

Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc

Muhammad Adam, Partaonan Harahap, M. Ridho Nasution

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)
 Jl. Kapten Muchtar Basri, BA No. 03 Medan Telp. (061) 6622400 ex. 12 Kode pos 20238
 e-mail: muhammadadam@umsu.ac.id

Abstrak — Secara nasional kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, akan tetapi laju kebutuhan energi yang sangat cepat tersebut tidak diimbangi dengan produksi riil sektor energi. Saat ini energi nasional masih terfokus kepada energi fosil yaitu batubara, minyak bumi, dan gas bumi. Dengan meningkatnya penggunaan energi tersebut, terutama minyak bumi, maka di masa yang akan datang jumlahnya pun semakin terbatas, cadangan energi fosil akan berkurang dan tidak akan dapat di andalkan untuk mencukupi kebutuhan energi, karena sifatnya tidak terbarukan menuntut untuk segera mengeksplorasi sumber energi terbarukan. Dari hasil penelitian yang dilakukan selama beberapa mulai pukul 09.00- 19.00 Wib di dapat hasil pada tegangan rata-rata sebesar 2,56 Volt. Dan daya angin sebesar = 27,6 Watt sedangkan pada daya generator sebesar = 136,3 Watt.

Kata kunci : PLTA, Daya Angin, Daya Generator

Abstract — Nationally, the demand for electricity is increasing along with the rate of population growth, but the rapid demand for energy is not balanced with the real production of the energy sector. At present national energy is still focused on fossil energy, namely coal, oil and natural gas. With the increased use of this energy, especially petroleum, in the future the amount will be even more limited, fossil energy reserves will be reduced and will not be relied on to meet energy needs, because it is non-renewable, demanding to immediately explore renewable energy sources. From the results of research conducted for several starts at 09:00 to 19:00 West Indonesia Time in the results can be at an average voltage of 2.56 Volts. And the wind power is = 27.6 Watt while the generator power is = 136.3 Watt.

Keywords : Hydropower, Wind Power, Generator Power

I. PENDAHULUAN

Energi listrik menjadi sebuah kebutuhan utama yang digunakan oleh manusia. Secara nasional kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, akan tetapi laju kebutuhan energi yang sangat cepat tersebut tidak diimbangi dengan produksi riil sektor energi. Saat ini energi nasional masih terfokus kepada energi fosil yaitu batubara, minyak bumi, dan gas bumi.

Dengan meningkatnya penggunaan energi tersebut, terutama minyak bumi, maka di masa yang akan datang jumlahnya pun semakin terbatas, cadangan energi fosil akan berkurang dan tidak akan dapat di andalkan untuk mencukupi kebutuhan energi, karena sifatnya tidak terbarukan menuntut untuk segera mengeksplorasi sumber energi terbarukan.

Selain itu, alasan lainnya adalah untuk mengurangi polusi yang ditimbulkan dari pemakaian bahan bakar minyak, karena sumber polusi terbesar di dunia berasal dari gas buang atau emisi bahan bakar minyak, maka dibutuhkan sebuah solusi untuk

mengatasi masalah tersebut, terarah pada energi alternatif yang cukup ketersediaannya di bumi dan dapat diharapkan kelanjutannya.

Kecepatan angin yang rendah bukan berarti potensi energi yang terkandung di dalamnya tidak dapat dimanfaatkan atau dikonversikan menjadi energi listrik, tetap dapat dimanfaatkan tetapi diperlukan generator yang sesuai dengan karakteristik kecepatan angin tersebut. Pembangkit energi listrik tenaga angin dengan kecepatan rendah secara garis besar mempunyai fungsi dan cara kerja yang sama dengan pembangkit energi listrik tenaga angin lainnya.

Permasalahan yang muncul adalah Bagaimana pengaruh perubahan kecepatan angin terhadap daya yang dihasilkan. Bagaimana pengujian kecepatan putaran (rpm) generator dc yang dibangkitkan oleh PLTA. Bagaimana mengetahui kesesuaian Daya yang dihasilkan generator dc. Mengetahui pengaruh perubahan kecepatan angin terhadap daya yang dihasilkan. Untuk mengetahui kecepatan putaran (rpm) generator dc yang dibangkitkan oleh PLTA

Mengetahui kesesuaian Daya yang dihasilkan generator dc.

Selanjutnya Agar penelitian ini dapat mengarah pada tujuan dan menghindari terlalu banyak permasalahan yang muncul, maka penulis memberikan batasan masalah yang sesuai dengan judul penelitian, adapun batasan masalah sebagai berikut. Pembahasan hanya mengetahui pengaruh angin terhadap daya yang dihasilkan oleh turbin. Pembahasan hanya mengetahui kecepatan putaran turbin pada saat pengaruh angin. Pembahasan hanya mengetahui besar tegangan output yang dihasilkan generator terhadap kecepatan angin dan putaran turbin angin.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Turbin angin merupakan suatu bagian dari sistem pembangkit tenaga angin dimana berperan sebagai penangkap energi angin untuk ditransformasikan menjadi energi gerak untuk memutar generator. Ada banyak tipe dari turbin angin menurut bentuknya. Antara lain jenis propeller, darrieus, sailwing, fan-type, savious, tipe vertikal dan horizontal.

Nur Asyik Hidayatullah Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Madiun Indonesia dengan judul optimalisasi daya pembangkit listrik tenaga angin Turbin sumbu horizontal dengan menggunakan metode Maximum power point tracker dengan hasil penelitian memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat serta tuntutan energi yang ramah lingkungan, efisien dan berkelanjutan, maka pemanfaatan energi terbarukan harus terus ditingkatkan. Metode yang digunakan adalah dengan membangun pembangkit listrik tenaga angin turbin sumbu horizontal. Teknologi ini mempunyai kelebihan bisa menangkap angin dengan kuat, karena posisinya yang tinggi, efisiensi rotor yang lebih tinggi di banding tipe vertikal, bisa diarahkan ke arah angin, dan mempunyai mekanisme perlindungan terhadap angin yang merusak. Keunggulan teknologi ini sangat cocok dengan topografi negara Indonesia yang memiliki kecepatan angin relatif rendah. Pembangkit listrik tenaga angin turbin sumbu horizontal mempunyai rasio daya yang rendah. Rasio daya keluaran pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin tipe horizontal hanya sekitar 30% dari daya angin yang melewati turbin. Pada penelitian ini, untuk meningkatkan daya keluaran pembangkit listrik tenaga angin maka digunakan metode Maximum Power Point Tracker. Dari hasil percobaan dengan berbagai kecepatan angin di dapati bahwa rata-rata daya tanpa MPPT hanya sekitar 44,33% saja sedangkan yang dengan MPPT rasio daya rata-rata mengalami kenaikan yaitu sebesar 49,51%.

Firman Aryanto, I Made Mara, Made Nuarsa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas

Mataram dengan judul pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal menghasilkan turbin angin merupakan suatu alat yang mampu mengubah energi angin menjadi energi mekanik dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik melalui generator. Turbin angin poros horizontal ini dapat ditingkatkan efisiensinya untuk mendapat koefisien daya yang maksimal. Salah satunya dengan menggunakan sudu berjumlah banyak. Efisiensi sistem yang maksimal ini akan meningkatkan jumlah Watt (daya) yang dihasilkan sehingga untuk mendapatkan jumlah watt tertentu cukup dengan menggunakan jumlah kincir angin yang lebih sedikit. Objek penelitian ini adalah pengujian performansi turbin angin poros horizontal dengan variasi kecepatan angin dan variasi jumlah blade ditinjau dari Efisiensi system (dan Tip Speed Ratio (TSR)). Pengujian dilakukan dengan sumber angin berasal dari kipas angin dengan Wind Tunnel untuk mengarahkan angin. Kecepatan angin yang digunakan terdapat tiga variasi yaitu 3 m/s, 3.5 m/s, dan 4 m/s serta variasi jumlah blade yaitu 3, 4, 5 dan 6 blade. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai terbaik diperoleh pada kecepatan angin maksimal 4 m/s dan jumlah blade 5 dengan nilai 3.07% sedangkan untuk nilai terkecil diperoleh pada kecepatan angin 3 m/s dan jumlah blade 3 yaitu dengan nilai 0.05%. Untuk nilai TSR maksimal pada kecepatan maksimal 4 m/s terjadi pada jumlah blade 5 yaitu sebesar $\lambda = 2.11$, sedangkan untuk nilai terendah pada kecepatan angin 3 m/s dihasilkan pada jumlah blade 3 yaitu sebesar $\lambda = 1.49$.

Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Pembangkit Listrik Tenaga Angin atau sering juga disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) adalah salah satu pembangkit listrik energi terbarukan yang ramah lingkungan dan memiliki efisiensi kerja yang baik jika dibandingkan dengan pembangkit listrik energi terbarukan lainnya. Prinsip kerja PLTB adalah dengan memanfaatkan energi kinetik angin yang masuk ke dalam area efektif turbin untuk memutar baling-baling/kincir angin, kemudian energi putar ini diteruskan ke generator untuk membangkitkan energi listrik. Berdasarkan data dari GWEC, jumlah PLTB yang ada di dunia saat ini adalah sebesar 157.900 Mwa (sampai dengan akhir tahun 2009), dan pembangkit jenis ini setiap tahunnya mengalami peningkatan dalam pembangunannya sebesar 20-30%. Teknologi PLTB saat ini dapat mengubah energi gerak angin menjadi energi listrik dengan efisiensi rata-rata sebesar 40%. Efisiensi 40% ini disebabkan karena akan selalu ada energi kinetik yang tersisa pada angin karena angin yang keluar dari turbin tidak mungkin mempunyai kecepatan sama dengan nol.

Turbin angin horisontal adalah model umum yang sering kita lihat pada turbin angin. Desainnya mirip dengan kincir angin, memiliki blade yang mirip propeller dan berputar pada sumbu vertikal. Turbin angin horisontal memiliki shaft rotor dan generator pada puncak tower dan harus diarahkan ke arah angin bertiup. Turbin-turbin kecil mengarah ke angin dengan menggunakan winde plane yang diletakkan di rotor, sementara untuk turbin yang lebih besar dilengkapi dengan sensor yang terhubung dengan motor servo yang mengarahkan blade sesuai dengan arah angin. Sebagian besar turbin yang besar memiliki gearbox yang merubah kecepatan putar rotor yang ditransfer ke generator menjadi lebih cepat.



Gambar 1. Turbin angin horisontal

Karena tower menghasilkan turbulensi di belakangnya maka turbin biasanya mengarah ke arah angin dari depan. Blade turbin dibuat kaku untuk mencegah terdorong ke tower oleh angin yang kencang. Disamping itu, blade di tempatkan pada jarak yang mencukupi di depan tower dan kadang melengkung kedepan. Downwind turbine atau turbin dengan arah angin dari belakang juga dibuat, meskipun adanya masalah turbulensi, karena turbin ini tidak membutuhkan mekanisme yang mengarahkan searah dengan dengan angin. Disamping itu dalam keadaan angin kencang blade dibolehkan untuk melengkung yang mnurunkan area sapuan dan resistansi angin. Namun dikarenakan turbulensi dapat menyebabkan fatigue, dan keandalan sangat dibutuhkan maka sebagian besar turbin angin horisontal menggunakan jenis upwind.

Kelebihan Turbin Angin Horisontal

Towernya yang tinggi memunkikan untuk mendapatkan angin dengan kekuatan yang lebih besar. Pada beberapa area, setiap 10 meter ada kenaikan tambahan kekuatan angin 20% dan peningkatan daya 34%.

Efisiensi lebih tinggi, karena blades selalu bergerak tegak lurus terhadap arah angin, menerima daya sepanjang putaran. Sebaliknya pada turbin vertikal, melibatkan gaya timbal balik yang membutuhkan permukaan airfoil untuk mundur melawan angin sebagian bagian dari siklus . Backtracking melawan angin menyebabkan efisiensi lebih rendah.

Kekurangan Turbin Angin Horisontal

1. Dibutuhkan konstruksi tower yang besar untuk mensupport beban blade, gear box dan generator.
2. Komponen-komponen dari turbin angin horisontal (blade, gear box dan generator) harus diangkat ke posisinya pada saat pemasangan.
3. Karena tinggi, maka turbin ini bisa terlihat pada jarak yang jauh, banyak penduduk lokal yang menolak adanya pemandangan ini.
4. Membutuhkan kontrol ya sebagai mekanisme untuk mengarahkan blade ke arah angin
5. Pada umumnya membutuhkan sistem pengereman atau peralatan yaw pada angin yang kencang untuk mencegah turbin mengalami kerusakan.



Gambar 2. Turbin angin vertikal

Turbin angin vertikal memiliki shaft rotor vertikal. Kegunaan utama dari penempatan rotor ini adalah turbin angin tidak perlu diarahkan ke arah angin bertiup. Hal ini sangat berguna pada daerah dimana arah angin sangat variatif atau memiliki turbulensi. Dengan sumbu vertikal, generator dan komponen primer lainnya dapat ditempatkan dekat dengan permukaan tanah, sehingga tower tidak perlu support dan hal ini menyebabkan maintenance lebih mudah. Kekurangan utama dari turbin angin vertikal adalah menciptakan dorongan saat berputar. Sangat sulit untuk memasang turbin angin di tower, sehingga jenis tower ini biasanya di install dekat dengan permukaan. Kecepatan angin lebih lambat pada altitude yang rendah, sehingga energi angin yang tersedia lebih rendah.

Konstruksi Turbin Angin

Konstruksi turbin angin secara umum dijelaskan oleh Wikipedia Indonesia, terdiri dari sudu, gearbox, break system, generator, penyimpan energi, dan Rectifier-inverter, jenis menara.

a. Sudu

Sudu merupakan bagian dari sebuah kincir angin berupa pelat yang rata. Bila sejumlah udara dengan kecepatan v bergerak melalui bidang seluas A (luas sudu), maka daya yang terdapat di dalam angin. Untuk mendapatkan hasil yang optimal dari sebuah kincir angin perlu diperhatikan sebagai berikut :

1. Bentuk sudu seperti sekerup atau memuntir, sehingga aerodinamisnya semakin baik.
2. Untuk mendapatkan energi yang lebih baik sayap – sayap dipasang langsung pada rotor.
3. Untuk sudu yang ideal berjumlah 3 buah sudu, karena menghasilkan pembagian gaya dan keseimbangan yang lebih baik.

b. Gearbox

Gearbox atau transmisi salah satu komponen yang disebut sebagai sistem pemindah tenaga. Alat ini juga berfungsi untuk mengubah putaran rendah pada kincir menjadi putaran tinggi. Dalam pemeliharannya digunakan oli untuk menjaga permukaan dan komponen dalam tetap pada ukuran putarannya, dari waktu ke waktu harus di isi dengan oli yang baru agar kondisi gearbox bisa tahan lama dan tidak berkarat.



Gambar 3. Gearbox
Sumber : indiamed.com

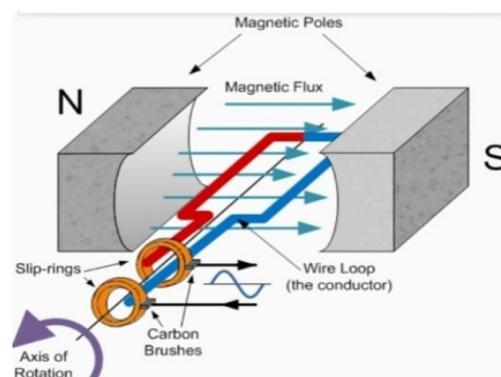
c. Break system

Digunakan untuk menjaga putaran pada poros gearbox. Agar gearbox bekerja pada titik aman saat terdapat angin yang besar. Alat ini perlu dipasang karena generator memiliki titik kerja aman dalam pengoperasiannya. Generator ini akan menghasilkan energi listrik maksimal pada saat bekerja pada titik kerja yang telah ditentukan. Kehadiran angin diluar akan menyebabkan putaran yang cukup cepat pada poros generator, sehingga jika tidak diatasi maka putaran ini dapat merusak generator. Dampak dari kerusakan akibat putaran berlebih diantaranya : overheat, rotor breakdown, kawat pada generator putus, karena tidak dapat menahan arus yang cukup besar.

d. Generator

Generator ada dua jenis, yaitu generator AC (arus bolak-balik) dan generator DC (arus searah). Namun halnya pada penelitian ini akan menggunakan generator DC. Adapun prinsip kerja serta perbedaan antara generator AC dan generator DC sebagai berikut :

Generator AC dan generator DC memiliki perbedaan prinsip. Untuk generator DC kumparan jangkar ada pada bagian rotor dan terletak di antara kutub-kutub magnet yang tetap di tempat, diputar oleh tenaga mekanik. Pada generator AC, konstruksinya sebaliknya yaitu, kumparan jangkar disebut juga kumparan stator karena berbeda pada tempat yang tetap, sedangkan kumparan rotor bersama-sama dengan kutub magnet diputar oleh tenaga mekanik.



Gambar 4. Putaran Flux

Sumber : www.info-elektro.com/2016/11

Jika kumparan rotor yang berfungsi sebagai pembangkit kumparan medan magnet yang terletak di antara kutub magnet utara dan selatan diputar oleh tenaga angin atau tenaga lainnya, maka pada kumparan rotor akan timbul medan magnet atau fluks yang bersifat bolak-balik atau fluks putar. Flux putar ini akan memotong-motong kumparan stator, sehingga pada ujung-ujung kumparan stator timbul gaya gerak listrik karena pengaruh induksi dan flux putar tersebut.



Gambar 5. Generator

Sumber : Teknik-Otomotif.com

III. METODE

Tempat dan lokasi Penelitian

Proses produksi elemen-elemen turbin angin poros horizontal dilakukan dengan cara manual. Setelah pembuatan dan assembly objek penelitian selesai, pengujian turbin angin dapat dilakukan. Semua proses penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro, Fakultas Teknik UMSU Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan.

Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Peralatan Penelitian

1. Solder yang akan digunakan untuk merakit atau menghubungkan rangkaian.
2. Alat Ukur Listrik yang digunakan untuk mengukur daya masuk dan daya keluar.
3. Hands Tools (alat tangan seperti : Obeng, Tang, Kunci-kunci alat, dan lain sebagainya).

Bahan-Bahan dan alat Penelitian

1. Baling-baling kipas berbentuk vertikal berfungsi menangkap datangnya laju angin dan mengubah hembusan angin menjadi energi gerak yang akan memutar Generator.
2. Generator DC berfungsi sebagai pembangkit tenaga listrik yang digunakan untuk mensuplay kebutuhan listrik.
3. Charge Controller berfungsi mengontrol arus untuk pengisian ke baterai sehingga tidak terjadi overcharging (kelebihan pengisian daya karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltage dari Generator.
4. Battery (aki) berfungsi sebagai penyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia atau konversi energi yang bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia.
5. Inverter berfungsi mengubah tegangan listrik DC (Direct Current) menjadi tegangan listrik AC (Alternating Current).

Tahap yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur, dengan adanya pemanfaatan turbin angin sebagai penggerak mula generator DC pada PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Angin) menggunakan generator DC. Studi Literatur dimaksudkan untuk mempelajari berbagai sumber referensi atau teori dari (jurnal dan internet) yang berkaitan dengan pemanfaatan turbin angin sebagai penggerak mula pada PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Angin) menggunakan generator DC.

Pada tugas akhir ini, bahwa daya angin adalah besaran energi yang dapat di hasilkan oleh angin pada kecepatan tertentu yang menabrak sebuah kincir angin dengan luas bidang tertentu. Persamaan daya angin ini dapat di tuliskan dengan Luas daerah

sapuan angin dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$A = \pi \cdot r^2 \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

A : luas daerah sapuan angin (m²)

r : Jari-jari lingkaran turbin/ pajang turbin (m)

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot \rho a \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (1)$$

$$P_A = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho a \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (3)$$

Dengan:

ρ_a : kerapatan angin pada waktu tertentu (1,2 kg/)

v : kecepatan angin pada waktu tertentu. (m/s)

A: luas daerah sapuan angin (m²)

Cp = Koefisien kinerja (maksimum teoritis = 0,59 [Betz limit], Desain = 0,35)

Daya generator (P_{gen}) adalah besaran daya elektrik yang dapat dibangkitkan oleh generator akibat berputarnya rotor generator yang di kopel dengan poros turbin. Besar daya generator ini tergantung dari efisiensi generator dan efisiensi yang ada pada transmisi mekanik (apabila menggunakan transmisi mekanik). Sehingga rumus daya yang dapat dibangkitkan oleh generator dapat di tuliskan sebagai berikut:

$$P_{Gen} = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho a \cdot A \cdot v^3 \cdot \eta_{gearbox} \cdot \eta_{generator} \dots (4)$$

Dengan:

$\eta_{gearbox}$: Efisiensi gearbox / transmisi mekanik

η_{gen} : Efisiensi generator

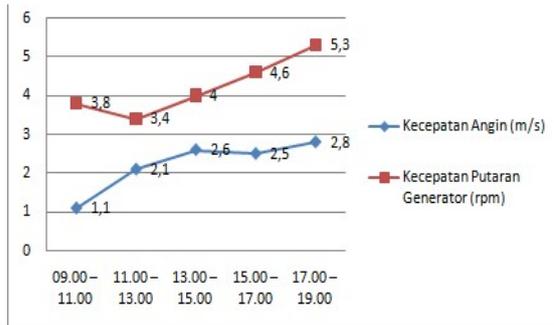
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Angin Terhadap Daya Yang Dihasilkan Oleh Geerator DC

Dalam pengujian pembangkit listrik tenaga angin yang menggunakan generator DC sebagai pengujian pertama. Dengan hembusan angin generator DC yang digunakan dapat bergerak dengan penggerak utamanya turbin angin dan akan menghasilkan energi listrik. Metode yang digunakan adalah pengukuran terhadap kecepatan angin dengan menggunakan Generator DC dan pengukuran putaran turbin menggunakan thacometer digital. Data yang dihasilkan oleh generator DC dapat kita lihat dari tabel dibawah ini :

Tabel 1. Hasil pengujian pertama pembangkit listrik tenaga angin menggunakan generator DC.

| No | Waktu | Suhu (°C) | Kecepatan Angin (m/s) | Kecepatan Putaran Generator (rpm) | Tegangan (Volt) | Arus (Amper) |
|----|---------------|-----------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | 09.00 – 11.00 | 29 | 1,1 | 3,8 | 2,5 | 1,2 |
| 2 | 11.00 – 13.00 | 30 | 2,1 | 3,4 | 2,6 | 1,1 |
| 3 | 13.00 – 15.00 | 32 | 2,6 | 4 | 2,7 | 1,2 |
| 4 | 15.00 – 17.00 | 28 | 2,5 | 4,6 | 2,7 | 1,3 |
| 5 | 17.00 – 19.00 | 31 | 2,8 | 5,3 | 2,3 | 1,2 |



Gambar 6. Grafik pengukuran kecepatan angin dan generator

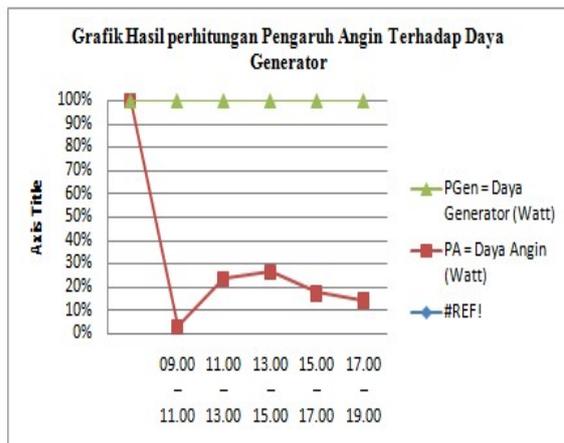
Hasil perhitungan Pengaruh Angin Terhadap Daya Generator

Pengaruh angin yang sangat penting dalam melaksanakan pengoprasian pembangkit listrik tenaga angin, yang bersumber dari energi angin. Angin sendiri

merupakan energi kinetik yang dibutuhkan dalam suatu proses pengoprasian turbin angin. Dari hasil penelitian yang diperoleh dengan melakukan percobaan, penganalisaan turbin angin maka didapatlah variasi dari kecepatan angin dengan waktu yang berbeda, pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Hasil perhitungan Pengaruh Angin Terhadap Daya Generator

| No | Waktu | Suhu (°C) | $P_A = \text{Daya Angin (Watt)}$ | $P_{Gen} = \text{Daya Generator (Watt)}$ |
|----|---------------|-----------|----------------------------------|--|
| 1 | 09.00 – 11.00 | 29 | 2,79 | 87,6 |
| 2 | 11.00 – 13.00 | 30 | 19,4 | 62,7 |
| 3 | 13.00 – 15.00 | 32 | 36,9 | 102,14 |
| 4 | 15.00 – 17.00 | 28 | 32,8 | 155,3 |
| 5 | 17.00 – 19.00 | 31 | 46 | 273,6 |



Gambar 7. Grafik hasil perhitungan pengaruh angin terhadap daya generator

V. KESIMPULAN

Pengaruh perubahan kecepatan angin pada pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) terhadap daya yang dihasilkan generator DC. Hasil pengukuran diperoleh dengan mengamati hasil pengukuran tegangan, arus dan putaran turbin dapat disimpulkan bahwa Dari hasil perhitungan yang dilakukan selama satu hari mulai pukul 09.00- 19.00 Wib di dapat hasil pada tegangan rata-rata sebesar 2,56 Volt. Dan daya angin sebesar = 27,6 Watt sedangkan pada daya generator sebesar = 136,3 Watt.

Berdasarkan penelitian pengujian pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin maka saran yang dapat disampaikan adalah perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan energi angin agar energi terbaru kan ini dapat dikembangkan menjadi pembangkit energi listrik hybrid sehingga mampu menjadi pembangkit energi alternatif yang lebih efisien untuk berbagai keperluan manusia yang tidak tersupply listrik PLN.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Antonov Bachtiar, Wahyudi Hayattul “Analisi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras” Institut Teknologi Padang, jurnal Teknik Elektro ITP, vol 7, No. 1, Januari 2018.
- [2] Padmika made, dkk. 2017. “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Ventilator Sebagai Penggerak Generator” Pdf. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, buletin Fisika vol 18, No. 2 Agustus 2017 : 68-73.
- [3] Ulinuha Agus, Wahyu Adi Widodo. 2018. “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Skala Mikro Untuk Keperluan Penerangan Jalan” pdf. STIKES PKU Muhammadiyah Surakarta, Fakultas Teknik Elektro.
- [4] Budi Pramono Wahyudi, Warindi, Achmad Hidayat. 2015 “Perancangan Mini Generator Turbin Angin 200 W Untuk Energi Angin Kecepatan Rendah”. Program Studi Tekni k Elektro, Fakultas Industri, Universitas Islam Indonesia, ISBN: 978-602-1180-21-1.
- [5] Buyung Surlianto, 2017. perancangan sudu-sudu pembangkit tenaga angin tipe savonius mini. Paul sorong. Jurusan Teknik Mesin Program Study Diploma iv Politeknik Katolik Saint Paul Sorong. Pdf.
- [6] Setiono,Puji “pemanfaatan Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin”, Universitas Negeri Malang, 2006.

- [7] Nahkoda Ismail Yusuf dan Chorul Saleh, 2015 “Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel” Institut Teknologi Nasional Malang, Teknik Elektro. Jurnal ISBN 978-602-98569-1-0.
- [8] Lubis Sudirman, 2018. “Analisa Tegangan Keluaran Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif” Rekayasa Elektrikal dan Energi, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jurnal Teknik Elektro, vol. 1, No 1, Juli 2018, ISSN 2622-7002.
- [9] Alamsyah Hery, 2007. “Pemanfaatan Turbin Angin Dua Sudu Sebagai Penggerak Mula Alternator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin” Fakultas Teknik Negeri Semarang, Jurusan Strata I Pendidikan Teknik Elektro.