

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pembangkit Listrik Tenaga Uap merupakan pembangkit yang memanfaatkan energi kinetik berupa uap guna menghasilkan energi listrik. Pembangkit listrik tenaga uap memiliki bentuk utama berupa generator yang dihubungkan dengan turbin yang digerakan oleh tenaga kinetik dari uap panas.

Berikut akan dipaparkan tentang penelitian yang berkaitan dengan generator tenaga uap terhadap pemenuhan kebutuhan listrik di suatu perusahaan yaitu sebagai berikut .:

Nurmalita (2012), telah dilakukan penelitian yang berjudul “Analisis Efisiensi Energi pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di PT. Energi Alam Raya Semesta”. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat efisiensi energi pada sistem pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang berada di PT. Energi Alam Raya Semesta dan melakukan analisa tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja masing-masing unit (komponen) pada sistem PLTU tersebut.

Christian, dkk (2012), telah dilakukan penelitian yang berjudul “Analisis Kinerja Boiler pada PLTU Unit 1 PT. Semen Tonasa”. PLTU yang berada di PT. Semen Tonasa berfungsi sebagai penghasil uap yang akan digunakan untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan energi listrik. penyebab turunnya kinerja boiler unit 1 PLTU PT. Semen Tonasa.

Hanzen Yauri. K, Hardi. G, Benny. M (2015), telah dilakukan penelitian yang berjudul “Kajian Efisiensi Termal dari Boiler di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Amurang Unit I”. Pada PLTU Amurang, bahan bakar yang digunakan adalah batubara dan peralatan untuk membakarnya adalah boiler. Ketel uap atau boiler merupakan salah satu peralatan dalam siklus energi termal yang memiliki tujuan untuk merubah air menjadi uap. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan efisiensi termal dari boiler di PLTU Amurang Unit 1 berdasarkan data operasional. Data yang dikumpulkan diperoleh dari PLTU Amurang dan kemudian digunakan untuk menghitung efisiensi termal dari boiler.

Syahputra, R, dkk (2016), telah dilakukan evaluasi tentang kinerja turbin angin dengan generator induksi ganda. Fluks stator berorientasi pada vektor control yang digunakan untuk kecepatan variabel dua kali lipat pada pengoperasian generator induksi.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Generator

Pembangkit listrik tenaga uap merupakan sebuah pembangkit yang memanfaatkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik. Bentuk utama dari pembangkit listrik tenaga uap ini adalah Generator yang dihubungkan dengan turbin yang digerakan oleh tenaga kinetik yang berasal dari uap panas yang berasal dari batu bara, kayu, dan bahan bakar lainnya.

Generator merupakan alat yang prinsip kerjanya berdasarkan pada induksi elektromagnetik. Generator pertama kali ditemukan oleh Michael Faraday. Generator merupakan mesin yang berasal dari energi kinetik yang diubah menjadi energi listrik. Energi kinetik yang terdapat pada generator dapat diperoleh dari air terjun, angin dan lain sebagainya. Berdasarkan dari arus yang dihasilkan, generator dibedakan menjadi dua yaitu generator AC dan generator DC. Generator AC menghasilkan arus bolak-balik, sedangkan generator DC menghasilkan arus yang searah. Keduanya dapat digunakan untuk penerangan dan alat-alat pemanas.

Generator digunakan pada pembangkit-pembangkit listrik seperti PLTA, PLTU, PLT Angin, PLTP Bumi, PLTS, dan lainnya. Seiring perkembangan jaman ditemukan pula generator sinkron, sehingga generator tidak terpisahkan dari dunia kelistrikan. Generator juga dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang menghasilkan tenaga listrik dengan masukan tenaga mekanik. Jadi fungsi dari generator yaitu mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik yang mempunyai prinsip kerja sebagai berikut : apabila rotor diputar maka belitan kawatnya akan memotong gaya-gaya magnet pada kutub magnet, sehingga terjadi perbedaan tegangan, dengan dasar inilah timbul arus listrik, arus melalui kabel/kawat yang ke dua ujungnya dihubungkan dengan cincin geser. Pada cincin-cincin tersebut menggeser sikat-sikat, sebagai terminal penghubung keluar.

Bagian-bagian dari generator antara lain sebagai berikut :

a. Rotor

Rotor merupakan bagian yang berputar mempunyai bagian terdiri dari poros, inti, kumparan, cincin geser, dan sikat-sikat. Rotor terdiri dari dua bagian umum, yaitu :

1) Inti Kutub

Dalam inti kutub terdapat poros dan inti rotor yang memiliki fungsi sebagai jalan atau jalur fluks magnet yang dibangkitkan oleh kumparan medan.

2) Kumparan Medan

Pada kumparan medan terdapat dua bagian, yaitu bagian penghantar sebagai jalur untuk arus pemacuan dan bagian yang diisolasi. Isolasi pada bagian ini harus benar-benar baik dalam hal kekuatan mekanismenya, ketahanannya akan suhu yang tinggi dan ketahanannya terhadap gaya sentrifugal yang besar.

b. Stator

Stator merupakan bagian yang tidak berputar dan mempunyai bagian yang terdiri dari rangka stator. Stator merupakan salah satu bagian utama dari generator yang terbuat dari besi tuang dan merupakan rumah dari semua bagian-bagian generator, kutub utama beserta belitannya, kutub-kutub pembantu beserta belitannya, bantalan-bantalan poros. Bagian yang diam (Stator) terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1) Inti Stator

Inti stator berbentuk cincin laminasi-laminasi yang diikat serapat mungkin untuk menghindari rugi-rugi arus eddy (*Eddy Current Losses*). Pada inti stator terdapat slot-slot untuk menempatkan konduktor dan untuk mengatur arah medan magnetnya..

2) Belitan Stator

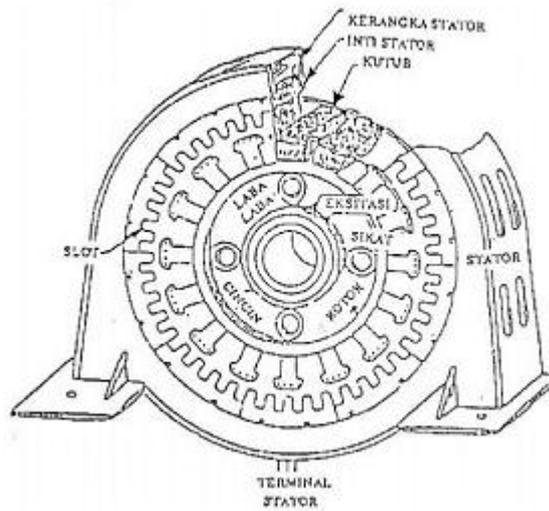
Bagian stator yang terdiri dari beberapa batang konduktor yang terdapat di dalam slot-slot dan ujung-ujung kumparan. Masing-masing slot dihubungkan untuk mendapatkan tegangan induksi.

3) Alur Stator

Alur stator adalah bagian stator yang berperan sebagai tempat belitan stator ditempatkan.

4) Rumah Stator

Bagian dari stator yang umumnya terbuat dari besi tuang yang berbentuk silinder. Bagian belakang dari rumah stator ini biasanya memiliki sirip-sirip sebagai alat bantu dalam proses pendinginan.



Gambar 2.1 Konstruksi Sederhana Sebuah Generator
(Sunil, 1978)

Abdul Kadir (1996), dalam bukunya yang berjudul “Pembangkit Tenaga Listrik” mendefinisikan generator sebagai salah satu bagian tenaga listrik yang sangat vital dan mahal harganya sehingga perlu mendapatkan perlindungan yang cukup handal terhadap gangguan yang terjadi. Apabila terjadi suatu gangguan didalam rangkaian listrik, instalasi harus diamankan dan bagian yang terganggu harus di pisahkan dalam waktu secepatnya, hal tersebut berguna untuk mencegah atau memperkecil kerusakan yang dapat diakibatkan oleh adanya gangguan.

Prinsip dasar generator arus bolak-balik menggunakan hukum Faraday yang menyatakan jika sebatang penghantar berada pada medan magnet yang berubah-ubah, maka pada penghantar tersebut akan terbentuk gaya gerak listrik, dimana rotor berlaku sebagai kumparan medan (yang menghasilkan medan magnet) dan akan menginduksi stator sebagai

kumparan jangkar yang akan menghasilkan energi listrik. Pada belitan rotor diberi arus eksitasi DC yang akan menciptakan medan magnet. Rotor ini dikopel dengan turbin putar dan ikut berputar sehingga menghasilkan medan magnet putar. Medan magnet putar akan memotong kumparan jangkar yang berada di stator. Dengan adanya perubahan fluks magnetik pada tiap waktunya, maka pada kumparan jangkar akan mengalir gaya gerak listrik yang diinduksi oleh rotor.

Besarnya GGL yang dibangkitkan adalah :

$$E = C \cdot n \cdot \Phi$$

Dimana : E = Gaya Gerak Induksi (Volt)

C = Konstanta

n = Kecepatan putaran generator

Φ = Fluksi

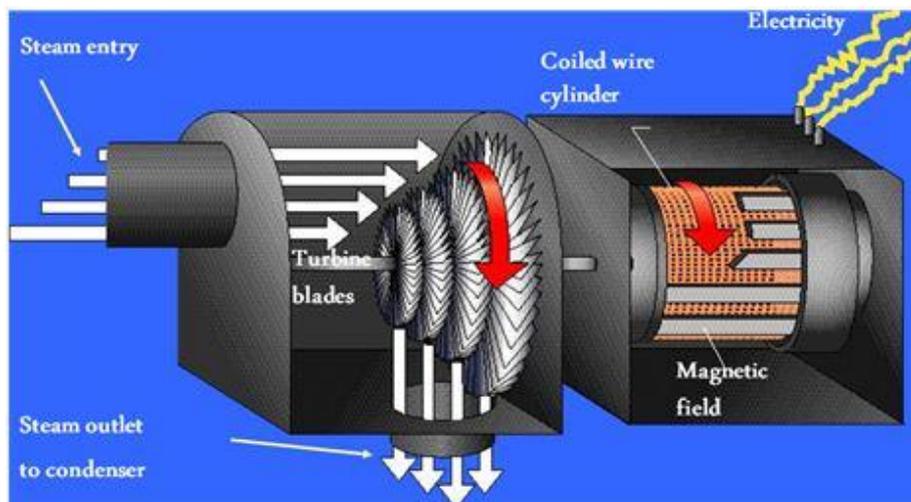
Bila suatu generator mendapatkan pembebanan yang melebihi kapasitasnya, maka akan mengakibatkan generator tidak bekerja bahkan akan mengalami kerusakan. Untuk mengatasi kebutuhan listrik atau beban yang terus meningkat bisa diatasi dengan menjalankan generator lain yang kemudian dioperasikan secara parallel dengan generator yang telah bekerja sebelumnya pada satu jaringan listrik yang sama. Sehingga bila salah satu generator tiba-tiba mengalami gangguan, maka generator dapat dihentikan serta beban dialihkan pada generator lain.

Terhubungnya suatu generator dengan generator lainnya dalam suatu jaringan interkoneksi yang dioperasikan secara paralel harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Nilai efektif arus bolak-balik dari tegangan harus sama.
- b. Tegangan generator yang diparalelkan mempunyai bentuk gelombang yang sama.
- c. Frekuensi kedua generator atau frekuensi generator dengan jala-jala harus sama.
- d. Urutan fasa dari kedua generator harus sama.

2.2.2 Turbin Uap

Turbin uap merupakan suatu penggerak yang menubah energi potensial menjadi energi kinetik, dan energi kinetik selanjutnya diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros turbin. Poros turbin akan dihubungkan dengan mekanisme yang digerakkan. Turbin uap biasa digunakan pada berbagai bidang industri untuk pembangkit listrik.



Gambar 2.2 Generator Turbin Uap

Prinsip kerja turbin uap yaitu uap masuk kedalam turbin melalui nosel. Didalam nosel energi panas dari uap diubah menjadi energi kinetis dan uap mengalami pengembangan. Tekanan uap pada saat keluar dari nosel lebih kecil dari pada saat masuk ke dalam nosel, akan tetapi sebaliknya kecepatan uap keluar nosel lebih besar dari pada saat masuk ke dalam nosel. Uap yang memancar keluar dari nosel diarahkan ke sudu sudu turbin yang berbentuk lengkungan dan dipasang disekeliling roda turbin. Uap yang mengalir melalui celah itu dibelokkan kearah mengikuti lengkungan dari sudu turbin. Perubahan kecepatan uap ini menimbulkan mendorong dan kemudian memutar roda dan poros turbin.

Adapun komponen-komponen dalam turbin uap adalah sebagai berikut :

- 1) Casing; Berfungsi sebagai penutup bagian utama turbin. Material yang dipakai harus mampu menahan tekanan dan temperatur tinggi.
- 2) Rotor; Rotor adalah bagian terpenting dari suatu konstruksi turbin yang berputar, dimana fungsinya sebagai pengikat sudu-sudu.
- 3) Nozzle; Alat untuk mengarahkan tekanan uap untuk memutar sudu (blade) turbin.
- 4) Wheel; Merupakan kumpulan rangkaian sudu-sudu jalan yang terangkai pada shaft rotor, diikat dengan shroud dan dibuat per bagian sesuai dengan desain dari pabrikan.
- 5) Gland Packing; Sebagai penyekat untuk menahan kebocoran baik kebocoran uap maupun kebocoran oli.
- 6) Labirinthe Ring; Mempunyai fungsi yang sama dengan gland packing yaitu pengaman terhadap kebocoran oli.
- 7) Bearing Pendestal; Merupakan kedudukan atau tahanan dari poros rotor agar dapat bekerja efisien.
- 8) Journal Bearing; Berfungsi untuk menahan gaya radial poros rotor (gaya tegak lurus terhadap poros rotor).
- 9) Thrust Bearing; Berfungsi untuk menahan atau untuk menerima gaya aksial rotor (gaya sejajar terhadap poros).
- 10) Oil Deflector; Merupakan bagian dari inner part yang terpasang pada sisi depan dan belakang dari bearing yang fungsinya sebagai seal atau perapat agar pelumas tidak terjadi cross air pada saat pelumasan pada bearing beroperasi

- 11) Cooler; Disebut juga Trust Dish sebagai tumpuan dari trust-pad.
- 12) Main Oil Pump; Berfungsi untuk memompakan oli dari tangki untuk disalurkan pada bagian-bagian yang berputar pada turbin.

2.2.3 Daya

Daya merupakan banyaknya perubahan energi terhadap waktu dalam besaran tegangan dan arus. Daya listrik dapat dibagi menjadi 3 yaitu daya nyata (P), daya reaktif (Q), dan daya semu (S).

- a. Daya nyata P merupakan daya sebenarnya yang dibutuhkan oleh beban-beban listrik/peralatan rumah tangga. Satuan daya nyata adalah watt (W).
- b. Daya reaktif Q adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban-beban induktif. Satuan dari daya reaktif adalah volt ampere reaktif (VAR).
- c. Daya semu merupakan resultan antara daya nyata dan daya reaktif. Satuan dari daya semu adalah volt ampere (VA).
- d. Faktor daya ($\cos \phi$) merupakan suatu konstanta pengali dengan nilai 0 sampai 1, yang menunjukkan seberapa besar daya nyata yang diserap oleh beban resistif dari daya semu yang ada pada suatu beban total.