

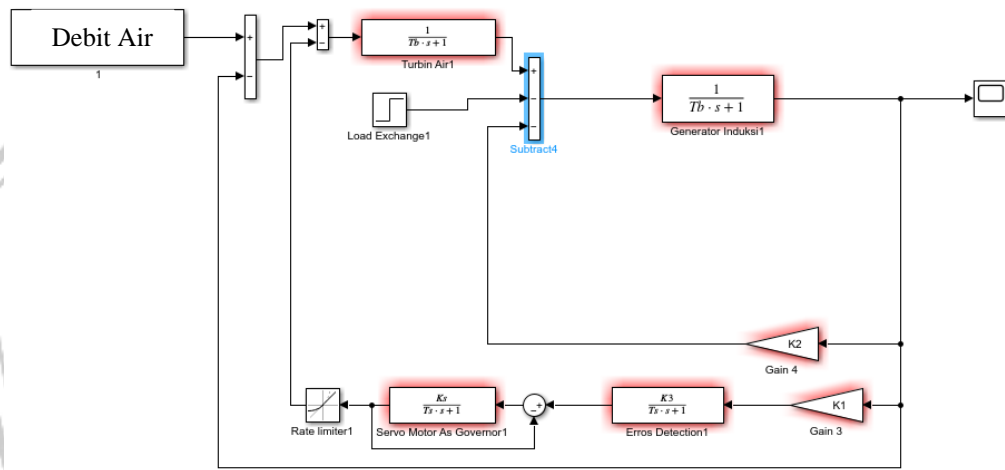
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III ini akan dijabarkan rancangan dari simulasi rangkaian PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Gambar skema dari rangkaian hendak dipaparkan pada gambar 3.1 dibawah ini

3.1 Diagram Blok

Secara keseluruhan penelitian ini memaparkan dengan diagram blok sistem pada Gambar 3.1 berikut.



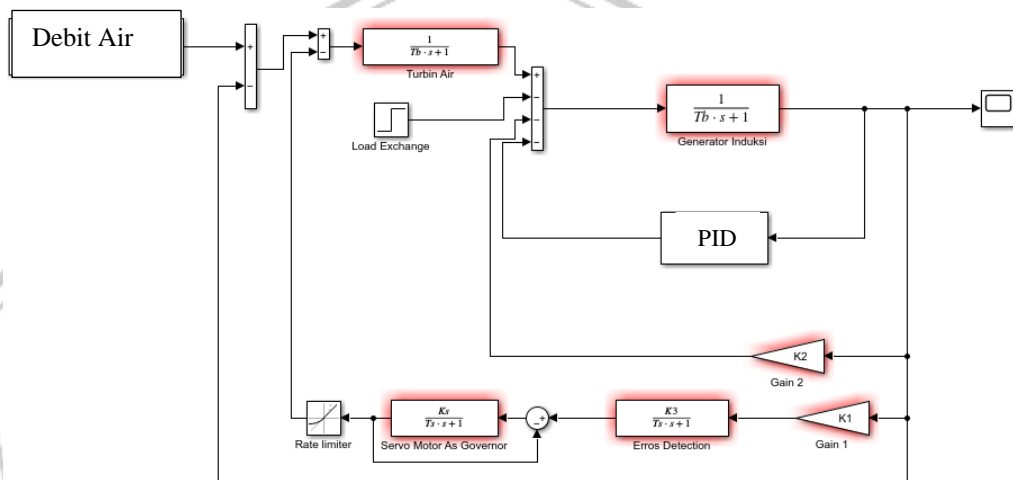
Gambar 3.1 Diagram Blok Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Pada diagram blok diatas terdapat variable-variabel yang menyatakan masing-masing bagian dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Yang pertama dari bagian input system yang nilainya didapat dari besarnya debit air yang berguna untuk memutar turbin air. Selanjutnya pada blok turbin air terdapat variabel T_b . Pada turbin, energi air yang memutar turbin dikonversi menjadi daya mekanis yang merupakan salah satu nilai masukan untuk generator.

Dari generator akan di teruskan ke blok pendeteksi error, dan setelah itu akan di teruskan ke servomotor yang digunakan sebagai governor. Pada blok servomotor terdapat variabel K_s dan T_s . Adapun hasil output dari governor juga ada yang di umpan balikkan sebagai nilai input dari governor. Dan juga ada output dari governor yang diteruskan ke rate limiter, fungsi

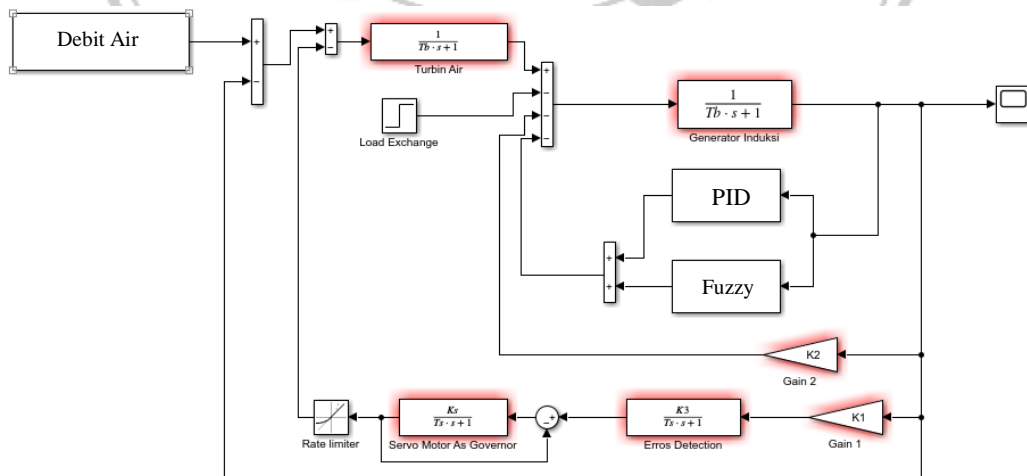
dari rate limiter sebagai pembatas saturasi terendah dan saturasi tertinggi sesuai yang ditentukan.

Selain variabel – variabel yang telah ditentukan pada tabel, terdapat juga nilai input pada generator yang berasal dari komponen load exchange atau perubahan frekuensi beban. Sinyal input dampak dari perubahan beban ini yakni bagian yang sangat menentukan bagaimana system pengaturan frekuensi ini berjalan. Nilai dari sinyal ini dapat berubah-ubah tergantung dari besar kecilnya beban daya listrik yang dipakai konsumen.



Gambar 3.2 Diagram Blok PLTMH Dengan PID

Gambar diatas menunjukkan diagram blok pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang ditambahkan kontrol PID yang diumpun balikkan dengan generator jadi sinyal keluaran dari PID diteruskan ke generator kembali pada sisi input generator.



Gambar 3.3 Diagram Blok PLTMH Dengan Fuzzy PID

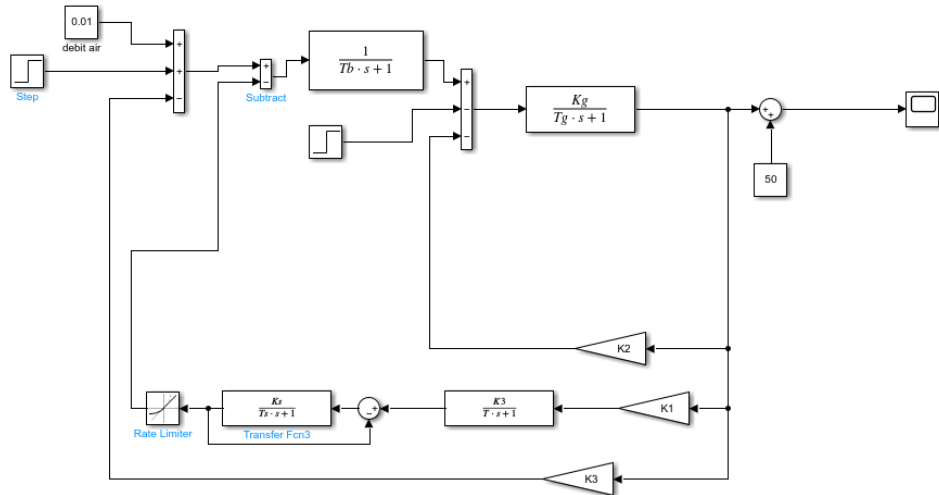
Gambar 3.3 menunjukkan diagram blok pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang ditambahkan kontrol Fuzzy PID yang diumpan balikkan dengan generator jadi sinyal keluaran dari Fuzzy PID diteruskan ke generator kembali pada sisi input generator, diumpan balikkan ke generator dikarenakan yang dikendalikan ialah daya beban dari generator.

3.2 Pemodelan Sistem

Dalam kerangka penelitian ini pemodelan sistem dilakukan dengan menggunakan software simulasi pemodelan PLTMH secara keseluruhan. Simulasi MATLAB/SIMULINK pengaturan frekuensi pengontrol PID Fuzzy dioptimasi menggunakan Differential Evolution (DE) dan Cuckoo Search Algorithm (CSA) dengan tujuan untuk menentukan seberapa cepat pengontrol merespons perubahan beban. Setelah informasi yang diperlukan diperoleh, perancangan sistem PLTMH kami selesaikan dengan pengontrol PID tanpa optimasi, PID dengan optimasi DE dan CSA, PID Fuzzy dalam bentuk persamaan linier. Sistem simulasi kemudian dimodelkan agar sesuai dengan data yang diperoleh, pada system tersebut akan diberikan beban yang bervariasi 1pu pada detik 40, 1.15pu pada detik 70 dan 1.01pu pada detik 90, setelah melakukan pengujian nantinya dapat menentukan sistem mana yang memiliki respons terbaik terhadap perubahan beban. Selanjutnya, akan membandingkan respons frekuensi yang terdapat dari setiap system. Hasil perbandingan tersebut akan dianalisis dan dibuat kesimpulan pada penulisan penelitian ini.

3.2.1 Perancangan Model Sistem PLTMH

Gambar 3.4 menyajikan diagram blok dari sistem PLTMH yang belum disertakan kontroller pada Software Simulink Matlab. [3]



Gambar 3. 4 Model PLTMH pada Software Simulink Matlab

Pada Gambar 3.4, PLTMH terdiri dari sebagian komponen utama (turbin air, generator induksi). Saat mengendalikan motor servo, sinyal $\Delta\omega$ dari keluaran generator induksi dilanjutkan ke blok pendeteksi error. Kemudian dikirim ke input motor servo. Sebagian keluaran motor servo diumpan balikkan ke masukan motor servo. Sebagian dari ini juga dikirim ke blok rate limiter. Kemudian masuk ke unit turbin. Keluaran turbin menjadi masukan generator induksi. Selain daya turbin, beban dan daya generator juga ditingkatkan. Ini menjadi masukan ke generator induksi. Selain itu juga ada penguatan droop karakteristik yang menstabilkan penyaluran beban antara masing-masing generator.

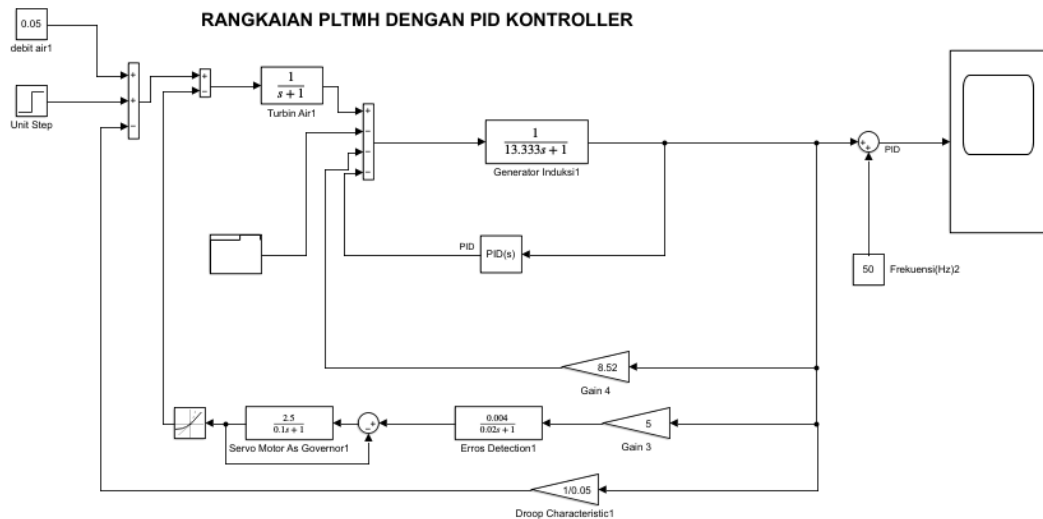
Variabel - variabel yang dipakai dalam model sistem PLTMH merujuk kepada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Variabel Sistem PLTMH Refrensi (Rizky Zakaria, 2022) [14]

Variabel	Keterangan	Nilai
f	Frekuensi Nominal (Hz)	50
T_b	Respon Waktu Turbin Air (s)	1
T_g	Respon Waktu Generator Induksi (s)	13.333
T_s	Konstanta Waktu Governor (s)	0.1
K_1	Konstanta Penguatan Pendeteksi Error	5
K_2	Konstanta Penguatan Deviasi Frekuensi	8.52
K_3	Konstanta Penguatan Pengatur Pendeteksi Error	0.004
K_g	Konstanta Penguatan Pengatur Generator (s)	1
K_s	Penguatan Pengatur Governor	2.5
K	Gain Droop Karakteristik	1/0.05
T	Respon Waktu Pendeteksi Error	0.02

3.2.1 Perancangan Model Sistem PLTMH Dengan PID Tanpa Optimasi

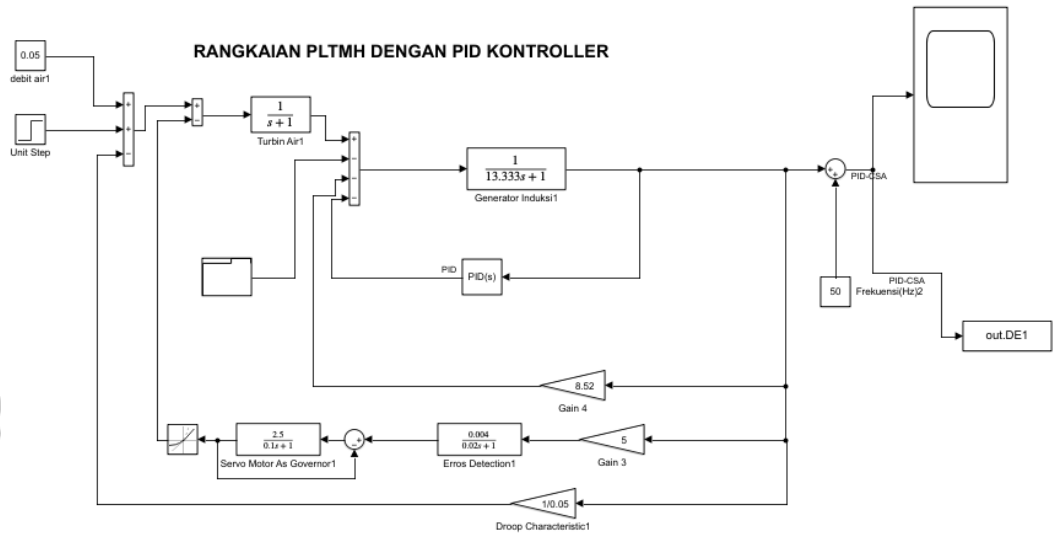
Gambar 3.5 menyatakan diagram blok dari sistem PLTMH dengan PID untuk melihat respon frekuensi beban yang dihasilkan pada aplikasi Simulink matlab.



Gambar 3.5 Model PLTMH Dengan Kontrol PID Tanpa Optimasi

3.2.2 Perancangan Model Sistem PLTMH Dengan PID Dengan Optimasi

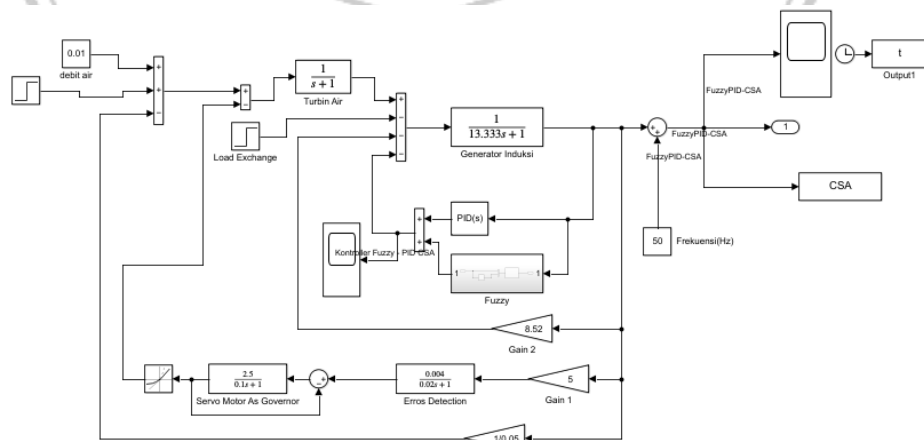
Gambar 3.6 menyatakan diagram blok dari sistem PLTMH dengan PID dengan optimasi DE dan CSA untuk melihat respon frekuensi beban yang dihasilkan pada aplikasi Simulink matlab.



Gambar 3. 6 Model PLTMH Dengan Kontroler PID Yang Dioptimasi Dengan DE dan CSA

3.2.3 Perancangan Model Sistem PLTMH Yang Telah Ada Penambahan Kontroler Fuzzy – PID

Gambar 3.7 menyatakan diagram blok dari sistem PLTMH yang telah ada penambahan kontrol PID – fuzzy guna meningkatkan respon frekuensi beban yang ada pada aplikasi Simulink matlab.

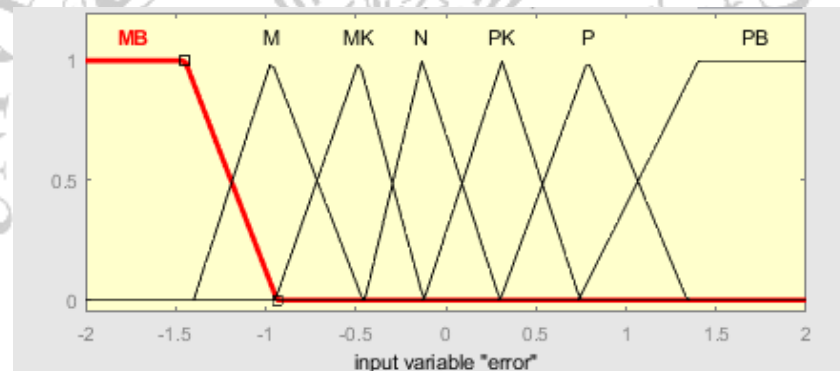


Gambar 3.7 Model PLTMH Perancangan Model Sistem PLTMH Yang Telah Ada Penambahan Kontroler PID – Fuzzy

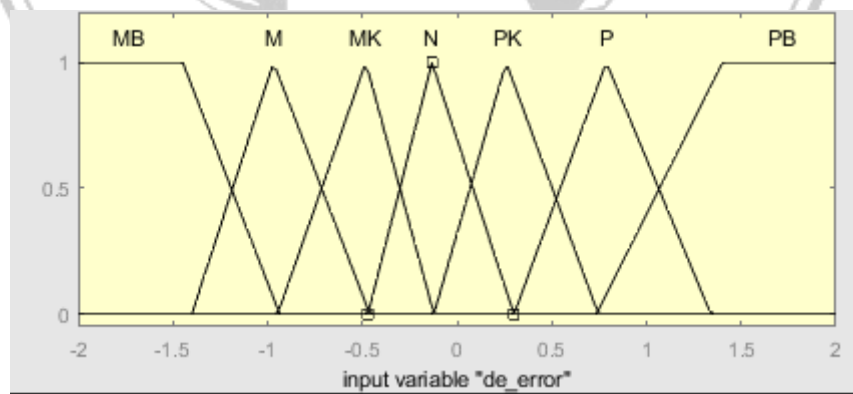
untuk mencapai respon frekuensi beban yang optimal. Pengontrol PID fuzzy dihubungkan ke generator induksi untuk menghasilkan umpan balik. Oleh karena itu, keluaran pengontrol tidak perlu dihubungkan ke turbin dan dapat digunakan kembali sebagai masukan ke generator induksi.

3.2.4 Perancangan Model Kontroller Fuzzy

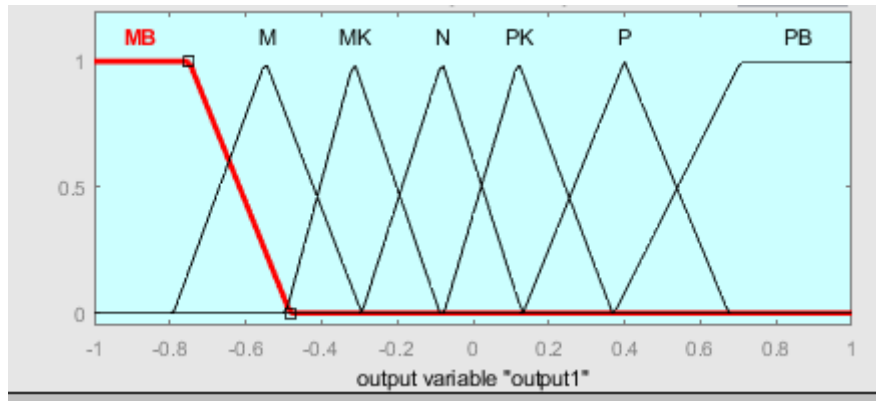
Ada dua nilai masukan dari pengontrol fuzzy, yaitu nilai error $e(t)$ dan delta error $de_error(t)$ didapat dari turunan error itu sendiri. Pengendali fuzzy mempunyai satu sinyal keluaran, yaitu nilai keluaran sesuai keinginan yang diperoleh dengan pengujian sistem yang telah ditambahkan kendali PID. Fungsi keanggotaan data masukan dibagi menjadi 7 level variabel linguistik fuzzy, diantaranya: MB : Min Besar, M : Min, MK: Min Kecil. N: Nol, PK: Plus Kecil, P : Plus dan PB: Plus Besar, bisa diamati pada Gambar 3.8 dan 3.9 berikut ini. Dengan jangkauan nilai dari -2 sampai 2 [15].



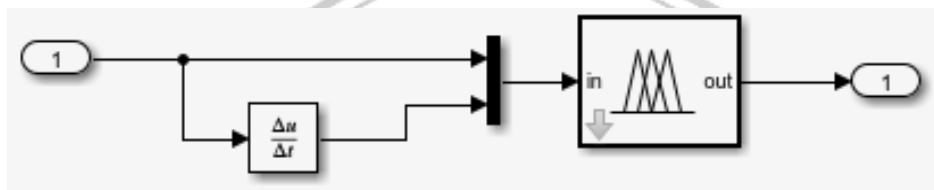
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Dari Input error



Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Dari Input de_error



Gambar 3. 10 Fungsi Keanggotaan Dari Output Fuzzy Kontroller



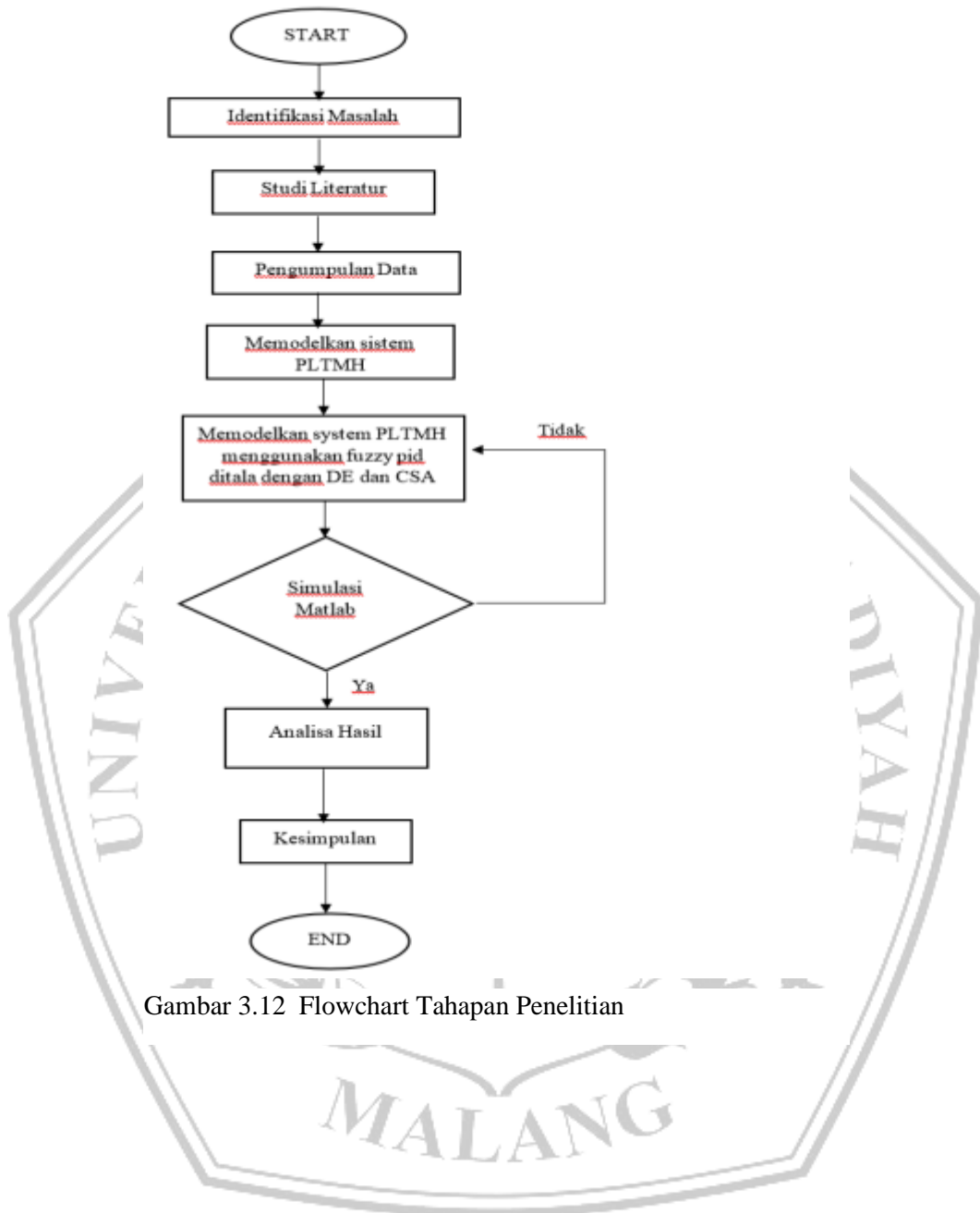
Gambar 3. 11 Model Fuzzy Kontroller Pada Simulink

Terdapat fungsi keanggotaan dari output fuzzy kontroller dipaparkan pada Gambar 3.10 yang dibagi menjadi 7 skala variabel linguistik fuzzy diantaranya: MB : Min Besar, M : Min, MK : Min Kecil, N : Nol, PK : Plus Kecil, P : Plus, PB : Plus Besar. Dengan jangkauan nilai dari -1 hingga 1.

3.2.4 Metode Penelitian

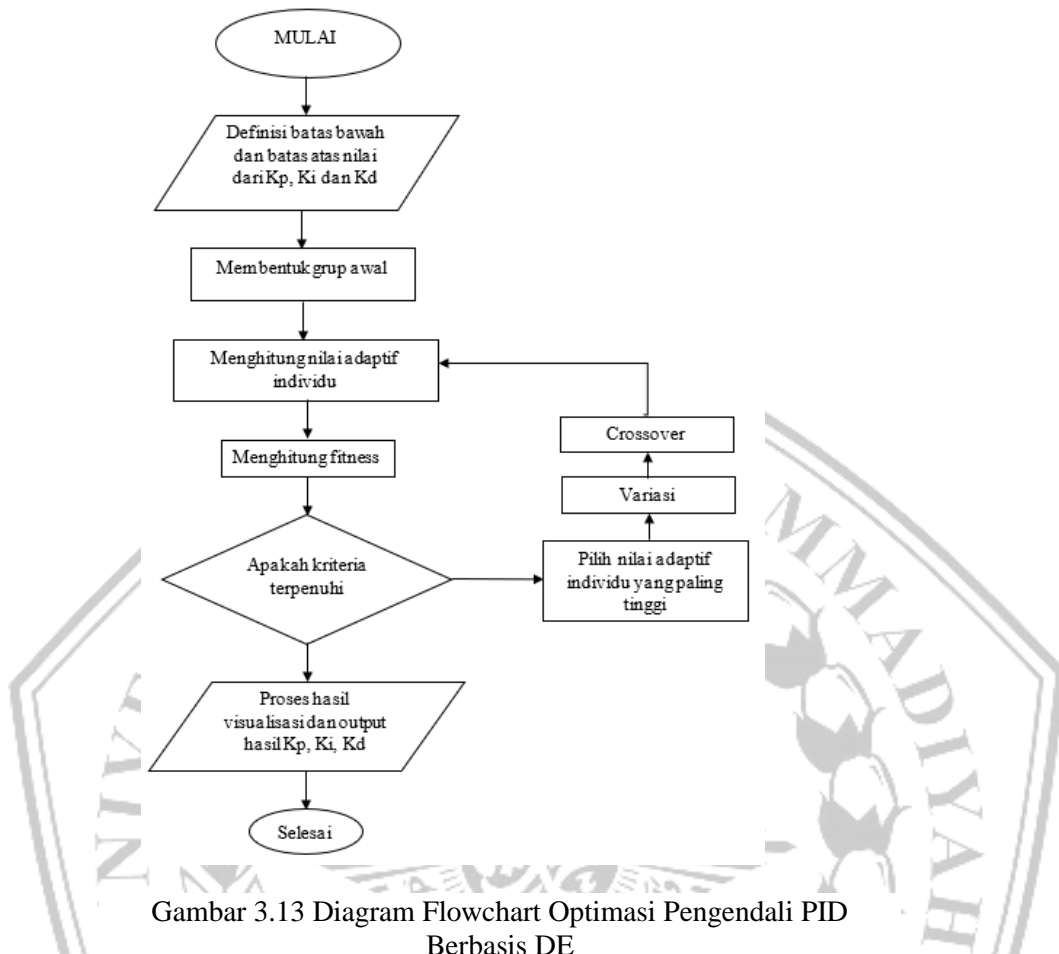
Dari gambar dibawah ini menjelaskan flowchart tahapan penelitian Langkah ke satu adalah mengidentifikasi masalah yang menjadi dasar dari latar belakang penelitian. Kemudian langkah ke dua, studi literatur dilakukan melalui referensi yang terkait baik melalui buku ataupun jurnal. Langkah ke tiga, pengumpulan data terkait parameter pada system PLTMH. Langkah ke empat Kemudian memodelkan sistem PLTMH yang di tuning dengan Fuzzy PID. Langkah ke lima selanjutnya mengoptimasi sistem PLTMH yang dilengkapi kontrol Fuzzy PID dengan menggunakan DE dan CSA untuk penalaan dari parameter PID (K_p , K_i , K_d). Langkah ke enam dari penalaan parameter Fuzzy PID menggunakan metode DE dan CSA adalah untuk mencari hasil yang paling optimal dari metode tersebut kemudian dilakukan simulasi pengujian pada matlab untuk mengetahui frekuensi yang dihasilkan tidak sesuai yang di inginkan maka data frekuensi akan di kelola Kembali

menggunakan Fuzzy PID dengan ditala DE dan CSA. Langkah ke tujuh melakukan Analisa hasil dengan begitu bisa ditarik kesimpulan.



Gambar 3.12 Flowchart Tahapan Penelitian

3.2.5 Differential Evolution (DE)



Gambar 3.13 Diagram Flowchart Optimasi Pengendali PID Berbasis DE

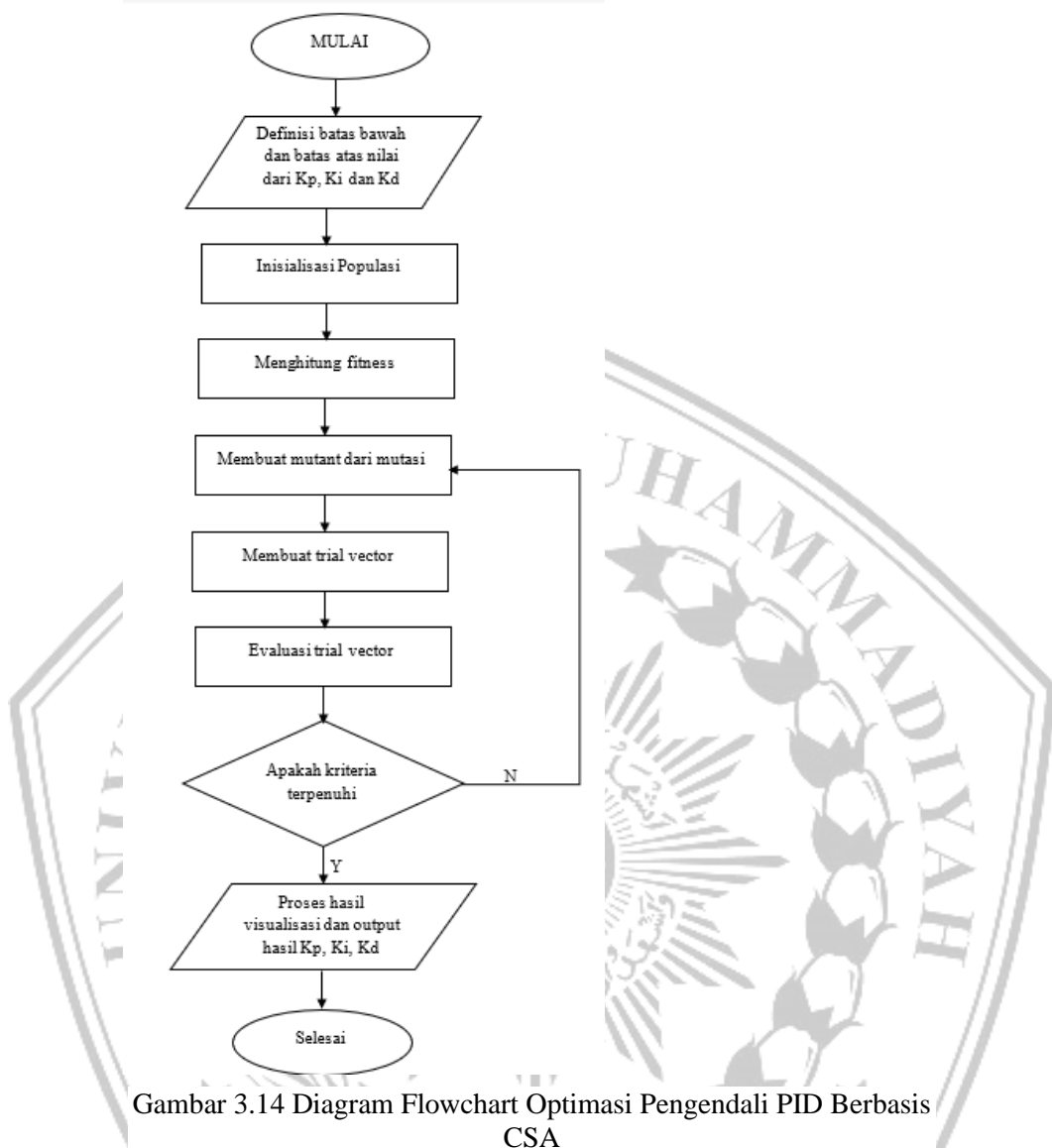
Dari Gambar 3.13 dapat dijelaskan, gambar flowchart Differential Evolution (DE) yang digunakan dalam penelitian ini digunakan untuk menyetel satu parameter pengontrol PID dengan parameter lainnya.

Adapun variabel - variabel DE yang dipakai pada laporan tugas akhir bisa dijabarkan Pada tabel yang tertera di bawah

Tabel 3. 2 Variabel DE

Variabel	Nilai
Populasi	100
Iterasi	50
Probability Crossover	0.8
Faktor Mutasi	0.85

3.2.6 Cuckoo Search Algorithm (CSA)



Gambar 3.14 Diagram Flowchart Optimasi Pengendali PID Berbasis CSA

Dapat lihat pada Gambar 3.14 di atas, ini adalah ilustrasi algoritma pencarian Cuckoo yang digunakan untuk menguji pencarian ini. Memetakan satu parameter ke parameter lainnya pada pengontrol PID.

Adapun variabel - variabel CSA yang dipakai pada laporan tugas akhir bisa dijabarkan Pada tabel yang tertera di bawah.

Tabel 3. 3 Variabel CSA

Variabel	Nilai
Populasi	100
Jumlah sarang	100

Persebaran Telur	0.25
Iterasi	50

3.2.5 Rencana Menguji

Dalam pengujian ini memakai satu model PLTMH, dan diberikan 3 tahapan dalam pengujian. Yang pertama system PLTMH dengan PID yang sudah di tuning dari aplikasi matlab tahun 2021a dengan nilai $K_p= 1$, $K_i=1$, dan $K_d= 0$. kedua pengujian system PLTMH dengan kendali PID yang telah dituning dengan DE (Differential Evolution) dan CSA (Cuckoo Search Algorithm). Ketiga, pengujian sistem PLTMH yang ditambahkan kendali Fuzzy PID yang mana nilai dari K_p , K_i , dan K_d sudah dituning dengan DE dan CSA.

