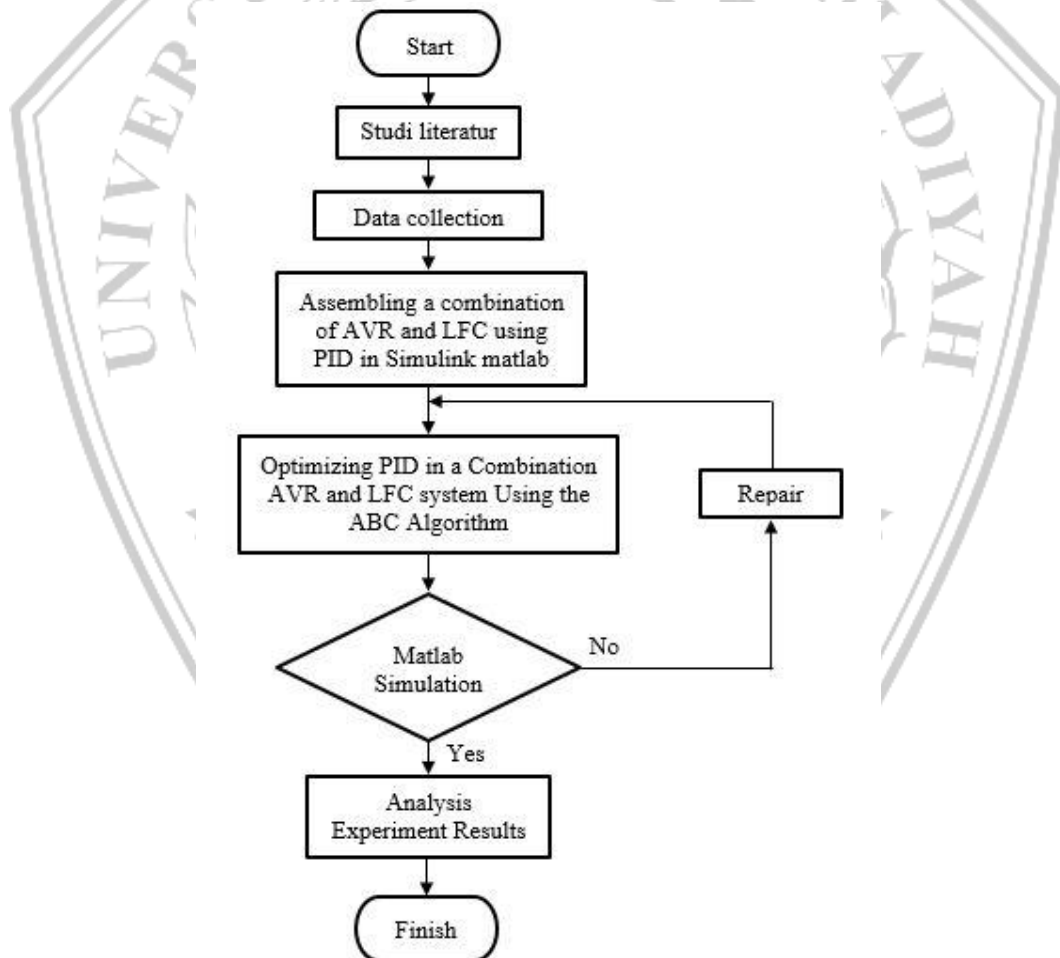


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi masalah, studi literatur, mengumpulkan data, memodelkan sistem, membuat desain sistem, dan menguji sistem. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencapai kestabilan tegangan dan frekuensi dari output generator melalui optimasi kontroller pada AVR dan LFC dengan menggunakan algoritma ABC. Berikut metode alur penelitian yang secara garis besar seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 *Flowchart* Alur Penelitian

3.2 Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan untuk mendapatkan informasi dan referensi untuk membantu proses penelitian. Literasi AVR dan LFC termasuk buku, jurnal, dan skripsi.

3.3 Pengumpulan Data

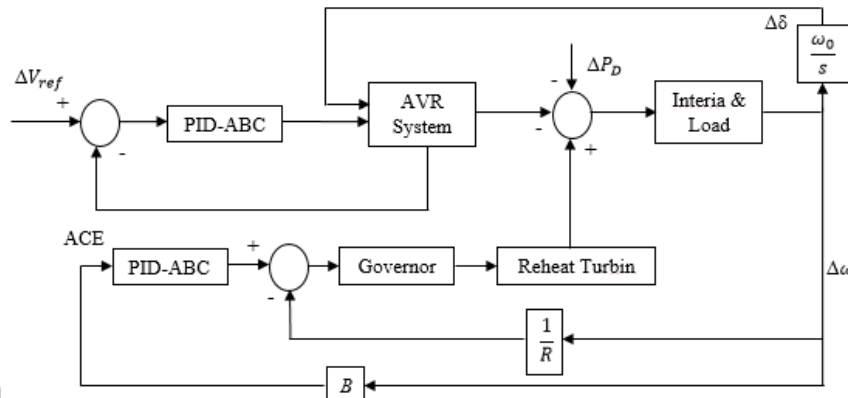
Data untuk parameter-parameter penelitian ini dikumpulkan dari referensi jurnal yang tersedia [3]. Berikut adalah data parameter yang ditunjukkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Parameter Kombinasi AVR dan LFC

Parameter	Nilai
Respon waktu governor induksi (T_G)	0,08 s
Respon waktu turbin induksi (T_T)	0,3 s
Inertia constant (H)	3,5 s
ΔP_D	0,01 p.u
Penguat pengatur exciter induksi (K_e)	1,0
Respon waktu exciter induksi (T_e)	0,4 s
Penguat pengatur amplifier induksi (K_a)	10
Respon waktu amplifier induksi (T_a)	0,1 s
Penguat pengatur generator field induksi (K_{field})	0,8
Respon waktu generator field induksi (T_{field})	1,4 s
Penguat pengatur sensor induksi (K_s)	1,0
Respon waktu sensor induksi (T_s)	0,05 s
R	2,4 Hz/p.u
D	1,0 MW/Hz

3.4 Pemodelan Sistem

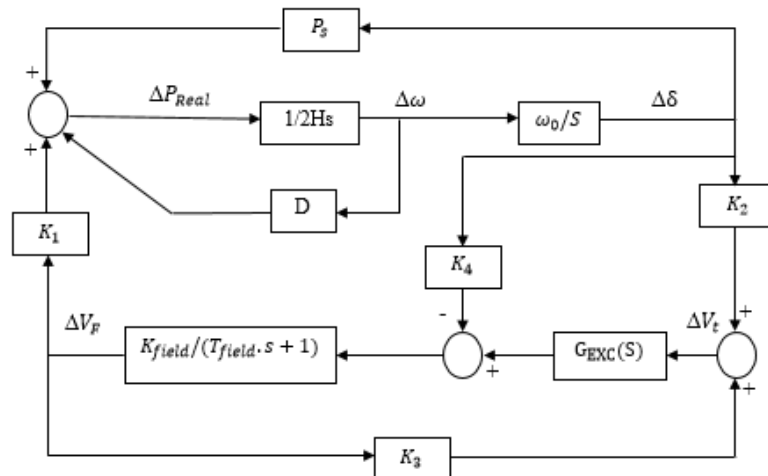
Pemodelan sistem ini menggunakan controller PID pada sistem kombinasi AVR dan LFC untuk memungkinkan AVR dan LFC untuk menstabilkan tegangan dan frekuensi output generator. Pemodelan sistem dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Diagram Blok Skema Baru Kombinasi AVR dan LFC

3.5 Pemodelan Generator Sinkron

Pemodelan generator sinkron digunakan dalam simulink matlab. Ini terhubung ke generator sinkron bertipe linearized dan kemudian dipadukan dengan controller PID pada AVR dan LFC, yang dituning dengan ABC, untuk menjaga output tegangan dan frekuensi generator stabil. Model diagram blok generator sinkron linearized dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Diagram Blok Generator Sinkron Linearized

Jika model AVR menggunakan efek tegangan nyata yang kecil, sistem beban generator akan menerima satu masukan tambahan $\Delta P_{Real}(s)$ bersama $\Delta P_T(s)$ dan $\Delta P_D(s)$, dan keluaran $\Delta\omega$ akan diberikan oleh:

$$\Delta\omega(s) = \frac{1}{2Hs+D} [\Delta P_T(s) - \Delta P_D(s) - \Delta P_{Real}(s)] \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana

$$\Delta P_{Real} = P_s \Delta\delta + K_1 \Delta V_F \dots\dots\dots (3.2)$$

Selain itu, persamaan dapat ditulis sebagai berikut dengan mempertimbangkan pengaruh sudut rotor yang sedikit pada tegangan terminal generator:

$$\Delta V_t = K_2 \Delta\delta + K_3 \Delta V_F \dots\dots\dots (3.3)$$

Sebagai contoh, fungsi transfer medan generator dapat diubah untuk memasukkan efek rotor sudut dan ggl stator sebagai berikut:

$$\Delta V_F = \frac{K_{field}}{1+sT_{field}} (\Delta V_e - K_4 \Delta\delta) \dots\dots\dots (3.4)$$

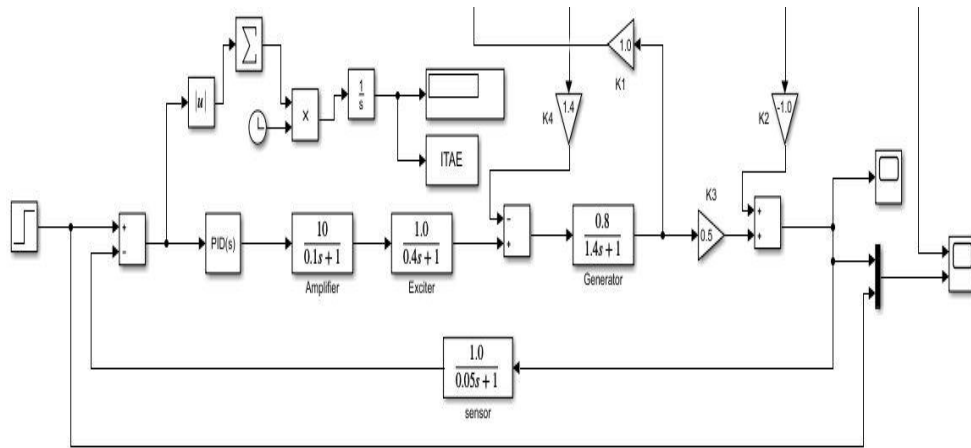
Dimana model fungsi transfer untuk sistem LFC dan AVR adalah linier, untuk nilai K1, K2, K3, dan K4 adalah konstanta [3]. Berikut adalah data parameter generator sinkron liniarized yang ditunjukkan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Parameter Generator Sinkron Liniarized

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	K1	1.0	Pu
2	K2	-0.1	Pu
3	K3	0.5	Pu
4	K4	1.4	Pu
5	Ps	0.145	Pu

3.6 Perancang *Automatic Voltage Regulator* dengan *PID Tunning ABC*

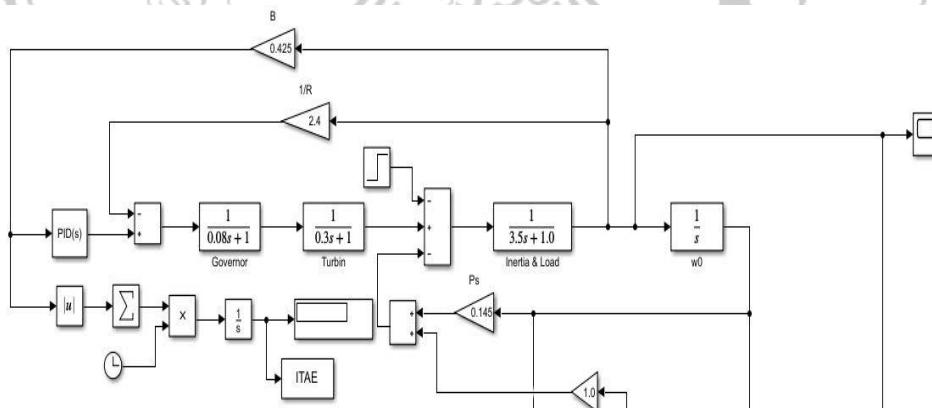
Pada perancangan AVR yang menggunakan kontroller PID memiliki input respons perubahan kecepatan motor dimasukkan dan output PID dikirim ke bagian AVR. Algoritma ABC akan mengoptimisasi nilai gain PID. Berikut adalah model sistem AVR dengan PID dituning dengan ABC pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Diagram Blok AVR dengan PID di *Tunning ABC*

3.7 Perancangan *Load Frekuensi Control* dengan PID *Tunning ABC*

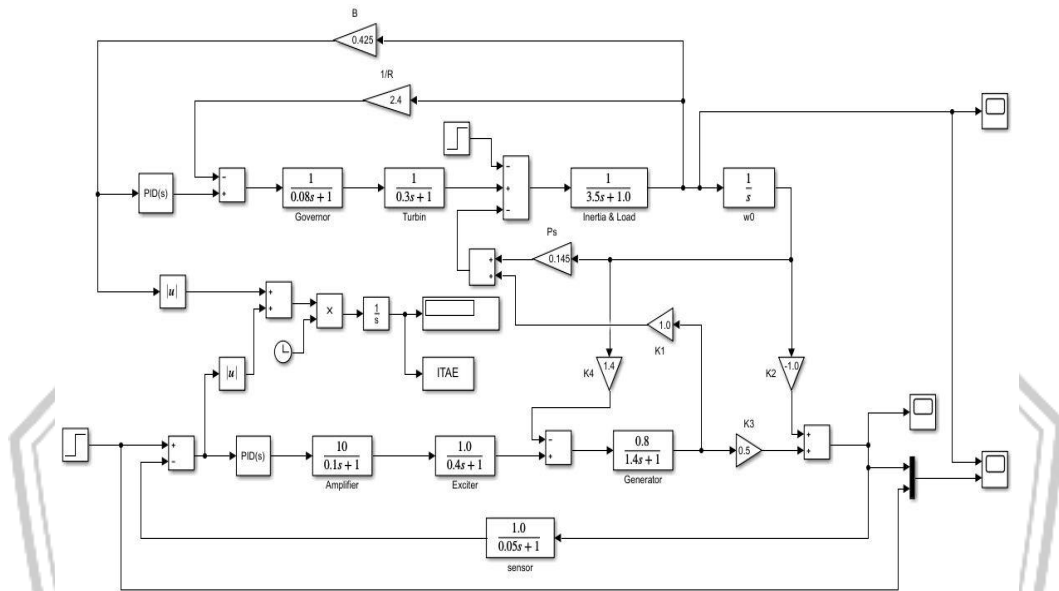
Pada perancangan LFC yang menggunakan controller PID memiliki nilai input dari kecepatan sudut pada output inesia & load dan nilai bias kemudian dikirim ke bagian sistem LFC dengan mengontrol governor dan turbine untuk mendapatkan kestabilan frekuensi pada output generator dalam kondisi beban generator yang sering berubah-ubah. Algoritma ABC akan mengoptimalisasi nilai gain PID. Berikut adalah model sistem LFC dengan PID ditunning dengan ABC pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Diagram Blok LFC dengan PID di *Tunning ABC*

3.8 Perancang *Automatic Voltage Regulator* dan *Load Frekuensi Control* dengan *PID Tunning ABC*

Perancangan sistem ini menggunakan matlab simulink 2017b. Sistem kontrol PID dirancang untuk LFC dan AVR, dan kemudian dituning dengan ABC yang terhubung linearized sebagai sistem tenaga listrik yang luas. Rancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Simulink AVR dan LFC dengan PID di *Tunning ABC*

Penelitian ini adalah berfokus untuk mengevaluasi stabilitas output tegangan dan frekuensi dari sistem generator sinkron yang menggunakan pengontrol PID pada sitem AVR dan LFC. Kemudian, pengontrol gain dioptimalkan atau dituning menggunakan ABC untuk mendapatkan nilai sistem yang optimal. Selain itu, desain ini berfungsi untuk menjaga kekokohan sistem pada frekuensi dan tegangan. Dengan perubahan beban yang sangat berubah, pengontrol akan harus menyesuaikan masukkan untuk menjaga sistem stabil.

3.8.1 Penalaan *ABC Algorithm Tunning PID*

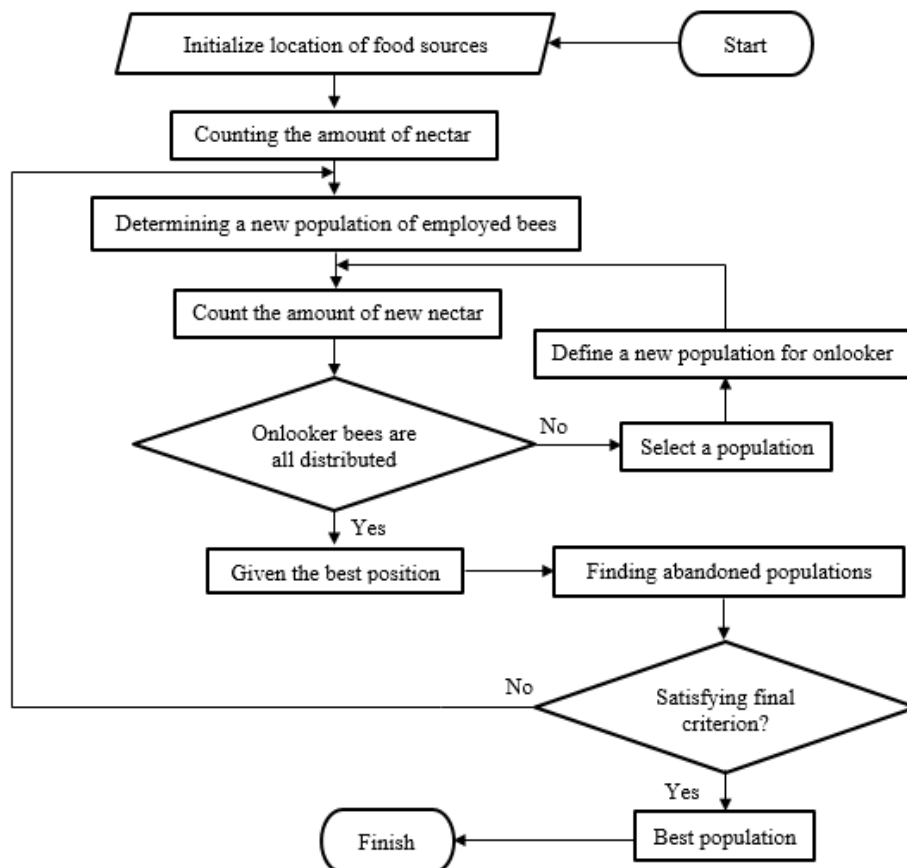
Pengoptimalan algoritma ABC dengan cara menggabungkan metode pencarian lokal (dilakukan oleh lebah pekerja dan lebah penonton) dengan metode pencarian

global (dilakukan oleh lebah penonton dan lebah pengintai). Kombinasi ini dirancang untuk berusaha mencapai keseimbangan antara proses eksplorasi dan eksploitasi. Fungsi objektif dari algoritma ABC dapat diasumsikan dengan persamaan berikut:

$$J = ITAE = \int_0^{t_{sim}} (|\Delta\omega| + |\Delta V_t|) \cdot t \cdot dt \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana $\Delta\omega$ adalah penyimpangan frekuensi dan ΔV_t adalah perubahan dalam tegangan terminal yang mempertimbangkan batas bawah dan batas atas untuk nilai parameter PID.

Proses ABC kali ini digunakan untuk menghitung nilai eror dan mendapatkan nilai optimal. Dengan membuat program ABC pada matlab, ABC akan bekerja untuk mencari nilai gain yang paling optimal dari pengatur PID untuk mendapatkan respons sistem yang baik. Berikut adalah flowchart secara umum pencarian nilai menggunakan ABC yang dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Flowchart bagaimana ABC mengoptimasi PID

Mengatur batas parameter PID adalah langkah pertama. Setelah itu, parameter ABC seperti jumlah siklus maksimum, dimensi koloni, parameter batas, dan jumlah variable diinisialisasi diatur. Setiap solusi yang mungkin menghasilkan batas maksimum dan minimum (x_{max} dan x_{min}) sesuai dengan persamaan berikut:

$$x_i = x_{min} + rand(M, D)(x_{max} - x_{min}) \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana D adalah jumlah parameter yang dioptimalkan dan M adalah jumlah pekerja yang bekerja, serta $i = 1, 2 \dots\dots N$ (jumlah solusi).

Langkah kedua adalah menghitung jumlah nektar yang dihasilkan dari populasi dengan menggunakan fungsi objektif.

Langkah ketiga, fase lebah, dilakukan untuk menilai sumber makanan baru dengan menggunakan persamaan berikut:

$$v_{ij} = x_{ij} + \emptyset_{ij}(x_{ij} - x_{kj}) \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana \emptyset_{ij} adalah angka acak antara $[-1, 1]$, $k = 1, 2, \dots\dots, SN$, dan $k \neq i$.

Langkah keempat, yang disebut sebagai fase onlooker lebah, adalah menentukan sumber makanan lebah berdasarkan kemungkinan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_i = \frac{fit_i}{\sum_{n=1}^{SN} fit_n} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana fit_i adalah *fitness* dari x_i .

Langkah kelima yaitu Lebah pengintai atau lebah pekerja yang tidak dapat meningkatkan sumber makanannya pada akhir siklus, akan menjadi lebah pengintai dengan menggunakan persamaan (3.6) untuk mencari sumber makanan acak.

3.9 Pengujian Sistem Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini melakukan pengujian sistem terlebih dahulu. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kontrol AVR dan LFC dengan linearized menggunakan kontrol PID yang dioptimalkan oleh *Artificial Bee*

Colony Algorithm. Pengujian sistem ini akan dibagi ke dalam beberapa tahap, seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

1. Pengujian model sistem AVR dan LFC menggunakan *PID controller*.
2. Pengujian model sistem AVR dan LFC menggunakan *PID controller* yang di *tunning* dengan *Artificial Bee Colony Algorithm*.
3. Perbandingan pengujian model sistem AVR dan LFC menggunakan *PID controller* dan *PID controller* yang di *tunning* dengan *Artificial Bee Colony Algorithm*.
4. Perbandingan pengujian model sistem *PID controller* yang di *tunning* dengan *Artificial Bee Colony Algorithm* dan *Cuckoo Search*.
5. Pengujian model sistem AVR dan LFC menggunakan *PID controller* yang di *tunning* dengan *Artificial Bee Colony Algorithm* ketika perubahan beban.

