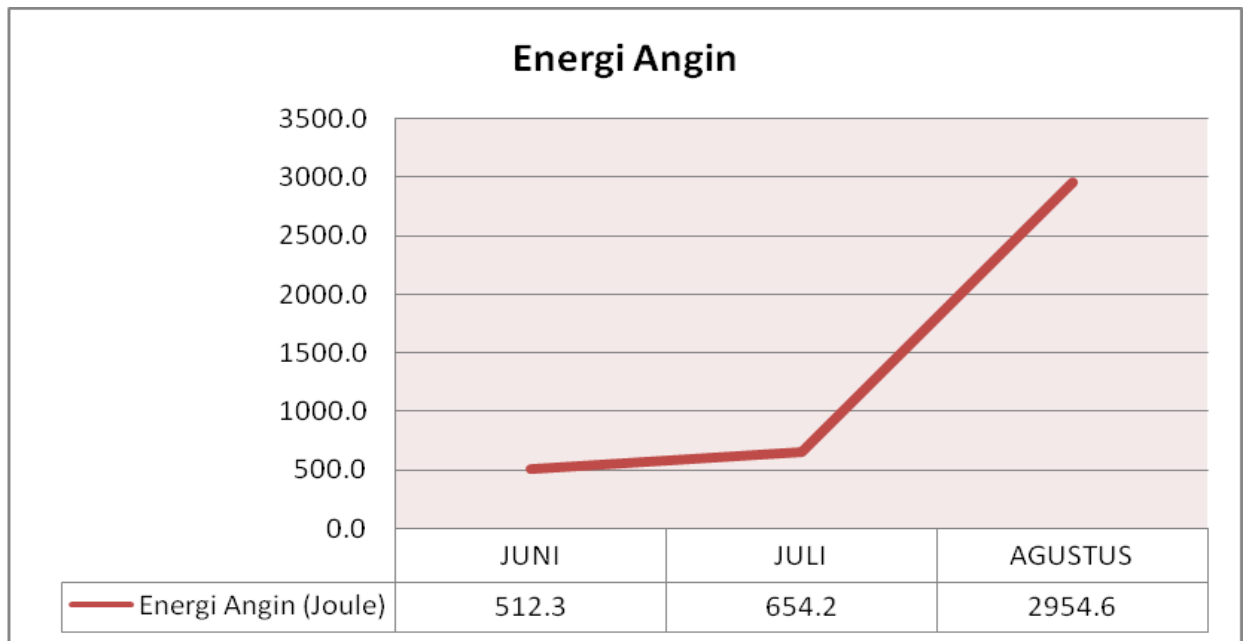
Gambar 5.2. Perbedaan Besar Kecepatan Angin Pada Pagi, Siang, Dan Malam Hari

Berdasarkan data yang diilustrasikan di Gambar 5.2 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.

5.1.2 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.

Berdasarkan data kecepatan angin yang terukur di lokasi penelitian maka besarnya energy angin yang menggunakan persamaan (4.3) adalah maksimum mencapai 2954.6 Joule. Lebih jelasnya untuk data energy angin selama 3 (tiga) bulan (Juni, Juli, Agustus) pengukuran dapat dilihat pada diagram yang terdapat pada Gambar 5.3 berikut :



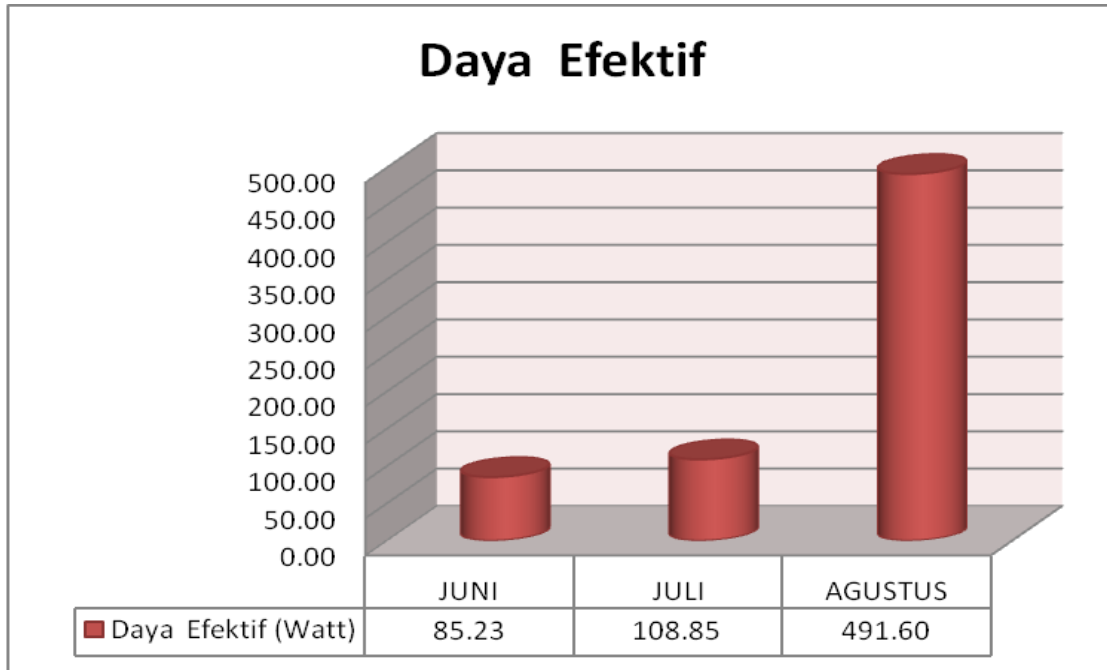
Gambar 5.3. Energi Angin Rata-Rata Bulanan Di Kota Gorontalo

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.

5.1.3. 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 5.5 berikut :

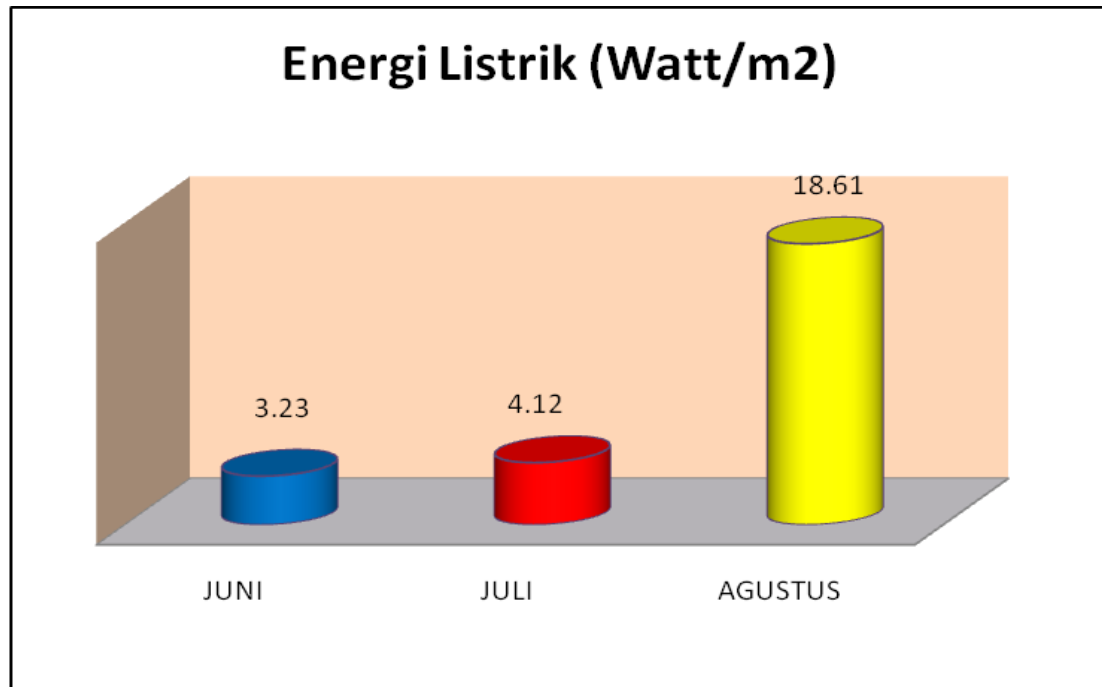


Gambar 5.4 Besar Daya Efektif Angin Yang Mungkin Dihasilkan Dari Suatu Kincir

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 waatt.

5.1.4 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 kg/m³. Dengan adanya besar kecepatan udara yang terukur di Kota Gorontalo, maka dapat ditentukan energy listrik dengan menggunakan formula (4.5) untuk Bulan Juni, Juli dan Agustus seperti pada diagram yang ada di Gambar 5.6 berikut ini :



Gambar 5.5 Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik

Besarnya energy listrik yang dikonversi dari energy angin adalah berkisar antara 3.23 – 18,61 watt/m². Terutama pada bulan Agustus memiliki lebih besar energy listrik (18,61 watt/m²) yang dihasilkan dari energy angin. Untuk lebih jelasnya rata-rata kecepatan angin, energy angin dan energy listrik yang dihasilkan dari energy angin selama tiga bulan (Juni-Agustus) dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut:

Tabel 5.1 Hasil Pengamatan dan Perhitungan Energi Listrik

No.	Bulan	Kecept. Angin (v)	Laju Aliran Massa	Energi Angin	Daya Efektif	Energi Listrik
		m/det	Kg/det	Watt/det	Watt	Watt/m ²
1	Juni	2,75	131,80	512,27	85,23	3,23
2	Juli	3,02	143,0	654,22	108,85	4,12
3	Agustus	5,0	236,37	5954,59	491,6	18,61

Dari Tabel 5.1 di atas dapat dilihat bahwa pada Bulan Agustus kecepatan angin (v) mencapai 5 m/det, dengan energy persatuan waktu sebesar 5954,59 watt/det, dan energy listrik yang dikonversi dari energy angin sekitar 18,61 watt/m².

5.2. PEMBAHASAN

Bahan bakar fosil yang selama ini menjadi bahan bakar utama untuk menghasilkan energy listrik semakin terbatas dan semakin mahal juga, belum lagi polusi yang dihasilkan dari proses pembakaran untuk proses konversi menjadi energy listrik. Oleh karena itu perlu adanya analisis terhadap sumber energy alternative untuk menjadi pembangkit energy listrik yang ramah lingkungan. Salah satu potensi alam yang bersifat renewable sebagai sumber energy alternative untuk pembangkit listrik adalah energy angin. Oleh karena itu perlu untuk melakukan analisis potensi energy angin ini sehingga dapat dimanfaatkan dalam mengatasi krisis energy listrik yang terjadi di Indonesia khususnya di Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo.

Angin terjadi karena adanya perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin yang menyebabkan terjadinya suatu perputaran udara berupa perpindahan udara. Di daerah khatulistiwa, udaranya menjadi panas mengembang dan menjadi ringan, naik ke atas dan bergerak ke daerah yang lebih dingin. Sebaliknya terjadilah suatu perputaran udara berupa perpindahan udara dari kutub utara ke garis khatulistiwa menyusuri permukaan bumi dan sebaliknya.

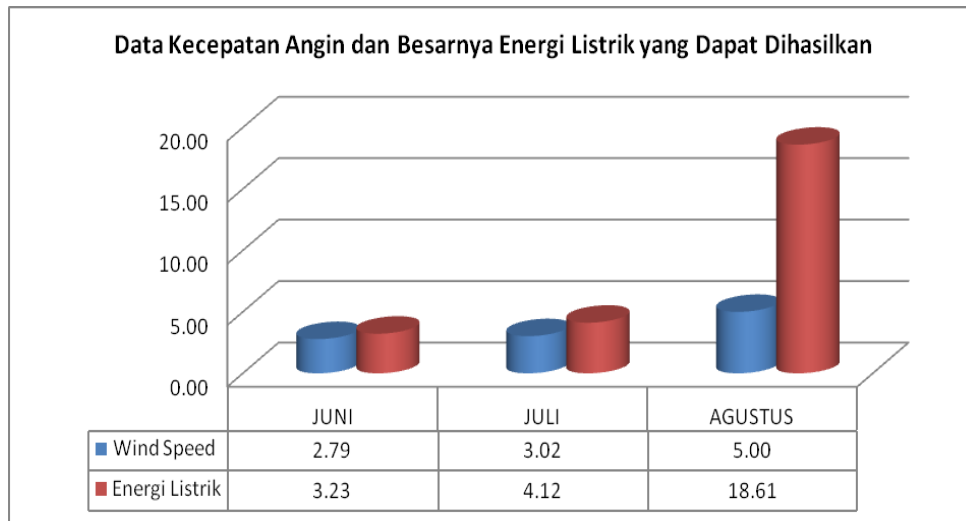
Provinsi Gorontalo merupakan salah daerah yang terdapat di pulau Sulawesi, wilayah Indonesia Timur yang melewati garis khatulistiwa sehingga dapat diduga memiliki potensi energy angin yang baik. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengukuran kecepatan angin untuk mengetahui energy angin yang dapat digunakan 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 Weather System (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 parameter 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. Kecepatan 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 5.6 berikut :



Gambar. 5.6 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. Hal ini dapat dilihat pada kriteria potensi energy angin seperti pada Tabel 5.2 berikut :

Tabel 5.2. Pengelompokan Kondisi Angin

kelas angin	kecepatan angin m/d	kecepatan angin km/jam	Kecepatan angin knot/jam
1	0.3 ~ 1.5	1 ~ 5.4	0.58 ~ 2.92
2	1.6 ~ 3.3	5.5 ~ 11.9	3.11 ~ 6.42
3	3.4 ~ 5.4	12.0 ~ 19.5	6.61 ~ 10.5
4	5.5 ~ 7.9	19.6 ~ 28.5	10.7 ~ 15.4
5	8.0 ~ 10.7	28.6 ~ 38.5	15.6 ~ 20.8
6	10.8 ~ 13.8	38.6 ~ 49.7	21 ~ 26.8
7	13.9 ~ 17.1	49.8 ~ 61.5	27 ~ 33.3
8	17.2 ~ 20.7	61.6 ~ 74.5	33.5 ~ 40.3
9	20.8 ~ 24.4	74.6 ~ 87.9	40.5 ~ 47.5
10	24.5 ~ 28.4	88.0 ~ 102.3	47.7 ~ 55.3
11	28.5 ~ 32.6	102.4 ~ 117.0	55.4 ~ 63.4
12	>32.6	>118	63.4

Sumber : Habibie, 2011

Dengan mengambil koefisien daya 0,4, efisiensi transmisi 0,95, efisiensi generator 0,85, dan efisiensi baterai 0,7, maka energy listrik yang dapat dihasilkan P_{syst} / A antara 3,23 sampai 18,61 watt/m² . Selanjutnya jika digunakan kincir angin dengan diameter 4 m, maka akan didapatkan daya efektif yang dapat dihasilkan berkisar antara 85,23 sampai 491,60 watt.

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 / batteray 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 terbsesar terjadi pada siang hari sehingga memungkinkan untuk energy tersebut dapat disimpan dalam penyimpanan 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.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 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.

6.2 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.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Sumatera Utara. 2014. Kajian Pembuatan SKEA (Sistem Konversi Energi Angin) 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. Publikasih 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. Publikasih Ilmiah. ISBN 979-95999-3-7. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Konversi dan Konservasi Energi : Jakarta

Lampiran 1 : Format Survey

FORMAT SURVEY KELAYAKAN LOKASI PENELITIAN

No.	Indikator Survey	Uraian Hasil Pengamatan	Rekomendasi
1	Posisi Geografis		
2	Topografi		
3	Kondisi penghalang angin 1. Tebing 2. Bangunan 3. Pohon-pohonan		
4	Luas area		
5	Keterjangkauan lokasi penelitian		

Lampiran 2

BIODATA PERSONALIA PENELITI

I. Ketua Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Raghel Yunginger, M.Si
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	197710262002122003
5	NIDN	0026107704
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Batudaa, 26 Oktober 1977
7	E-mail	Raghel_ung@yahoo.co.id
8	Nomor Telepon/HP	085220626075
9	Alamat Kantor	Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo
10	Nomor Telepon/Faks	(0435) 821125, 825754
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = 47 orang; S-2 = - orang; S-3 = - orang
12	Mata Kuliah yg Diampu	1. Termodinamika 2. Listrik Magnet 3. Elektronika Dasar 4. Meteorologi dan Klimatologi 5. Geologi geotermal 6. Struktur geologi Indonesia 7. Geologi Fisik dan Dinamik 8. Geomorfologi Dasar

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Neg. Gorontalo	Institut Teknologi Bandung	-
Bidang Ilmu	Pendidikan Fisika	Fisika bidang keilmuan Fisika Bumi	-
Tahun Masuk-Lulus	1996 – 2002	2004-2006	-
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pengaruh intensitas cahaya terhadap kelelahan mata pengrajin kerawang	Kajian dendrokronologi pada tree ring jati perkebunan	-
Nama Pembimbing/Promotor	Drs. Asri Arbie, M.Si	Prof. Satria Bijaksana, P.hD	-

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1.	2008-2010	Kajian paleoklimat melalui stalagmit dengan menggunakan metode radiocarbon untuk modeling iklim Provinsi Gorontalo	DP2M DIKTI	Rp. 70.000.000
2.	2009	Kajian paleoklimat melalui stalagmite dan tree ring jati perkebunan untuk modeling iklim Provinsi Gorontalo	DP2M DIKTI	Rp. 35.000.000
3.	2010	Analisis potensi daerah rawan bencana alam sebagai acuan dalam pengembangan wilayah dan mitigasi bencana alam di Provinsi Gorontalo	Kolaborasi antar Dosen	20.000.000
	2010-2012	Kajian Prospek Potensi Energi Panas Bumi di Provinsi Gorontalo Sebagai Sumber Energi Pembangkit Tenaga Listrik yang ramah lingkungan	DP2M DIKTI	137.000

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI maupun dari sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2009	Perubahan iklim terhadap Teluk Tomini	UNG	Rp. 5.000.000
2	2010	Pembuatan pengering ikan dendeng bagi masyarakat pesisir	UNG	Rp. 5.000.000
3	2010	Pelatihan penyusunan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim melalui pendekatan pengelolaan sumber daya alam berbasis lokal di wilayah pesisir Kabupaten Pohuwato	UNG	Rp. 5.000.000
4	2011	Pembuatan Briket Dari Enceng Gondok Sebagai Energi Alternatif Rumah Tangga Dan Peluang Usaha Masyarakat Di Desa Iluta Kecamatan Batudaa Kabupaten Gorontalo	UNG	Rp. 5.000.000

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1.	Rekonstruksi paleoklimat melalui batuan stalagmite dengan metode radiocarbon	Jurnal Ichsan Gorontalo	ISSN : 1907-5324) Volume 1 Nomor 2, Juni-September 2006)
2.	Menentukan distribusi suhu pada pelat yang berbentuk persegi empat dengan menggunakan pendekatan metode beda hingga terhadap Persamaan Laplace.	Jurnal SaInsTEK	ISSN :1907-1973) volume 1 nomor 4, Maret 2008
3.	Analisis prospek potensi energi geothermal di Pentadio Resort Provinsi Gorontalo	Prosiding Energi	ISSN : 2087-7471 Jurusan Fisika, UNPAD, Bandung.

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	Seminar Nasional Fisika Di Universitas Negeri Gorontalo.	Penggunaan metode geolistrik dalam mencari sifat esistivitas/konduktivitas listrik dari lapisan batuan di dalam bumi.	2006, UNG
2.	International Confrence HFI Ke-22,	Kajian paleoklimat melalui stalagmite untuk modeling iklim Provinsi Gorontalo	September 2008, Di Universitas Negeri Gorontalo
3.	Seminar Nasional SUSCLAM bekerja sama BAPEDDA Provinsi Gorontalo, dan JAPESDA dalam rangka Hari Lingkungan Hidup, 2009	Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Teluk Tomini	2009, New Rahmat In Hotel, Gorontalo
4.	The Third International Conference on Natural Resources Exploration For Sustainable Development.	Analisis potensi energi geothermal menggunakan metode geomagnetik dan geolistrik.	5 September 2012. Universitas Negeri Gorontalo

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
-				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
--	--	--	--	--

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
--	-	--	--	--

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Dosen berprestasi tingkat nasional	Direktorat Ketenagaan RI	2009
2	Sang Penemu	TVRI Nasional	2012

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Dasar Keilmuan (PDK) dana BLU – Lemlit UNG.

Gorontalo, 1 Oktober 2015
Ketua Tim Peneliti.



(Raghel Yunginger, M.Si)

II. Biodata Anggota Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Nawir N. Sune, M.Si
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
3	Jabatan Struktural	Kepala Badan Penjaminan Mutu UNG
4	NIP	1963110119890301003
5	NIDN	0001116308
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Timbuolo, 01 Nopember 1963
7	Alamat Rumah	Jl. Pangeran Hidayat INo. 26, Kelurahan Dulalowo Timur, Kecamatan Kota Tengah, Kota Gorontalo
8	Nomor HP	085399626999
9	Alamat Kantor	Fakultas MIPA Universitas Negeri GorontaloJl. Jenderal Sudirman No. 6 Kota Gorontalo
10	Nomor Telepon/Faks	0435-821125
11	Alamat e-mail	nawirsune@ung.ac.id
12	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = 8 (delapan)) orang S2 = - S3 = -
13	Mata Kuliah yang diampu	1. Sistem Informasi Geografis 2. Penginderaan Jauh 3. Perencanaan dan Pengembangan Wilayah 4. Geografi Pertanian 5. Meteorologi dan Klimatologi 6. Geomorfologi Dasar 7. Geomorfologi Indonesia

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Negeri Manado	Universitas Gadjah Mada	Universitas Gadjah Mada
Bidang Ilmu	Fisika	Geografi/ Penginderaan Jauh	Geografi

Tahun Masuk-Lulus	1982-1987	1997-2000	2008-2012
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Kontribusi Pengelolaan Laboratorium Terhadap Prestasi Belajar Siswa	Estimasi Produksi Cengkih Dengan Memanfaatkan Citra Satelit Landsat TM	Pemodelan Spasial Ekologis Zona Inti Kawasan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone
Nama Pembimbing/ Promotor	Drs. J.B. Moningga, MS	Dr. Hartono, DEA, DESS Ir. Imam Abdurrahman, M.Hut	Prof. Dr. Hartono, DEA, DESS Dr. M. Pramono, Hadi, M.Sc

C. Pengalaman Peneliti dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (juta Rp.)
1	2008	Evaluasi Kesesuaian Lahan Pertanian Produk Unggulan Kab. Gorontalo dengan menggunakan Pendekatan SIG Di Kab.Gorontalo	BappedaKab. Gorontalo	100
2	2008	Penyusunan Rencana Kawasan Strategis dan CepatTumbuh Kab. Bone Bolango	BappedaKab. Bone Bolango	200
3	2008	Kajian Pemantapan Kawasan Hutan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone (TNBNW) dalam Rangka Pemanfaatan Pertambangan untuk Kesejahteraan Masyarakat Kab. Bone Bolango	PT. Gorontalo Mineral kerjasamaBappedaProvinsiGorontalo	200
4	2009	Kajian Lahan Pengganti Pada Revisi Garis Batas Taman Nasional Bogani Nani Wartabone (TNBNW) Dalam Rangka Pemantapan Kawasan Hutan Provinsi Gorontalo	BappedaProvinsi Gorontalo	250

5	2010	Interpretasi Citra Landsat TM dalam Penyusunan RencanaTehnis Pengembangan Pengelolaan Hutan Rakyat	Mandiri	5
6	2010	Kajian Paleoklimat Pada <i>Stalagmit</i> dan <i>Tree Ring</i> Jati Perkebunan Untuk Modeling Iklim Prov. Gorontalo	DP2M Dikti	20
7	2012	Kajian Perubahan Penggunaan Lahan Kabupaten Bone Bolango	PNBP UNG	5
8	2012	Model Spasial Ekologis Zonasi Taman Nasional Bogani Nani Wartabone	Mandiri	50
9	2013	Kajian Sebaran Kondisi Biogeofisik Kawasan Hutan DAS Bone	BOPTN/ Hibah Bersaing	50
10	2014	Pemodelan Spasial Ekologis Pengelolaan Kawasan Hutan Berbasis Masyarakat di DAS Bone	BOPTN/ Hibah Bersaing	50

D. PengalamanPengabdian dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (juta Rp.)
1	2010	Pelatihan Pengolahan Data Sumberdaya Alam Berbasis Citra Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Bagi Staf Pegawai Kabupaten Bone Bolango	BappedaKabupaten Bone Bolango	20
2	2012	Pelatihan Pembuatan animasi sederhana menggunakan aplikasi macromedia flash Bagi Guru SD Se Kecamatan Duingingi Kota Gorontalo	PNBP UNG	2
3	2013	Pembina Bidang Geografi pada kegiatan <i>Training Of Trainers</i> (TOT) Pelaksanaan sosialisasi Jaringan Kerjasama Antar Lembaga Tingkat Kabupaten/Kota se ProvinsiGorontalo	Direktur Pembinaan SMA DepDikBud RI	3

4	2014	Pelatihan Sistem Informasi Geografis Bagi SKPD di Kabupaten Gorontalo Kerjasama dengan Jurusan Ilmu dan Teknologi Kebumian UNG	Dinas PU Kabupaten Gorontalo	15
5	2014	Penyelenggaraan dan Kebijakan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Gorontalo (Kerjasama FMIPA dengan Memoza TV)	Mandiri	0,5

E. Pengalaman Penulisan Artikel Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal
1	2008	Telaah Ekspektasi dan Relevansi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di Provinsi Gorontalo	Proceeding APTEKINDO
2	2009	Analisis Kesesuaian lahan Jagung dengan menggunakan Penginderaan Jauh Sistem Informasi Geografis	Jurnal Teknik
3	2010	Kajian Paleoklimat Pada Stalagmit dan <i>Tree Ring</i> Jati Perkebunan Untuk Modeling Iklim	Proceeding Fisika Indonesia
4.	2014	Kajian Sebaran Kondisi Biogeofisik Kawasan Hutan DAS Bone	<i>E-Proceeding</i> Ekohati Fakultas Kehutan UNHAS

F. Pemakalah seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Alam Di Gorontalo	Konsep Pengelolaan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone	Gorontalo, 29 April 2009
2	Seminar Nasional Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN) XXI	Kajian Perubahan Penggunaan lahan Hutan di Kawasan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone	Semarang, 12 Juni 2010
3	Seminar Nasional Himpunan Fisika Indonesia dengan Tema "Tingkatkan Kontribusi Sains dan Teknologi Fisika untuk Bumi"	Kajian Kriteria dan Indikator Penentuan Zona Inti Taman Nasional Melalui Pendekatan Spasial Ekologis Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis	Gorontalo, 12 Maret 2013

4	Seminar Ilmiah Nasional Tema “Ekologi dan Konservasi Sumberdaya Hayati dalam mendukung pembangunan berkelanjutan” di Fakultas Kehutanan UNHAS	Kajian Sebaran Spasial Kondisi Biogeofisik Kawasan Hutan DAS Bone	Makasar, 20 – 21 Nopember 2013
5	Seminar Nasional Pertemuan Ilmiah Tahunan XVII Ikatan Geografi Indonesia (IGI) dengan Tema ” Potensi Geografi Menuju Kejayaan Abad 21 Asia”	Pemodelan Spasial Ekologi Pengelolaan Kawasan Hutan Berbasis Masyarakat di DAS Bone	Yogyakarta, 15 Nopember 2014

G Penghargaan Dalam 10 Tahun Terakhir

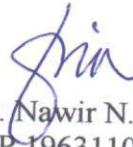
No	Judul Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Dosen Berprestasi I UNG	Rektor	2004
2	Dosen Berprestasi Tingkat Perguruan Tinggi Se Indonesia	Dirjen DIKTI	2005
3	Satya Lencana Karya Satya X Tahun	Presiden RI	2005
4	Sertifikat Pendidik	Mendikbud	2009
5	Satya Lencana Karya Satya XX Tahun	Presiden RI	2012
6	Pembina Bidang Geografi pada TOT kerjasama Kemendikbud dengan Pemerintah Provinsi Gorontalo	Direktur Pembinaan Sekolah Mengengah Atas Kemendikbud	2013

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Dasar Keilmuan (PDK) dana BLU – Lemlit UNG.

Gorontalo, 1 Oktober 2015

Anggota Peneliti,



Dr. Nawir N. Sune, M.Si

NIP.1963110119890301003

Lampiran 3

DATA HASIL PENGUKURAN

DATE	WIND SPEED	WIND DIRECT	TEMPERATUR	BAROMETER	IN AIR DENSITY	HUMIDITY
1-Jun-15	2.434	SSE	27.60	1012.77	0.071	78.326
2-Jun-15	3.372	S	27.16	1012.37	0.071	76.506
3-Jun-15	2.933	SSW	27.39	1012.55	0.071	74.896
4-Jun-15	2.570	SE	27.51	1012.42	0.071	78.597
5-Jun-15	3.010	SE	27.10	1010.90	0.071	80.861
6-Jun-15	2.439	SE	26.66	1011.55	0.071	81.493
7-Jun-15	2.780	SE	26.69	1011.51	0.071	84.979
8-Jun-15	2.001	SSW	26.21	1011.73	0.071	80.465
9-Jun-15	1.984	WNW	27.35	1011.60	0.071	85.229
10-Jun-15	1.573	WNW	25.57	1012.37	0.071	83.090
11-Jun-15	1.997	ENE	25.83	1012.28	0.071	80.986
12-Jun-15	2.702	W	26.78	1011.53	0.071	83.857
13-Jun-15	1.383	SW	25.80	1011.42	0.071	69.846
14-Jun-15	4.704	S	28.82	1011.34	0.071	73.257
15-Jun-15	2.792	SE	27.59	1011.22	0.071	75.847
16-Jun-15	3.216	ESE	27.24	1011.26	0.071	75.685
17-Jun-15	3.020	NE	27.41	1010.91	0.071	86.125
18-Jun-15	1.321	ENE	24.54	1012.65	0.072	77.688
19-Jun-15	2.413	NE	26.26	1013.40	0.071	80.750
20-Jun-15	2.999	E	25.65	1013.49	0.072	79.215
21-Jun-15	3.553	NE	27.09	1013.08	0.071	79.750
22-Jun-15	2.569	ENE	25.98	1013.57	0.071	78.382
23-Jun-15	2.186	ENE	27.00	1013.52	0.071	79.288
24-Jun-15	2.268	ENE	27.12	1014.22	0.071	78.507
25-Jun-15	2.379	ENE	26.75	1014.66	0.071	70.764
26-Jun-15	4.215	ENE	27.09	1014.94	0.071	72.778
27-Jun-15	3.609	ENE	27.15	1015.64	0.071	76.688
28-Jun-15	3.826	ENE	27.23	1015.74	0.071	75.521
29-Jun-15	3.576	ENE	27.19	1015.39	0.071	77.417
30-Jun-15	3.819	ENE	26.91	1015.13	0.071	78.510
1-Jul-15	5.000	ENE	27.29	1014.82	0.071	67.474
2-Jul-15	8.392	ENE	28.88	1014.71	0.071	72.983
3-Jul-15	3.025	ENE	28.23	1014.32	0.071	75.395
4-Jul-15	2.344	ENE	28.41	1012.03	0.071	76.395
5-Jul-15	2.345	ENE	26.33	1013.60	0.071	77.492
6-Jul-15	1.990	ENE	28.55	1013.14	0.071	77.349

7-Jul-15	1.452	---	27.33	1012.03	0.071	78.420
8-Jul-15	1.635	---	27.87	1012.38	0.071	77.429
9-Jul-15	3.999	ENE	28.57	1011.98	0.071	76.2412
10-Jul-15	2.672	ENE	28.56	1011.83	0.072	78.392
11-Jul-15	3.982	ENE	25.45	1012.98	0.071	78.220
12-Jul-15	3.452	N	25.45	1014.05	0.072	80.582
13-Jul-15	2.438	N	26.88	1014.29	0.071	82.535
14-Jul-15	3.214	N	25.35	1014.67	0.071	79.242
15-Jul-15	2.932	N	27.88	1015.09	0.071	73.253
16-Jul-15	2.436	N	27.59	1015.40	0.071	73.252
17-Jul-15	4.701	N	28.03	1014.98	0.071	71.554
18-Jul-15	4.332	N	28.30	1014.52	0.071	69.634
19-Jul-15	3.115	N	26.39	1014.64	0.071	70.444
20-Jul-15	3.211	N	26.84	1012.79	0.071	74.245
21-Jul-15	3.870	N	27.44	1012.19	0.071	74.244
22-Jul-15	1.894	N	27.21	1011.87	0.071	78.424
23-Jul-15	2.830	E	27.98	1012.12	0.071	77.243
24-Jul-15	2.894	E	28.68	1012.90	0.071	80.632
25-Jul-15	3.673	E	28.45	1011.50	0.071	83.114
26-Jul-15	3.772	E	27.57	1011.49	0.071	82.133
27-Jul-15	4.321	E	26.04	1014.76	0.071	79.225
28-Jul-15	2.768	E	27.73	1014.30	0.071	76.245
29-Jul-15	2.353	E	27.50	1014.29	0.071	77.249
30-Jul-15	2.554	E	27.35	1012.94	0.071	72.139
31-Jul-15	3.437	NE	26.67	1012.12	0.071	74.601
1-Aug-15	3.900	SE	26.54	1012.59	0.071	77.342
2-Aug-15	4.513	ESE	26.31	1014.35	0.071	75.793
3-Aug-15	4.947	ESE	26.31	1014.27	0.071	76.242
4-Aug-15	5.545	ESE	26.47	1013.52	0.072	75.425
5-Aug-15	6.798	ESE	27.19	1011.1	0.071	78.525
6-Aug-15	5.969	ESE	26.95	1012.16	0.071	80.224
7-Aug-15	5.266	ESE	27.78	1011.63	0.072	79.242
8-Aug-15	4.976	ESE	25.99	1013.45	0.071	84.622
9-Aug-15	4.410	ESE	26.37	1012.84	0.071	77.242
10-Aug-15	4.622	ESE	27.41	1011.67	0.071	79.424
11-Aug-15	4.203	SE	26.64	1012.54	0.071	75.463
12-Aug-15	3.492	ENE	26.05	1014.42	0.071	76.358
13-Aug-15	4.658	E	26.36	1014.91	0.071	78.536
14-Aug-15	5.159	E	25.87	1012.49	0.071	78.252
15-Aug-15	3.890	ENE	27.91	1012.87	0.071	77.245
16-Aug-15	4.257	ENE	25.43	1012.56	0.072	79.852

17-Aug-15	6.453	ENE	25.21	1011.62	0.071	79.442
18-Aug-15	3.246	NE	28.90	1011.32	0.071	82.194
19-Aug-15	6.783	ENE	24.67	1011.81	0.071	82.744
20-Aug-15	4.899	ENE	26.55	1014.64	0.071	76.28
21-Aug-15	5.092	ENE	27.49	1014.09	0.071	75.278
22-Aug-15	4.095	ENE	27.44	1014.73	0.071	76.863
23-Aug-15	6.783	ENE	28.39	1014.63	0.071	77.72
24-Aug-15	5.052	NE	28.43	1014.91	0.071	77.289
25-Aug-15	4.096	NE	26.89	1013.31	0.071	79.932
26-Aug-15	3.006	NE	27.88	1012.19	0.071	79.29
27-Aug-15	6.729	ENE	28.51	1012.66	0.071	80.534
28-Aug-15	6.458	E	28.43	1014.06	0.071	74.841
29-Aug-15	5.926	NE	28.56	1014.54	0.071	76.836
30-Aug-15	5.986	ENE	27.32	1013.9	0.071	76.68
31-Aug-15	4.836	ENE	28.12	1014.24	0.071	78.947

Lampiran 4

DATA BMKG



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
 STASIUN METEOROLOGI JALALUDDIN GORONTALO
 Alamat : KOMP. BANDARA JALALUDDIN GORONTALO - 96251 Telp. (0435) 890393 Fax: 890252
 E-mail : bmg_gorontalo@yahoo.com

STASIUN : METEOROLOGI JALALUDDIN GORONTALO
 Grs. Lintang : 00.39 LU
 Grs. Bujur : 122.51 BT
 Elev. Stasiun : 18 M

DATA ANGIN BULANAN
 TAHUN : 2014-2010

TAHUN	2014 ANGIN				2013 ANGIN				2012 ANGIN				2011 ANGIN				2010 ANGIN			
	Kec. rata-rata	Arah terbanyak (derajat)	Kec. terbesar	Arah pd. saat kec. terbesar	Kec. rata-rata	Arah terbanyak (derajat)	Kec. terbesar	Arah pd. saat kec. terbesar	Kec. rata-rata	Arah terbanyak (derajat)	Kec. terbesar	Arah pd. saat kec. terbesar	Kec. rata-rata	Arah terbanyak (derajat)	Kec. terbesar	Arah pd. saat kec. terbesar	Kec. rata-rata	Arah terbanyak (derajat)	Kec. terbesar	Arah pd. saat kec. terbesar
BULAN																				
JANUARI	2	360	20	360	2	350	20	270	2	360	10	360	1	350	14	360	2	360	12	360
FEBRUARI	3	360	16	360	2	360	13	360	2	350	15	280	2	350	11	10	3	360	14	10
MARET	2	360	15	-	2	360	14	270	2	340	12	360	2	350	12	360	3	360	15	360
APRIL	1	360	15	7	2	340	11	340	1	340	12	350	1	340	12	350	2	360	12	350
MEI	1	360	12	180	1	180	14	160	2	180	21	350	2	180	21	350	2	350	10	350
JUNI	2	140	12	280	1	180	20	150	2	170	15	180	2	170	15	180	1	150	12	180
JULI	3	160	16	180	2	130	16	240	2	150	14	350	3	170	16	350	1	360	12	350
AGUSTUS	3	120	16	120	3	130	14	150	3	140	15	170	4	140	18	170	2	150	12	170
SEPTEMBER	3	180	15	180	3	180	17	160	3	180	13	200	3	180	13	200	1	180	12	200
OKTOBER	3	180	19	-	2	180	12	180	2	180	13	180	2	180	13	180	1	350	15	180
NOPEMBER	2	360	13	-	1	360	13	320	1	360	10	340	1	360	12	340	2	350	13	340
DESEMBER	2	360	17	350	1	360	15	360	3	360	16	350	2	360	12	350	1	360	13.0	350

a/n. Kepala Stasiun Meteorologi
 Kepala Seksi Data dan Informasi

FATUHRI SYABANI
 NIP. 197309171994021002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI JALALUDDIN GORONTALO
 Alamat : KOMP. BANDARA JALALUDDIN GORONTALO - 96251 Telp. (0435) 890393 Fax: 890252
 E-mail : bmg_gorontalo@yahoo.com

STASIUN : METEOROLOGI JALALUDDIN GORONTALO
 Grs. Lintang : 00.39 LU
 Grs. Bujur : 122.51 BT
 Elev. Stasiun : 18 M

DATA ANGIN BULANAN
TAHUN : 2009-2005

TAHUN BULAN	2009 ANGIN				2008 ANGIN				2007 ANGIN				2006 ANGIN				2005 ANGIN			
	Kec. rata-rata	Arah terbanyak (derajat)	Kec. terbesar	Arah pd. saat kec. terbesar	Kec. rata-rata	Arah terbanyak (derajat)	Kec. terbesar	Arah pd. saat kec. terbesar	Kec. rata-rata	Arah terbanyak (derajat)	Kec. terbesar	Arah pd. saat kec. terbesar	Kec. rata-rata	Arah terbanyak (derajat)	Kec. terbesar	Arah pd. saat kec. terbesar	Kec. rata-rata	Arah terbanyak (derajat)	Kec. terbesar	Arah pd. saat kec. terbesar
JANUARI	1	360	12	340	2	360	12	350	2	360	15	350	2	360	15	330	3	352	12	351
FEBRUARI	2	360	14	350	2	360	15	350	2	350	13	350	3	350	15	360	3	360	19	360
MARET	2	360	13	360	1	350	12	20	2	350	15	360	3	360	17	350	3	360	20	360
APRIL	1	360	11	270	1	360	16	360	2	360	14	350	2	360	14	360	2	360	14	360
MEI	1	180	16	140	1	360	16	360	2	120	11	50	1	360	12	180	2	180	14	170
JUNI	2	180	17	270	1	180	15	170	1	120	10	130	2	120	15	140	2	180	15	160
JULI	1	180	12	160	2	180	14	170	1	160	16	140	3	150	17	150	2	180	15	180
AGUSTUS	4	180	20	180	2	180	17	150	3	150	15	150	6	130	18	130	4	180	16	180
SEPTEMBER	3	180	15	190	2	160	16	180	3	180	15	170	4	180	15	150	3	180	18	180
OKTOBER	2	180	17	150	2	180	17	180	2	180	15	180	3	180	18	140	2	180	16	190
NOPEMBER	2	180	15	270	1	360	13	20	2	360	10	variable	1	350	15	170	2	360	14	360
DESEMBER	2	360	13	10	1	360	17	280	1	360	13	360	1	350	13	360	1	360	15	360

a/n Kepala Stasiun Meteorologi
 Kepala Seksi Data dan Informasi

Fatuhri Syabani
FATUHRI SYABANI
 NIP. 197309171994021002