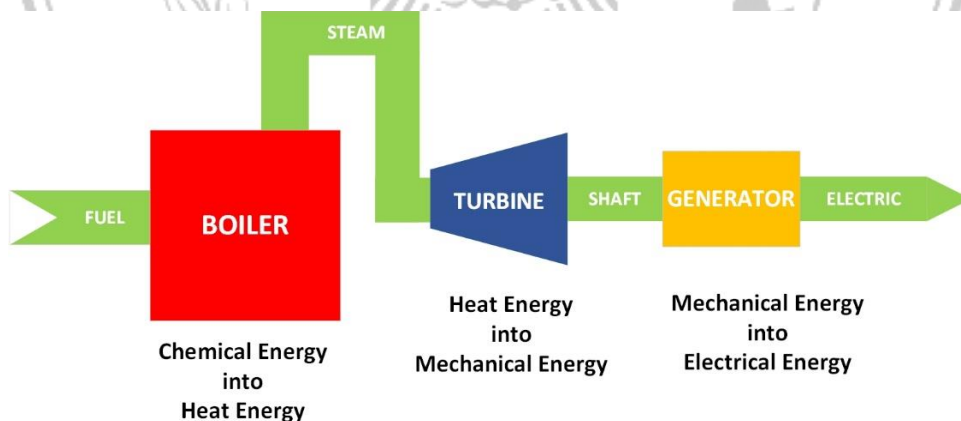


BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit listrik tenaga uap memanfaatkan energi gerak (*Kinetic Energy*) uap panas untuk mendapatkan tegangan listrik. Jenis dasar pembangkit listrik ini adalah generator yang disambungkan dengan turbin, yang memerlukan energi gerak (*Kinetic Energy*) dari uap panas bertekanan untuk memutar turbin. Bahan bakar dapat berupa batu bara (padat), minyak (cairan), atau gas. Ada kalanya sebuah PLTU menggunakan campuran beberapa jenis bahan bakar. Energi alam (*Primary Energy*) diubah menjadi energi panas (*Heat Energy*) yang merupakan transformasi energi yang pertama dilakukan PLTU. Perubahan ini dilakukan di ruang penyalan boiler PLTU. Energi panas (*Heat Energy*) memanaskan air di dalam pipa boiler, sehingga menghasilkan uap bertekanan yang terkumpul di dalam tangki boiler. Kemudian, energi mekanik (*Mechanical Energy*) yang diakibatkan turbin uap diubah menjadi energi listrik (*Electrical Energy*) oleh generator [12]. Aturan fungsi suatu PLTU yang dapat diuraikan pada Gambar 2.1

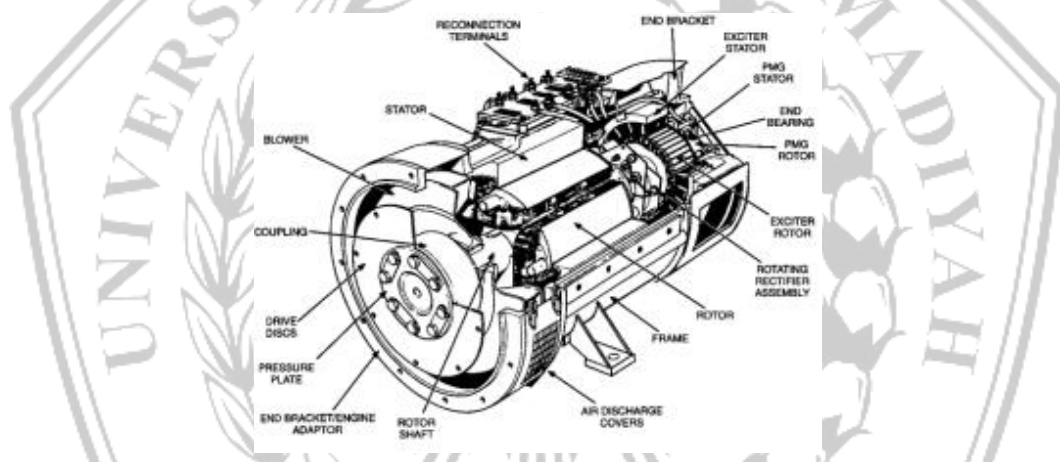


Gambar 2.1 Prinsip Kerja PLTU

2.2 Generator Sinkron

Generator sinkron adalah sejenis generator listrik dimana energi mekanik (*Mechanical Energy*) diubah menjadi energi listrik serta memutar putaran rotor yang memangkaskan medan elektromagnetik yang diakibatkan oleh stator. Karena total putaran rotor setara dengan total putaran medan magnet pada stator, maka generator tersebut dikenal sebagai generator sinkron [13].

Generator sinkron terdiri dari tiga bagian: stator, rotor, dan lubang udara. Stator merupakan bagian yang diam di dalam generator yang terkoordinasi, sedangkan rotor merupakan bagian yang berputar dalam stator dengan eksiter yang menyuplai arus listrik DC ke gulungan medan. Lubang udara merupakan celah diantara rotor dan stator [13]. Model generator sinkron yang dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Generator Sinkron

2.3 Prinsip Kerja Generator

Disaat gulungan medan rotor dikopel menggunakan daya eksitasi tertentu, arus listrik DC diberikan kepada gulungan medan. Terdapat fluks dengan amplitudo konstan terhadap waktu ketika arus listrik DC mengalir melewati gulungan medan. Penggerak utama (*Prime Mover*) yang terhubung ke rotor diaktifkan secara instan, memutar rotor pada kecepatan nominalnya dan mengitari medan magnet yang diciptakan oleh gulungan medan. Stator terdapat fluks magnet yang besarnya

berubah-ubah karena gulungan jangkar terinduksi oleh medan putar. Ketika fluks magnet berubah, gaya gerak listrik (GGL) terjadi di ujung gulungan [14].

GGL gulungan stator juga berputar secara sinkron dengan kecepatan putaran rotor, atau bergantian. Frekuensi listrik generator sinkron juga tercipta secara sinkron oleh kecepatan putaran rotor. Rotor generator sinkron terdiri dari sumber arus listrik DC dan rangkaian elektromagnet. Rotor digerakkan oleh medan magnet rotor. Karena kecepatan putaran rotor serupa dengan kecepatan medan magnet, kemiripan tersebut juga menyatakan hubungan diantara frekuensi listrik dan kecepatan putaran rotor yang dihasilkan. Generator harus berputar dengan kecepatan konstan, dan beberapa unit harus dikonfigurasi untuk menghasilkan tenaga listrik pada frekuensi tertentu 50 Hz atau 60 Hz [15].

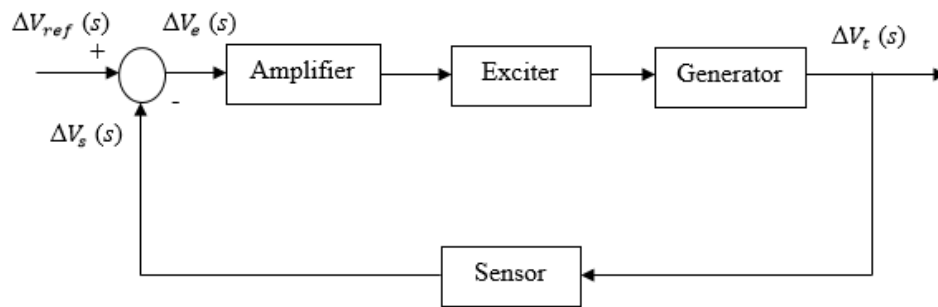
2.4 Sistem Eksitasi

Pada generator, sistem eksitasi digunakan untuk memberikan arus penguat ke gulungan medan generator yang dihasilkan oleh medan magnet yang ditambah dengan arus listrik DC. Arus eksitasi sendiri adalah arus yang disalurkan ke kutub magnet, dan tegangan keluaran generator serta daya reaktif diperoleh dengan memvariasikan besar kecilnya nilai arus eksitasi [16].

Sistem eksitasi terbagi menjadi dua kategori ialah sistem eksitasi tanpa sikat, yang menerapkan sistem generator magnet permanen, dan sistem eksitasi sikat, yang melingkupi sistem eksitasi konvensional dan eksitasi statis [13].

2.5 Automatic Voltage Regulator (AVR)

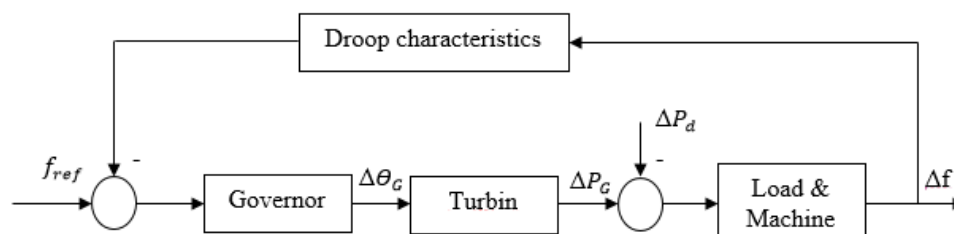
AVR merupakan komponen penting dalam sistem pembangkit listrik. Alat ini digunakan untuk menjaga tegangan keluaran generator tetap konstan meskipun bebannya berfluktuasi. Tegangan pada terminal generator turun dari tanpa beban menjadi beban penuh. Jika tidak ada pengontrol tegangan untuk menjaga tegangan tetap, tegangan ini akan turun dari tanpa beban menjadi beban penuh [17]. Diagram blok model AVR dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Diagram Blok Model AVR

2.6 Load Frequency Control (LFC)

Dalam sistem pembangkit listrik, sistem kendali frekuensi digunakan untuk mengatur fluktuasi frekuensi yang disebabkan oleh perubahan beban. Tujuan dari sistem manajemen frekuensi ini adalah untuk mengatur variasi frekuensi sistem dalam distribusi beban yang harus dipikul oleh generator. Terdapat permasalahan dalam berfungsinya suatu sistem tenaga listrik yang disebut dengan beban sistem, karena daya yang dihasilkan atau dihasilkan harus selalu setara dengan daya yang dikonsumsi oleh pengguna. [18]. Diagram blok model LFC dapat dilihat pada Gambar 2.4



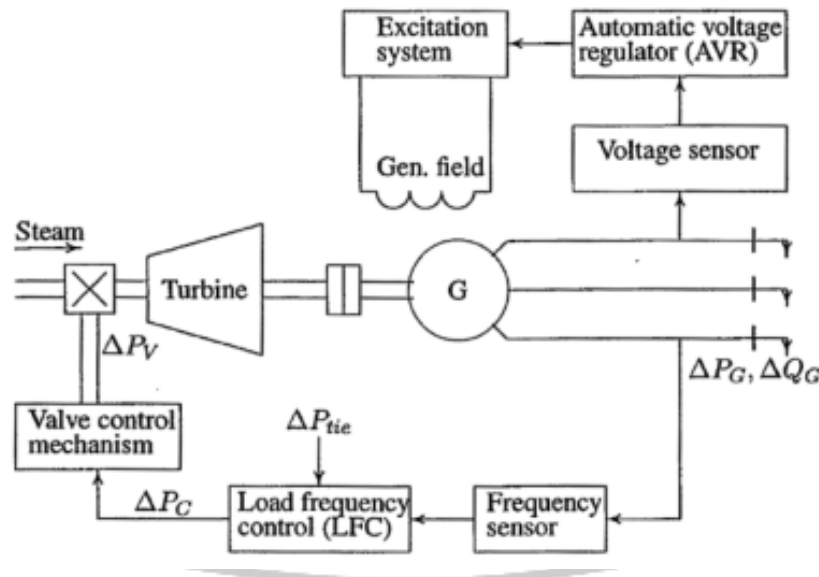
Gambar 2.4 Diagram Blok Model LFC

2.7 AVR dan LFC Control Loops

Generator mengalami perubahan kecepatan sesaat sebagai akibat dari perubahan beban yang tiba-tiba. Ini menyebabkan perubahan kecil pada sudut rotor,

yang mengakibatkan variasi daya nyata dan variasi frekuensi sistem. *AVR Loop* dirancang untuk mempertahankan tegangan terminal generator sinkron, yang pada gilirannya mempertahankan tegangan bus untuk mengubah daya reaktif keluaran. Untuk melakukan ini, eksitasi medan belitan generator sinkron diatur. *AVR Loop* terus merasakan tegangan terminal yang perlu diperbaiki, dihaluskan, dan dibandingkan dengan tegangan DC referensi. Setelah amplifikasi dan pembentukan, tegangan kesalahan digunakan untuk mengatur eksitasi medan generator sinkron [19].

LFC Loop membandingkan frekuensi baru dengan frekuensi lama. Kemudian, sinyal perintah dikirim ke pengatur kecepatan. Pengatur kecepatan mengontrol input uap ke turbin melalui mekanisme pengontrol katup dan mengatur output mekanis turbin di tempat berikutnya. Saat diumpankan ke generator sinkron, output mekanis ini menghasilkan output yang diatur secara nyata [19]. Diagram skematik AVR dan LFC dapat dilihat pada Gambar 2.5

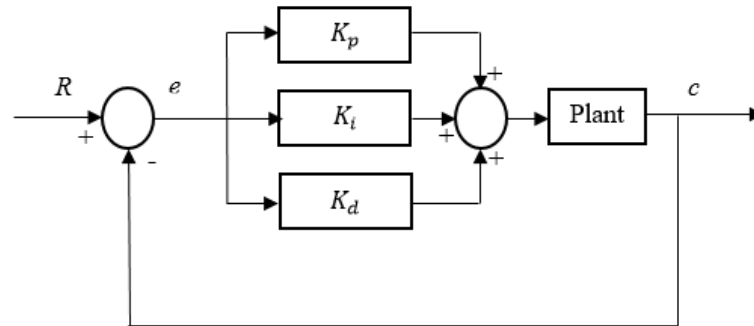


Gambar 2.5 Diagram skematik AVR dan LFC

2.8 PID Controller

Sistem pengontrol PID dapat digunakan untuk mengukur ketepatan sistem instrumentasi dengan memanfaatkan karakteristik umpan balik. PID ialah singkatan

Proportional Integral Derivative, dan sistem pengontrol PID diklasifikasikan menjadi tiga jenis: proporsional, integral, dan turunan. Tergantung pada reaksi yang diinginkan terhadap suatu strategi, ketiganya dapat diterapkan secara bersamaan atau sendiri-sendiri [20]. Diagram blok model PID dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Diagram Blok Model PID

Berikut ini adalah persamaan matematis untuk kontrol PID:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) + K_d \frac{de}{dt} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

K_p : Proporsional Gain

K_i : Integral Gain

K_d : Derivative Gain

2.9 Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm

Karaboga mengembangkan algoritma ABC pada tahun 2005 berdasarkan perilaku mencari makan lebah madu [21]. Pendekatan algoritma ABC mengklasifikasikan lebah buatan menjadi tiga jenis: *Employed Bee* (Lebah Pekerja), *Onlooker Bee* (Lebah Penonton), dan *Scout Bee* (Lebah Pengintai). *Onlooker Bee* menunggu dalam area menari yang berguna mengambil ketentuan

mengenai sumber pangan, sedangkan *Employed Bee* melakukan perjalanan ke sumber pangan yang telah mereka kunjungi. *Scout Bee* merupakan satu-satunya lebah yang mencari pangan secara tidak tentu [21].

Menemukan jawaban optimal merupakan kegunaan dari model ABC ini. Jawaban terhadap masalah optimasi adalah posisi sumber pangan, dan total nektar pada sumber pangan berkorelasi berupa kualitas solusi terkait [21].

