

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Angin

Energi angin sebagai salah satu energi yang terbarukan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai energi alternatif bagi energi dari bahan bakar fosil. Berdasarkan survei Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (Lapan) di dua puluh daerah di Indonesia, kecepatan rata-rata angin di Indonesia per tahun sekitar 2 sampai 6 m/s. Beberapa daerah di Indonesia bagian timur memiliki kecepatan angin rata-rata 5 m/s (Padmika, 2017). Fenomena ini menunjukkan rendahnya distribusi kecepatan angin di Indonesia. Kecepatan angin yang bertiup dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah gradien barometris (perbedaan tekanan udara antara dua isobar pada tiap jarak lurus 15 meridian atau 111 km). Menurut hukum Stevenson, kekuatan angin yang bertiup berbanding lurus dengan gradien barometernya, sehingga semakin besar gradien barometernya, maka semakin kuat angin yang bertiup. [5]

Pembangkit listrik tenaga angin mengkonversikan tenaga angin menjadi energi listrik dengan menggunakan kincir angin atau turbin angin. Cara kerjanya cukup sederhana yaitu putaran turbin yang disebabkan oleh angin diteruskan ke rotor generator dimana generator ini memiliki lilitan tembaga yang berfungsi sebagai stator. [6]

2.2 Turbin Angin

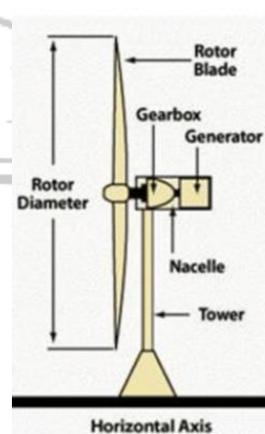
Turbin angin merupakan media utama yang digunakan untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik. Desain turbin angin yang baik sangat menentukan kinerja dari pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Struktur turbin angin yang baik harus mampu menahan beban dinamis yang ditimbulkan oleh perubahan lingkungan di sekitar lokasi penempatan turbin. [7]

Prosesnya yaitu rotor turbin angin menangkap gerakan tenaga angin dengan blades yang berputar dan mengubahnya menjadi energi mekanik, yang akan menggerakkan rotor generator. Generator ini kemudian mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. [1]

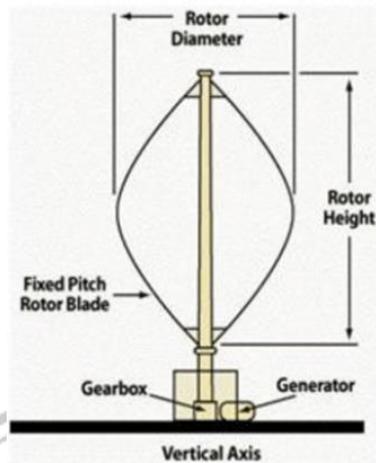
2.2.1 Model Mekanik Turbin Angin

Persamaan berikut menggambarkan torsi mekanik dimana tujuan prinsip dasar dalam operasi sistem turbin angin adalah mengubah energi angin menjadi energi mekanik, kemudian dari mekanik akan digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Sistem ini dibuat berdasarkan sistem aerodinamik yang nonlinier dan bergantung pada kekuatan angin yang tidak dapat diatur. Untuk menerapkan konsep pengendalian ke aplikasi yang nyata, pemodelan matematik yang akurat sangat dibutuhkan untuk turbin angin. Biasanya, model ini diperoleh dengan menggabungkan model subsistem penyusun yang bersama-sama membentuk keseluruhan dinamika turbin angin. [2]

Perancangan berbagai jenis turbin angin yang berbedaseperti turbin angin sumbu horizontal [HAWT] dan turbin angin sumbu vertikal [VAWT] umumnya digunakan Turbin sumbu horizontal banyak digunakan. Penerapan turbin sumbu horizontal menjadi perhatian karena pemasangannya yang besar serta beban keuangan awal; sedangkan turbin angin sumbu vertikal paling cocok karena solusi yang menjanjikan untuk ruang hunian berukuran sedang. [8]



Gambar 2.1 Turbin Angin Horizontal



Gambar 2.2 Turbin Angin Vertical

2.3 Pemodelan PMSG

Generator Sinkron Magnet Permanen (PMSG) dianggap sebagai teknologi yang tepat dan layak dalam industri pembangkit listrik tenaga angin karena PMSG bersifat eksitasi sendiri, Generator sinkron magnet permanen memiliki tingkat efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan generator induksi, bentuknya yang lebih sederhana membuat generator magnet permanen menjadi lebih rapi, ringan, dan tersusun padat Prinsip kerja generator sinkron dengan generator sinkron magnet permanen sesungguhnya tidak jauh berbeda. Penggunaan magnet permanen menghasilkan medan magnet yang tetap sehingga tidak memerlukan pencatutan arus searah untuk menghasilkan medan magne. [9]

Pada prinsipnya generator sinkron merupakan mesin sinkron yang digunakan sebagai generator arus bolak balik (alternating current generators). Tipe dari generator sinkron yaitu rotating-armature type dan rotating field type. Dalam penelitian ini generator yang digunakan tipe kedua atau rotating-field type yang dimana pada tipe ini kumparan atau belitan armatur atau terminal ada di stator dan medan gaya ada di rotor. Dalam generator dua komponen penting yaitu stator (bagian yang diam) dan rotor (bagian yang bergerak). [10]

Maka dari itu diperlukan generator yang memiliki tingkat efisiensi yang lebih baik yaitu generator sinkron magnet permanen atau Permanent Magnet

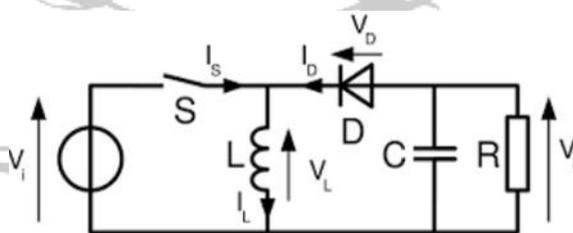
Synchronous Generator (PMSG). Pada PMSG efisiensi lebih baik dibandingkan generator induksi, karena tidak memiliki rugi-rugi eksitasi maka dari itu banyak dimanfaatkan pada turbin angin. [11]

2.4 Rectifier

Rectifier atau penyearah gelombang adalah bagian dari power supply / catu daya yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi sinyal tegangan bolak-balik AC (Alternating current) menjadi tegangan searah DC (Direct Current). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah dioda yang dikonfigursikan secara forward bias.[12]

2.5 Buck - Boost Converter

Konverter buck-boost merupakan jenis konverter yang dapat mengubah tegangan keluaran menjadi lebih besar (Boost-ing) atau lebih kecil (Buck-ing) dari tegangan masukan. konverter buck-boost pembalik, di mana polaritas tegangan keluaran akan berlawanan dengan polaritas tegangan masukannya. Susunan konverter buck-boost ditunjukkan pada Gambar 2.3. Rangkaian tersebut terdiri dari sakelar S yang akan dikontrol, induktor L, dioda D, kapasitor filter C, dan resistor beban RL, yang mewakili seluruh beban seperti baterai dan peralatan elektronik. [13]



Gambar 2.3 Rangkaian Elektronika Buck-Boost Konverter

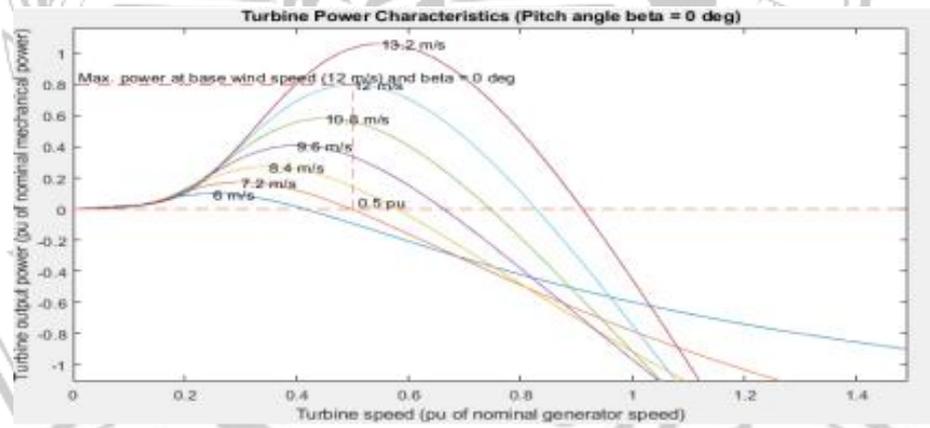
Ketika buck boost converter dimatikan, dioda akan bekerja dalam keadaan bias terbalik sehingga arus akan mengalir menuju induktor. Dari kondisi arus yang

mengalir pada induktor tersebut sehingga akan terjadi pengisian pada induktor yang menyebabkan arus induktor bertambah.

Ketika buck boost converter dinyalakan, dioda akan bekerja dalam keadaan bias maju sehingga arus yang tersimpan pada induktor akan kosong dan selanjutnya akan mengalir menuju beban. Arah arus yang mengalir dan proses pengisian adalah sama. Kemudian energi yang tersimpan pada induktor akan mengalami keadaan pengosongan. Oleh karena itu, buck boost converter dapat menghasilkan tegangan keluaran yang nilainya berbanding terbalik dengan tegangan masukan. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh buck boost converter ini dapat bernilai tinggi maupun rendah dari tegangan masukan.[14]

2.6 MPPT

Maximum power point tracking (MPPT) adalah metode yang banyak digunakan pada sistem turbin angin untuk meningkatkan ekstraksi daya untuk berbagai kondisi



Gambar 2.4 Karakteristik Turbin Angin

Maksimum Power Point Tracker (MPPT) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengoptimalkan daya keluaran berbagai pembangkit listrik. Pada pembangkit listrik tenaga angin, Setiap skema MPPT memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri berdasarkan akurasi, biaya, dan kompleksitas sistem kontrol. Namun, ada perbedaan yang jelas antara semua skema MPPT tetapi semua skema ini setuju

dengan prinsip yang sama yang didasarkan pada pencapaian koefisien daya maksimum (C_p_max) dan rasio kecepatan ujung optimal (λ_{opt}). [15] Pada penelitian ini MPPT yang digunakan adalah Adaptive Fuzzy Logic Control.

Prinsip kerja dari MPPT adalah dengan menaikkan dan menurunkan tegangan kerja. Hal tersebut dapat dilakukan dengan mengatur pada konverter. Perubahan besar nilai daya tergantung dari perubahan nilai tegangan dan arus. Pada turbin angin, MPPT digunakan untuk mengoptimalkan keluaran daya maksimum dari generator. Setiap kecepatan angin memiliki daya maksimum yang berbeda-beda. Generator yang terhubung dengan turbin angin akan menghasilkan daya maksimum apabila metode yang digunakan pada MPPT dapat bekerja sesuai dengan karakteristik angin. [16]

2.7 MPPT Adaptive Fuzzy Logic Controller

Kontrol adaptif adalah nama yang diberikan untuk pengontrol fuzzy, parameter yang dapat disetel seperti faktor penskalaan keluaran, aturan fuzzy, dan fungsi keanggotaan bervariasi sebagai respons terhadap perubahan sistem. Kontrol adaptif mampu meningkatkan kinerja sistem angin yang kompleks dan nonlinier untuk profil kecepatan angin variabel. Sasaran ini dicapai dengan menggunakan penjadwalan penguatan AFLC yang diusulkan, yang melacak MPP dari sistem WT dengan perilaku dinamis yang baik dalam hal respons sistem yang stabil dan dinamis dalam kondisi angin yang berfluktuasi dan memastikan integrasi jaringan turbin angin yang efisien dan andal. [3]

Pengendali logika FUZZY (FLC) efektif dalam mengendalikan banyak sistem nonlinier. Akan tetapi, FLC konvensional dengan aturan kendali fuzzy tetap tidak akan bekerja dengan baik saat bekerja dengan ketidakpastian besar atau variasi yang tidak diketahui dalam parameter sistem. Untuk mengatasi masalah ini, pengendali logika fuzzy adaptif (AFLC) telah dipelajari. [4]