

Uji Kinerja Hubungan Variasi Bilah Terhadap Daya Turbin Angin Pada Sumbu Horizontal

Muhammad Ridwan¹, Roswati Nuhasanah², Tita Atmajaya³

^{1,2,3} ITPLN, Indonesia

E-mail: Ridwan048@gmail.com¹, roswati@itpln.ac.id², tita1612044@itpln.ac.id³

Abstrak

Peningkatan penduduk akan berdampak pada peningkatan permintaan listrik per kapita. Permintaan listrik per kapita berdasarkan data dari Dewan Energi Nasional pada tahun 2025 akan mencapai 2.030 kWh/kapita dan pada tahun 2050 akan mencapai 6.723 kWh/kapita. Kondisi ini masih berada di bawah target listrik per kapita yang terdapat dalam Kebijakan Energi Nasional yaitu 2.500 kWh/kapita di tahun 2025 dan 7.500 kWh/kapita tahun 2050. Turbin angin sebagai salah satu pembangkit energi yang mempunyai potensi besar untuk memecahkan masalah kebutuhan energi listrik yang ada di wilayah terpencil dan tidak mendapatkan suplai energi listrik dari PLN, Pembangkit listrik tenaga bayu adalah pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) yang memanfaatkan putaran turbin angin untuk mengkonversi energi angin ke energi listrik, Pada penelitian ini akan dilakukan variasi jumlah bilah 2, 3, 5 dan 8 dibantu aplikasi Q- Blade untuk mengetahui hasil perhitungan serta grafik, Dengan kecepatan angin rata – rata 2,9 m/didapat variasi jumlah bilah 2 daya sebesar 44,007 watt dengan rotation speed 129,234rpm dengan $C_p 0,416763$, bilah 3 sebesar daya 50,9077 watt dengan rotation speed 92,3101 rpm dengan $C_p 0,482115$, variasi jumlah bilah 5 daya sebesar 52,0975 watt dengan rotation speed 73,8481 rpm dengan $C_p 0,493383$, variasi jumlah bilah 8 daya sebesar 55,4924 watt dengan rotation speed 55,3861 rpm dengan $C_p 0,525534$.

Kata Kunci: *Daya Turbin angin, Sumbu Horizontal.*

Abstract

The increase in population will have an impact on increasing the demand for electricity per capita. Per capita electricity demand based on data from the National Energy Council in 2025 will reach 2,030 kWh/capita and in 2050 it will reach 6,723 kWh/capita. This condition is still below the electricity target per capita contained in the National Energy Policy, which is 2,500 kWh/capita in 2025 and 7,500 kWh/capita in 2050. Wind turbines are one of the energy generators that have great potential to solve the problem of electricity demand. is in a remote area and does not get a supply of electrical energy from PLN, a wind power plant is a new renewable energy (EBT) power plant that utilizes the rotation of a wind turbine to convert wind energy into electrical energy. In this study, variations in the number of blades will be carried out 2, 3, 5 and 8 assisted by the Q- Blade application to find out the results of calculations and graphs. With an average wind speed of 2.9 m/s, a variation of the number of blades 2 power is 44.007watt with a rotation speed of 129.234rpm with $C_p 0.416763$, blade 3 of 50 power .9077 watts with a rotation speed of 92.3101 rpm with a C_p of 0.482115, variations in the number of 5 blades of power of 52.0975 watts with n rotation speed 73.8481 rpm with a C_p of 0.493383, a variation of the number of 8 blades with a power of 55.4924 watts with a rotation speed of 55.3861 rpm with a C_p of 0.525534.

Keywords : *Wind turbine Powers, Horizontal Axis.*

PENDAHULUAN

Konsumsi energi dewasa ini semakin meningkat seiring waktu, hal itu dikarenakan bertambahnya jumlah populasi manusia dan terfokus kepada penggunaan energi fosil yaitu

bahan bakar minyak yang terbatas dan harganya yang relatif semakin meningkat. Menurut Badan Perencanaan Pembangunan Nasional pertumbuhan penduduk dari tahun 2010 hingga tahun 2019 terus mengalami peningkatan dari 238 juta menjadi 268 juta [1]. Peningkatan penduduk akan berdampak pada peningkatan permintaan listrik per kapita. Permintaan listrik per kapita berdasarkan data dari Dewan Energi Nasional pada tahun 2025 akan mencapai 2.030 kWh/kapita dan pada tahun 2050 akan mencapai 6.723 kWh/kapita. Kondisi ini masih berada di bawah target listrik per kapita yang terdapat dalam Kebijakan Energi Nasional yaitu 2.500 kWh/kapita di tahun 2025 dan 7.500 kWh/kapita tahun 2050 [2].

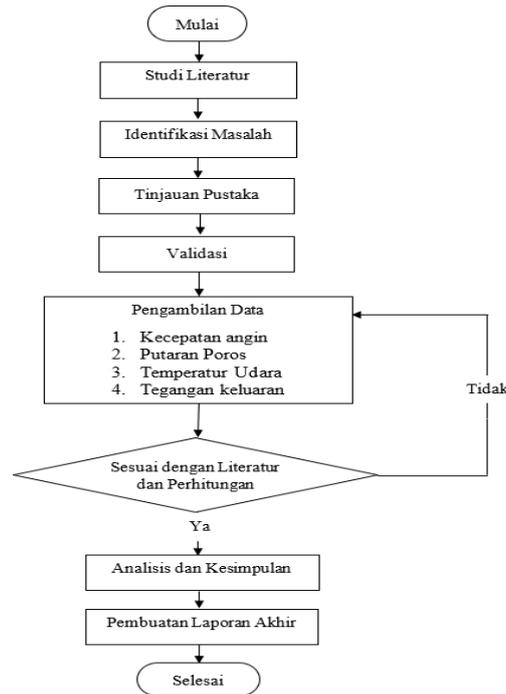
Energi angin sebagai salah satu sumber energi alternatif ramah lingkungan yang saat ini sedang berkembang, Indonesia cocok untuk pembangkit listrik angin baik skala kecil (10 kW) hingga menengah (10-100 kW) karena memiliki kecepatan angin antara 2 m/s hingga 6 m/s. Indonesia mampu menghasilkan daya angin sekitar 978 MW, rata – rata potensi angin yang didapat berkecepatan 3 m/s sampai dengan 7 m/s tergantung lokasi [2]. Walaupun ditinjau dari kecepatan angin yang ada di Indonesia relatif rendah sepanjang tahun, akan tetapi tetap dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik.

Institut Teknologi PLN memiliki rata – rata kecepatan angin 2,9 m/s, kecepatan minimum 1,9 m/s dan maksimum pada kecepatan 4,8 m/s berdasarkan pengujian awal yang dilakukan, sehingga memiliki potensi energi yang dapat dimanfaatkan untuk membangun pembangkit listrik tenaga bayu skala kecil. Hasil percobaan penelitian Indonesia mampu menghasilkan daya angin sekitar 978 MW, rata – rata potensi angin yang didapat berkecepatan 3m/s sampai dengan 7 m/s tergantung lokasi (Prasetyo et al., 2019). Kecepatan angin tersebut cocok untuk membangun pembangkit listrik tenaga bayu berskala kecil. Untuk daerah perkotaan yang mempunyai tagihan listrik tinggi ini menjadi solusi bagi mereka yang ingin membangun pembangkit listrik sendiri di rumahnya masing– masing, apalagi jika mempunyai ketinggian tertentu seperti perkantoran maupun rumah 2 lantai. Dari pengumpulan data berlokasi di kawasan kampus Institut Teknologi PLN yang dilakukan oleh penulis selama 7 hari didapat kecepatan angin rata – rata 2,9 m/s, diharapkan dengan kecepatan angin tersebut kampus Institut Teknologi PLN dapat membangun energi terbarukan ini dan tagihan listrik yang dibayarkan ke PLN menjadi lebih berkurang [3].

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, dilakukan dengan cara studi literatur yang telah melakukan penelitian mengenai perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Tujuan dari studi literatur ini untuk mengetahui tujuan dan maksud dari karya tulisnya sehingga dapat dijadikan patokan maupun evaluasi. Setelah beberapa referensi yang telah dibaca, hal selanjutnya dalam penulisan tugas akhir ini melakukan survei pemilihan tempat yang cocok untuk melakukan pengambilan data. Lokasi yang dipilih dalam pengambilan data yaitu di kawasan kampus Institut Teknologi PLN. Kegiatan yang dilakukan mengukur dan mengumpulkan data kecepatan angin dengan menggunakan alat anemometer. Hasil dari pengumpulan data ini akan diolah untuk menentukan pengaruh variasi jumlah bilah terhadap unjuk daya yang dapat dibangkitkan dan efisiensi turbin angin.

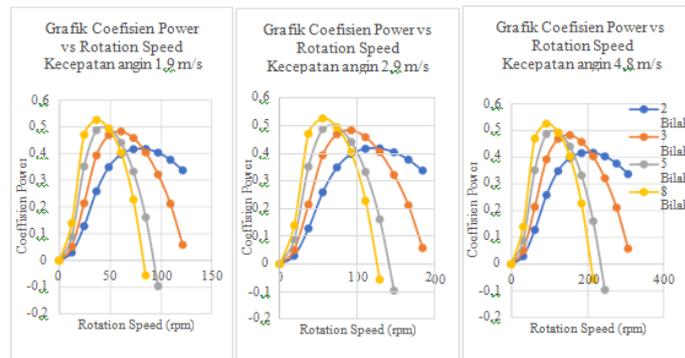
Untuk mempermudah penyelesaian masalah penelitian mengenai pengaruh variasi jumlah bilah terhadap performa turbin angin sumbu horizontal, variasi jumlah bilah yang akan disimulasikan adalah 2, 3, 5 dan 8, variasi kecepatan angin yaitu 1,9 m/s ; 2,9 m/s dan 4,8 m/s serta jenis bilah yaitu taper, taperles dan invers taper. Adapun, kerangka pemecahan masalah adalah sebagai berikut :



HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisa perhitungan yang dipakai terdapat asumsi berat bila diabaikan dengan dan digunakan batas atas dan batas bawah sebesar 0,4 dan 0,3 karena pengaruh *airfoil* yang digunakan menciptakan perbedaan tekanan aliran udara yang melewati bilah sesuai dasar teori halaman 24 sehingga dipilihlah batas tersebut. Kedua nilai efisiensi generator sebesar 0,9 karena terdapat *losses pada* saat poros berputar di antara stator bisa jadi umur generator yang sudah lama atau komponen dalamnya. Ketiga nilai efisiensi transmisi untuk menyalurkan energi mekanik antara poros sebesar 0,9, hal ini dikarenakan *losses* akibat putaran antara *gear yang* tidak sempurna akibat kurangnya pelumas sehingga menyebabkan *gear* menjadi *aus*. Keempat efisiensi *controller* sebesar 0,9 hal ini karena jarak transmisi data *output* yang dihasilkan oleh generator bisa terjadi penurunan akibat jarak yang cukup jauh dengan panel pengatur, hasilnya daya yang digunakan maupun disimpan bisa berbeda dengan hasil keluaran generator. Kelima hasil dari generator tidak mencapai 400 watt karena jenis bilah ini didesain dengan kecepatan angin maksimal 7 m/s sebagai batas aman jika suatu saat kecepatan angin melebihi batas pengukuran selama 7 hari, dan aktual di lapangan hasil kecepatan angin maksimum yang didapat hanya 4,8 m/s sehingga daya yang dihasilkan juga tidak akan mencapai target, terdapat juga *losses yang* terjadi pada sistem seperti keterangan poin pertama sampai keempat. Begitu juga dengan teori jurnal yang dipakai pada halaman 24 bahwa dijelaskan ilmuwan jerman Betz mengatakan efisiensi turbin angin sumbu horizontal yang dicapai hanya sebesar 59,3% karena kerugian aliran seperti gesekan dan aerodinamik, artinya dengan daya rencana 400 watt dikali 59,3% hasilnya 237,2 watt.

Adapun Grafik hubungan antara daya (watt) dengan *rotation speed* (rpm) yang dihasilkan oleh turbin angin dengan kecepatan angin 1,9m/s, 2,9m/s, 4,8m/s pada variasi jumlah bilah 2, 3, 5, dan 8, dengan variasi nilai tanda titik – titik pada grafik adalah TSR 1-10 sebagaimana terlihat pada gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Power - rotation speed dengan Variasi Kecepatan

SIMPULAN

Dengan kecepatan angin rata – rata 2,9 m/s didapat variasi jumlah bilah 2 daya sebesar 44,007 watt dengan rotation speed 129,234 rpm dengan C_p 0,416763, bilah 3 sebesar daya 50,9077 watt dengan rotation speed 92,3101 rpm dengan C_p 0,482115, variasi jumlah bilah 5 daya sebesar 52,0975 watt dengan rotation speed 73,8481 rpm dengan C_p 0,493383, variasi jumlah bilah 8 daya sebesar 55,4924 watt dengan rotation speed 55,3861 rpm dengan C_p 0,525534. Saran dari hasil penelitian ini supaya dapat diterapkan pada kawasan kampus Institut Teknologi PLN, baik untuk pencahayaan yang tidak memerlukan jumlah daya yang tinggi dan juga guna untuk mendukung adanya gerakan energi terbarukan di Indonesia. Dari analisa diatas variasi bilah 3 mempunyai efisiensi membangkitkan daya sepanjang waktu dan juga mempunyai variasi bilah sedikit sehingga bebannya tidak terlalu berat. Pada kecepatan angin maksimum 4,8 m/s pengaruh rotation speed (rpm) variasi jumlah bilah 3 lebih optimal karena mampu bekerja di putaran 152,789 rpm dengan daya 230,841 watt dan mampu berputar pada kecepatan angin terkecil 1,9 m/s nilai rotation speed (rpm) sebesar 60,479 rpm dengan daya 14,3169 watt. Juga keamanan jika kecepatan angin lebih dari 4,8 m/s, jumlah bilah 3 lebih aman karena mampu bekerja di putaran paling tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan PLN, LPPM ITPLN, Dekan dan Dosen FBE ITPL, atas dukungan baik moril maupun materil serta pendanaan sehingga kegiatan penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BPPN). (2019). Proyeksi Penduduk Indonesia 2010 – 2035. Jakarta : Indonesia (ISBN: 978-979-064-606-3).
- Dewan Energi Nasional (DEN). (2019). Indonesian Energy Outlook 2019. Jakarta : Indonesia (ISSN 2527 3000).
- Praditya, A. 2020. Tracking Progress and Review of Outlook Clean Energy Development in Indonesia Progress. Institut For Essentials Service Reforms.
- Sibuea, Edwin. 2020. Uji Kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Tipe Bilah Inverse Taper dengan Jari-Jari 1,3 m pada Kecepatan Angin di Pekanbaru. Laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau (JOM F.Teknik Volume 7Edisi 1 Januari s/d Juni 2020).
- Pratama, Deni. 2016. Rancang Bangun Sistem Pengendalian Blade Pitch Angle Pada Prototipe Turbin Angin Berbasis euro-Fuzzy. Undergraduate Thesis of Physics Engineering, Institut Teknologi Surabaya (RSF 629.89 Pra.r).
- Hermawan, Ferry. 2009. Rancang Bangun dan Analisa Turbin Angin untuk Bangunan Rendah Energi (Zero Building). Skripsi, Fakultas Teknik, Teknik Mesin, Universitas Indonesia.
- Letcher, T. (2017). Wind Energy Engineering A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines. United Kingdom : Academic Press is an imprint of Elsevier.

- Manwell, J., MCGowan. J., & Rogers. A. (2009). *Wind Energy Explained Theory, Design and Application Second Edition*. USA: University of Massachusetts.
- Piggott, Hugh. (2000). *Windpower Workshop*. British : British Wind Energy Association.
- Aryanto, 2013. Pengaruh Kecepatan Angin Dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram (ISSN: 2088-088x)
- Hurisantri, W. 2016. Sistem Pendeteksi Warna dan Nominal Uang untuk Penyandang Tuna Netra Berbasis Arduino Uno. Diploma III, Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Mathew, S. (2006). *Wind energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.