

**ANALISIS PEMANFAATAN KECEPATAN RENDAH ENERGI ANGIN DIWILAYAH
TARAKAN SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT
LUNAK PSCAD/EMTDC**

**ANALYSIS OF LOW SPEEDS WIND TURBINE IN THE TARAKAN AREA AS A POWER
PLANT USING PSCAD/EMTDC**

Linda Sartika¹⁾, Fitriani Said²⁾

^{1),2)}Universitas Borneo Tarakan
Email: linda.sartika@borneo.ac.id

ABSTRAK

Wilayah Tarakan merupakan sebuah pulau yang dikelilingi lautan, melihat letak geografis Tarakan yang strategis dimana kecepatan angin pada jam-jam tertentu disinyalir memungkinkan dimanfaatkan kecepatan angin sebagai penggerak turbin pembangkit listrik tenaga angin. Namun berdasarkan hasil penelitian sebelumnya kecepatannya angin di wilayah Tarakan bervariasi dititik-titik tertentu. Adapun hasil data survei dan data BMKG menunjukkan adanya kecepatan angin yang memungkinkan untuk dianalisis kecepatannya sebagai pembangkit listrik tenaga angin. Ada dua daerah yaitu wilayah Juwata laut dan Pantai amal. Data hasil penelitian sebelumnya menunjukkan kecepatan itu berkisar 2-5 meter/detik. Kecepatan angin yang rendah ini menurut hitungan analisis awal dari penelitian sebelumnya dinyatakan kecepatan ini tidak produktif atau masih dibawah standar. Namun dengan kemajuan teknologi hal itu dapat diatasi dengan menyesuaikan model dari turbin dan generator yang akan di kombinasikan. Berdasarkan itu maka dalam penelitian ini dilakukan analisis pemanfaatan kecepatan angin yang rendah ini sebagai suplai gerak bagi turbin angin yang terkoneksi dengan generator. Dalam penelitian ini memanfaatkan perangkat lunak PSCAD/EMTDC dalam mendesain suatu control converter pada generator yang digunakan.

Kata Kunci: kestabilan frekuensi, kecepatan angin, turbin angin

ABSTRACT

Tarakan area is an island surrounded by the sea, seeing the strategic geographical location of Tarakan where wind speed at certain hours is allegedly making possible the use of wind speed as a driving force for wind power turbines. However, based on the results of previous studies the wind speed in the Tarakan region varies at certain points. The results of the survey data and BMKG data show that there is a wind speed that makes it possible to analyze its speed as a wind power plant. There are two regions, namely the Juwata sea area and the Pantai charity. Data from previous research shows that the speed is around 2-5 meters / second. This low wind speed according to the preliminary analysis count from previous research stated that this forward is unproductive or still below standard. But with technological advances it can be overcome by adjusting the model of the turbine and generator that will be combined. Based on that, this research analyzes the use of low wind speeds as a supply of motion for wind turbines connected to generators. In this study using PSCAD / EMTDC software in designing a control converter on the generator used.

Keywords: Frequency Stability, wind speed, wind turbine

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat dari tahun ketahun, tidak terkecuali di negara maju maupun negara berkembang seperti Indonesia. Di negara maju seperti Jepang pemerintah dengan berbagai cara mencari alternative pengganti penggunaan energi konvensional fosil dengan sumber energi terbarukan. Di Jepang saat ini telah mengembangkan energi listrik bersumber dari tenaga angin. Kecepatan angin di daerah Jepang sangat beragam, dan kebanyakan potensi kecepatan angin yg telah dimanfaatkan berkisar 7-11 m/second. Berangkat dari perbandingan ini, di wilayah Indonesia seperti yang kita ketahui kecepatan angin hanya berkisar 3-9 m/detik didaerah-daerah tertentu. Di wilayah Tarakan yang merupakan daerah pulau yang diapit oleh lautan memiliki potensi angin yang belum dikaji dan dimanfaatkan secara teknis guna mendukung pemenuhan kebutuhan energi listrik daerah. Sementara ini daerah Tarakan hanya menggantungkan kebutuhan energi listrik pada sumber konvensional yaitu solar dan gas. Dalam kajian yang pernah dilakukan sebelumnya potensi kecepatan tenaga angin di wilayah Tarakan berkisar 3-7 m/detik. Kecepatan angin di wilayah pesisir pantai daerah Tarakan ditengarai mampu di aplikasikan sebagai pembangkit listrik skala kecil. Titik-titik daerah yang memiliki potensi angin yang mampu dimanfaatkan telah diteliti sebelumnya, ada beberapa titik lokasi yang memiliki kecepatan angin lebih besar dari 3 m/detik seperti daerah pantai Amal dan ujung pantai wilayah Juwata. Berangkat dari data kecepatan angin yang telah ada di penelitian sebelumnya, ada peluang pemanfaatan untuk kecepatan rendah sebagai penggerak turbin angin skala kecil berkisar 3,9 watt sampai 117 watt. Latar belakang kemajuan daerah Tarakan yang

sangat pesat berbanding lurus dengan kebutuhan energi listrik setiap tahunnya yang semakin meningkat. Jumlah pasokan listrik yang tidak memadai sering menjadi kendala bagi pertumbuhan dunia industri dan kehidupan sosial masyarakat Tarakan. Hal ini menimbulkan persoalan kebutuhan energi dari waktu ke waktu. Jika daya yang dibangkitkan tidak mampu memenuhi kebutuhan konsumen maka akan menyebabkan pemadaman bergilir yang selalu menjadi alternative pilihan untuk melayani kebutuhan listrik daerah. Pembangkitan listrik yang terlalu besar dari permintaan, akan menimbulkan pemborosan energi pada perusahaan listrik. Demikian pula sebaliknya bila daya yang dibangkitkan lebih rendah daripada permintaan maka konsumen akan dirugikan dengan adanya pemadaman. Dikarenakan hal itu, maka perlu disesuaikan antara pembangkitan dan kebutuhan permintaan daya pada saat-saat tertentu.

Dalam usaha pemenuhan kebutuhan energi listrik daerah Tarakan, perlu dicari alternatif lain agar tidak hanya bergantung pada energi minyak, gas akan tetapi memanfaatkan sumber-sumber lain seperti solar sell (tenaga sinar matahari) dan energi angin yang kita ketahui memiliki sumber yang tidak akan habis sepanjang masa. Alternatif energi angin sebagai energi terbarukan sangat perlu dikaji untuk dikembangkan dengan alasan kelebihan dari sumber energi ini yang ramah lingkungan bebas polusi dan memiliki sumber yang tidak akan habis.

Kondisi geografis Tarakan yang memungkinkan untuk dikaji lebih dalam potensi energi angin sebagai alternatif pengganti sumber konvensional. Adapun kendala yang mungkin dihadapi adalah rendahnya kecepatan angin daerah Tarakan, sebagai jawaban dari keraguan akan kemampuan kecepatan angin yg rendah ini, maka perlu dianalisis kemampuan dari sebuah turbin angin

yang diperuntukan bagi kecepatan rendah sebuah turbin angin.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kecepatan angin rendah berkisar 2-5 m/detik dengan menyesuaikan perangkat pembangkit listrik (generator) yang mampu dioperasikan dengan putaran rendah namun menghasilkan daya yang maksimum.

TINJAUAN PUSTAKA

Indonesia memiliki aneka ragam sumber daya energi dalam jumlah memadai namun tersebar tidak merata. Konsumsi energi tumbuh pesat seiring pertumbuhan penduduk dan ekonomi. Sebagian besar beban konsumsi berada di Jawa, pulau yang membutuhkan banyak energi, namun yang tidak memiliki sumberdayanya sendiri dalam jumlah memadai. Sebaliknya, banyak sumber energi terdapat di tempat berpenduduk sedikit dan kegiatan ekonominya belum berkembang serta berjarak cukup jauh dari Jawa. Ditengah kekayaan sumberdaya energi yang dimiliki, Indonesia masih sangat menggantungkan konsumsi energinya pada minyak bumi, sumber energi ini mahal dibandingkan gas bumi maupun batubara sehingga lebih berharga mengekspor minyak bumi dari pada mengkonsumsinya didalam negeri. sebaliknya, lebih berharga memanfaatkan gas bumi didalam negeri dari pada mengekspornya secara besar-besaran ke luar negeri. Potensi sumber energi di Indonesia mempunyai karakteristik cadangan energi primer yang besar dan sangat beragam, ekspor sumber daya energi berperan vital terhadap ekonomi nasional, ekonomi domestik sangat sensitif terhadap fluktuasi harga energi di pasar dunia, dan permintaan terhadap energi final didalam negeri tumbuh dengan pesat.

Merupakan suatu kenyataan bahwa kebutuhan akan energi, khususnya energi listrik di Indonesia, makin berkembang menjadi bagian tak terpisahkan dari

kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi. Namun pelaksanaan penyediaan energi listrik yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero), selaku lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengelola masalah kelistrikan di Indonesia, sampai saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik secara keseluruhan.

Kondisi geografis negara Indonesia yang terdiri atas ribuan pulau dan kepulauan, tersebar dan tidak meratanya pusat-pusat beban listrik. Rendahnya tingkat permintaan listrik di beberapa wilayah dan tingginya biaya marginal pembangunan sistem suplai energi listrik (Ramani,K.V,1992), serta terbatasnya kemampuan finansial, merupakan faktor-faktor penghambat penyediaan energi listrik dalam skala nasional.

Dengan memperhatikan pertumbuhan ekonomi dalam sepuluh tahun terakhir, skenario "*export-import*" dan pertumbuhan penduduk, pada tahun 1990 diramalkan bahwa tingkat pertumbuhan kebutuhan energi listrik nasional dapat mencapai 8,2 % rata-rata per tahun. Kebutuhan energi listrik tersebut diharapkan dapat dipenuhi oleh pusat-pusat pembangkit listrik, baik yang dibangun oleh pemerintah maupun non-pemerintah. Sebagai ilustrasi, pada tahun 1990 kebutuhan energi listrik sebesar 51.919 GWh telah dipenuhi oleh seluruh pusat pembangkit listrik yang ada dengan kapasitas daya terpasang sekitar 22.000 MW. Sehingga pada tahun 2010 dari kebutuhan energi listrik, yang diramalkan mencapai 258.747 GWh per tahun, diharapkan dapat dipenuhi oleh sistem suplai energi listrik dengan kapasitas total sebesar 68.760 MW. Akan tetapi sejak tahun 1992 kebutuhan energi listrik nasional meningkat mencapai 18 % rata-rata per tahun, atau sekitar dua kali lebih tinggi dari skenario yang dibuat pada tahun 1990. Hal ini disebabkan oleh

tingginya pertumbuhan ekonomi nasional kaitannya dengan pertumbuhan industri dan jasa konstruksi. Jika keadaan ini terus bertahan, berarti diperlukan pula pengadaan sistem pembangkit energi listrik tambahan guna mengantisipasi peningkatan kebutuhan tersebut. Dilema yang timbul di satu sisi, pusat-pusat pembangkit energi listrik yang besar tentu akan diorientasikan untuk mencukupi kebutuhan beban besar, seperti industri dan komersial. Di sisi lain perlu juga dipikirkan agar beban kecil, seperti perumahan dan wilayah terpencil, dapat dipenuhi kebutuhannya akan energi listrik. Dibidang kelistrikan, jumlah pelanggan listrik dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Pada tahun 2011 jumlah pelanggan listrik sebanyak 22.649 pelanggan. Empat tahun kemudian atau tepatnya pada tahun 2015 jumlah pelanggan telah mencapai 29.325 pelanggan. Dari sejumlah itu, terbanyak adalah pelanggan rumah tangga yang mencapai 25.529 pelanggan. Sedangkan pelanggan komersil sebanyak 3.080 pelanggan. Selebihnya adalah pelanggan sosial (387 pelanggan), pelanggan publik (317 pelanggan), pelanggan multiguna (2 pelanggan) dan pelanggan prepaid sebanyak 10 pelanggan. Dalam hal produksi juga mengalami peningkatan.

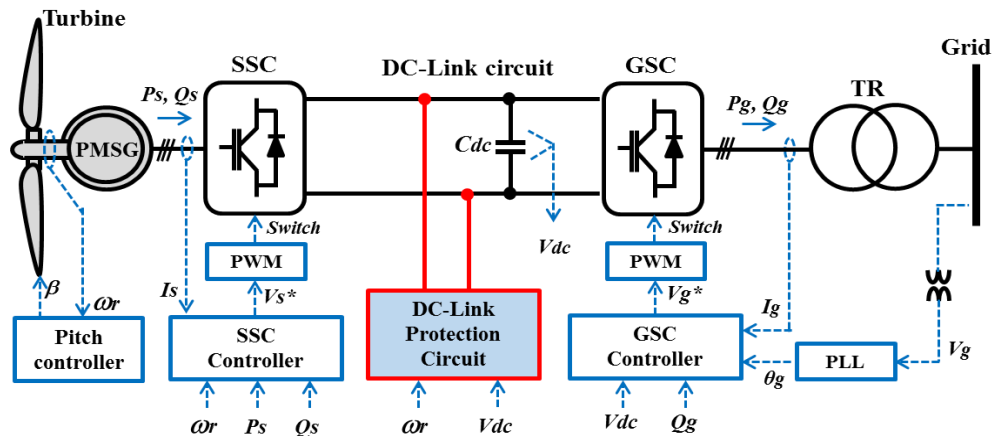
Produksi listrik pada tahun 2011 sebesar 86.814.448 KWh meningkat menjadi 129.189.813 KWh pada tahun

2015. Dari produksi sebesar 129.189.813 KWh tersebut, listrik yang terjual sebesar 121.308.701 KWh atau 93,89%, listrik yang dipakai sendiri sebesar 2.343.456 KWh atau 1,81 % dan yang susut dalam distribusi sebesar 5.537.656 KWh atau 4,28 % (BPS kota Tarakan (*Kota Tarakan dalam angka 2017*)).

Pertumbuhan daya tersambung total kota tarakan tahun 2013 sampai dengan tahun 2016 mengalami peningkatan yang cukup pesat, yaitu tahun 2013 sebesar 48640.53 MVA, tahun 2014 sebesar 53218.83 MVA, tahun 2015 sebesar 67482.03 MVA dan tahun 2016 sebesar 71672.18 MVA. Dari kenaikan rata-rata tiap tahunnya sebesar 76.77 %.

MODEL PMSG (*Permanent Magnet Synchronous Generator*) TURBIN ANGIN

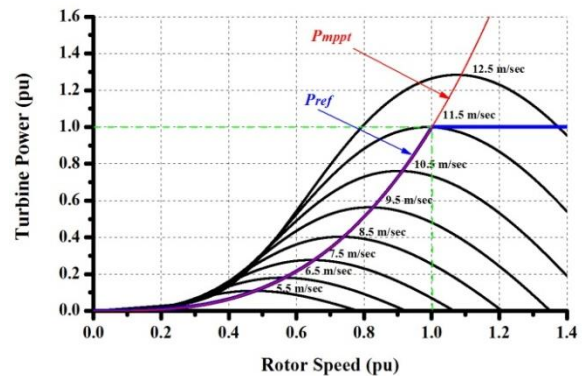
Dalam penelitian ini digunakan model PMSG (*Permanent Magnet Synchronous Generator*) sebagai berikut seperti yang tertera pada Gambar 1. Konfigurasi turbin angin berbasis PMSG ditunjukkan pada Gambar. 1. Turbin angin secara langsung menggerakkan rotor PMSG tanpa kotak roda gigi. Belitan stator PMSG terhubung ke sistem grid melalui daya terukur penuh dari konverter kembali ke belakang dan step up transformer (TR).



Gambar 1. Konfigurasi PMSG Turbin Angin

Konverter back to back terdiri dari Stator Side Converter (SSC) dan Grid Side Converter (GSC) yang dihubungkan oleh sirkuit DC. Biasanya, Konverter Sisi Stator mengontrol daya aktif (P_s) dan daya reaktif (Q_s) generator dengan mengendalikan arus statornya (I_s). Di sisi lain, Grid Side Converter mempertahankan tegangan tautan DC (V_{dc}) melintasi kapasitor DC (C_{dc}) menjadi konstan dan mengontrol daya reaktif (Q_g) yang disuntikkan ke sistem grid dengan mengendalikan arus grid konverter (I_g) [10]. Kedua konverter ini dibangun dari sirkuit IGBT yang switching dikendalikan oleh teknik Pulse Wide Modulation (PWM). SSC dioperasikan di bawah frekuensi variabel tergantung pada kecepatan rotasi generator (ω_r) dan GSC dioperasikan di bawah frekuensi konstan tergantung pada sistem grid (50 Hz atau 60 Hz). Untuk menyinkronkan frekuensi antara output konverter sisi grid dan sistem grid, Phase Lock Loop (PLL) digunakan [11]. PLL menghasilkan sinyal output fase (θ_g). Pengontrol pitch dilengkapi dengan turbin angin untuk mengontrol sudut pitch bilah turbin angin (β) ketika kecepatan rotasi meningkat melebihi kecepatan maksimum generator. Rangkaian perlindungan DC-link dipasang

paralel dengan kapasitor DC. Rangkaian perlindungan DC membatasi tegangan transien dari sirkuit DC-link karena gangguan jaringan seperti korsleting. Perlindungan tautan DC melindungi IGBT dari konverter back to back dan kapasitor DC.



Gambar 2. Karakteristik daya angin

METODE PENELITIAN

Pemodelan Generator dan turbin angin dalam penelitian ini dibuat dalam bentuk simulasi menggunakan PSCAD, dengan menggunakan model seperti pada Gambar 1. Data kecepatan angin yang diperoleh dari hasil pengukuran diaplikasikan pada model. Kecepatan angin yang diperoleh diambil nilai rata-rata sebagai penggerak turbin angin. Dari hasil model

dan perhitungan dihasilkan karakteristik dan respon dari model generator yang memanfaatkan kecepatan rendah angin Tarakan.

HASIL DAN KESIMPULAN

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini di danai sepenuhnya oleh DIPA Universitas Borneo Tarakan Tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- S. M. Muyeen, R. Takahashi, T. Murata, J. Tamura, "A Variable Speed Wind Turbine Control Strategy to Meet Wind Farm Grid Code Requirements," *IEEE Transactions On Power Systems*, VOL. 25, NO. 1, February 2010.
- J. F. Conroy and R. Watson, "Low-voltage ride-through of a full converter wind turbine with permanent magnet generator," *IET Renew. Power Gener.*, vol. 1, no. 3, pp. 182-189, 2007.
- Jauch C, Matevosyan J, Ackermann T, Bolik S., "International comparison of requirements for connection of wind turbines to power systems", *Wind Energy*, Vol. 8. No. 3, pp. 295-306, Jul. 2005.
- Marwan Rosyadi, S. M. Muyeen, Rion Takahashi, Junji Tamura : Stabilization of Fixed Speed Wind Generator by using Variable Speed PM Wind Generator in Multi-Machine Power System, *Journal of International Conference on Electrical Machines and Systems*, Vol.2, No.1, pp.111-119, 2013.