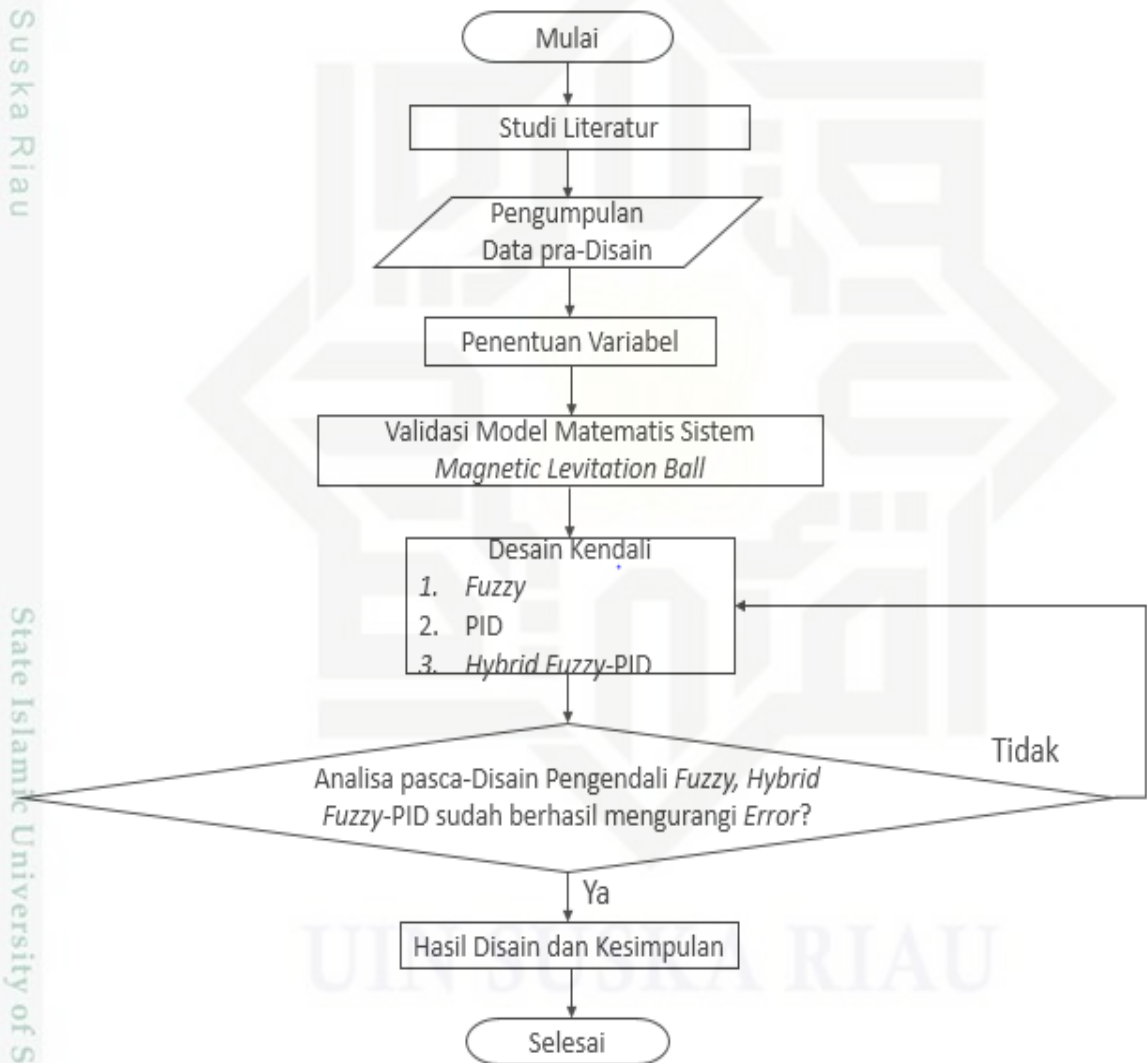


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Metode Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan ataupun langkah-langkah yang penulis lakukan, agar mencapai tujuan yang diharapkan. Maka adapun tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram *Flowchart* penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, penulis terlebih dahulu melakukan identifikasi masalah tentang pengendalian posisi pada sistem *magnetic levitation ball* yang rentan terhadap gangguan agar tetap berada pada posisi yang diinginkan. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah perencanaan agar penelitian ini dalam pengerjaannya sesuai dengan yang diharapkan diawal. Perencanaan dalam penelitian ini meliputi penentuan judul pengujian *plant* sampai dengan tujuan yang diinginkan dari suatu penelitian sehingga terdapat beberapa tahap perencanaan yang harus dilakukan yaitu :

1. Studi Literatur

Mencari dan mempelajari referensi yang terkait dengan tema yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini, mengenai pemodelan matematis *magnetic levitation ball* dan pengendali *fuzzy* maupun *Hybrid Fuzzy-PID* baik dari artikel penelitian yang telah dipublikasikan di internet maupun buku – buku.

2. Pengumpulan Data pra-Disain.

Pada tahap ini, pengumpulan data pra-disain dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari sistem yang akan diteliti meliputi data *setpoint* sebesar 0.00315 m dan ketetapan *transfer function* pada sistem yaitu

$$G = \frac{c}{s^2 + sa + b}$$

dengan :

$$a = 2.381; b = 12766.783; c = 16606.313$$

3. Penentuan Variabel

Data-data pra-disain yang sudah didapatkan dibuat dalam model matematis berbentuk persamaan *transfer function* berbentuk :

$$TF = \frac{16606.313}{s^2 + 2.381s + 12766.783} \tag{3.1}$$

4. Validasi Pemodelan dan Pengujian Matematis *Magnetic Levitation Ball*

Validasi pemodelan dan pengujian *plant* adalah tahap pengujian model matematis dalam bentuk *transfer function* dari sistem *magnetic levitation ball* yang sudah dirubah kedalam bentuk bahasa pemograman *matlab simulink* guna divalidasi bentuk keluaran dari sistem tersebut apakah hasil keluarannya sudah sesuai dengan rujukan.

5. Disain Pengendali *Fuzzy*, PID dan *Hybrid Fuzzy-PID*

Pada tahapan ini, dilakukan perancangan pengendali *fuzzy* dan PID secara terpisah. Kemudian setelah didapatkan, Selanjutnya akan dikombinasikan dengan variabel ‘add’ sehingga mencapai hasil yang diinginkan.

6. Analisa Hasil pasca-Disain

Pada tahap ini penulis akan melakukan analisa dari hasil pengujian sistem *magnetic levitation ball* tanpa gangguan dan dengan diberi gangguan yang telah ditambahkan pengendali *fuzzy* dan *Hybrid Fuzzy-PID*, apakah hasil respon keluaran sistem sudah optimal atau belum. Adapun analisa respon keluaran yang dilakukan untuk melihat sistem sudah optimal meliputi pencapaian *setpoint* yang diinginkan, waktu tunak atau *settling time* (t_s) cepat tercapai, waktu naik atau *rise time* (t_r) cepat, waktu tunda atau *delay time* (t_d), waktu puncak (t_p), dan terjadi maksimum *overshoot* atau tidak (M_p).

7. Hasil Disain dan Kesimpulan

Pada tahap ini penulis mengklarifikasi hasil disain tersebut terhadap tujuan yang telah ditetapkan. Apabila telah memenuhi tujuan berarti penelitian telah berhasil, dan apabila belum memenuhi tujuan, maka perlu dilakukan pemeriksaan kembali pada perancangan pengendalinya. Setelah hasil sudah sesuai dengan tujuan diawal dan masalah dapat diselesaikan maka dapat ditarik kesimpulan.

3.3 Pengumpulan Data

Untuk perancangan kendali *Fuzzy* dan *Hybrid Fuzzy-PID*, persamaan yang digunakan adalah persamaan *transfer function* (2.37), dengan nilai *setpoint* = 0.00315 m. Parameter yang diperlukan untuk model matematis seperti pada tabel 2.1. Sehingga didapatkan nilai a, b dan c.

3.4 Penentuan Variabel

Data-data pra-disain yang sudah didapatkan dibuat dalam model matematis berbentuk persamaan *transfer function* berbentuk :

$$G = \frac{c}{s^2 + sa + b}$$

Bentuk *transfer function* diatas dapat juga dituliskan menjadi:

$$TF = \frac{16606.313}{s^2 + 2.381s + 12766.783} \quad (3.2)$$

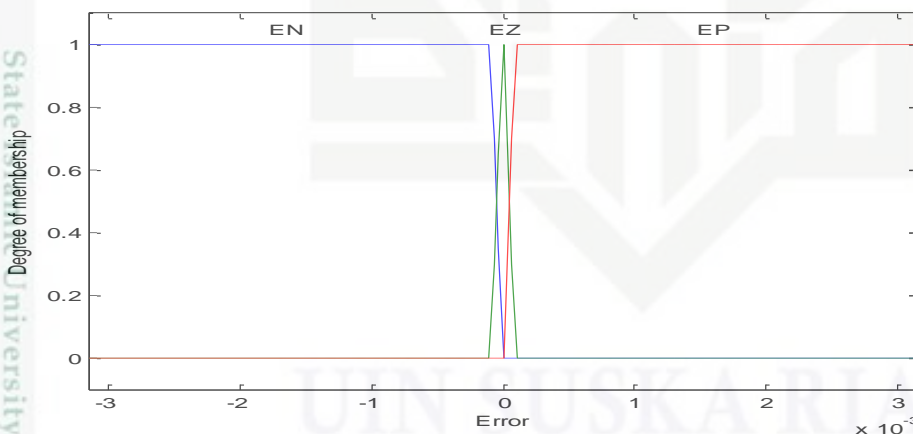
3.5 Validasi Model Matematis

Untuk menguji kebenaran data-data yang telah dikumpulkan maka telah dilakukan simulasi. Simulasi ini menggunakan *software* matlab *simulink* r2013a, setelah disimulasikan dapat dilihat bahwa hasil respon keluaran sistem menunjukkan grafik yang sama sesuai dengan

rujukan. Terlihat bahwa hasil respon sistem saat diberikan input tegangan sebesar 0.00315 V, sistem tidak stabil dan terdapat osilasi yang cukup besar. Sehingga berdasarkan pengujian simulasi tanpa pengendali maka sistem *magnetic levitation ball* perlu dipasangkan pengendali yang dapat menghilangkan osilasi dan menstabilkan sistem tersebut.

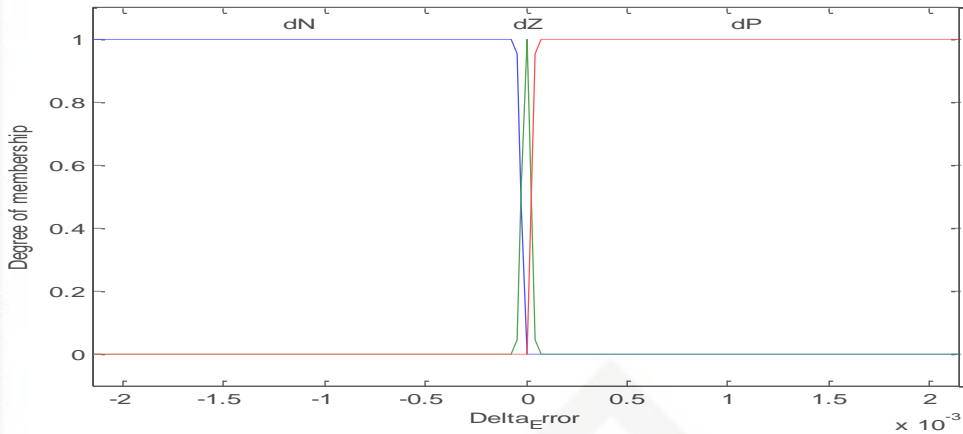
3.6 Perancangan Kendali Fuzzy

Variabel masukan *error* akan bernilai negatif jika nilai posisi *magnetic levitation ball* berada diatas nilai *setpoint* yang diinginkan dan bernilai positif jika posisi *magnetic levitation ball* dibawah *setpoint*. Tipe *membership function* yang dipakai adalah jenis trapesium, dan segitiga. Penggunaan jenis trapesium untuk mencari nilai rata kiri dan kanan. Kemudian penggunaan jenis segitiga untuk mencari nilai rata tengah. Pada penelitian ini untuk mendapatkan nilai *membership input error* dan *derror* dilakukan dengan melihat respon sistem yaitu metode *heuristic*. Untuk nilai *membership function output* dilakukan dengan metode *heuristic* sehingga didapatkan nilai untuk *membership function error* dan *derror* dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan 3.3 sedangkan *membership function output* dapat dilihat pada gambar 3.4. Fungsi keanggotaan *error* memiliki jangkauan -0.00315 m hingga 0.00315 m. Fungsi keanggotaan *error* terdiri dari tiga yaitu EN (negatif), EZ (zero) dan EP (positif).



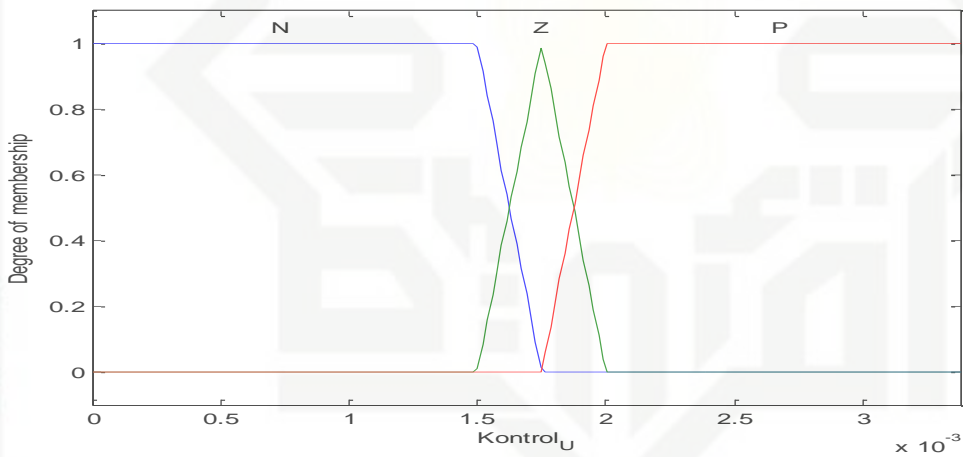
Gambar 3.2 Fungsi Keanggotaan *Error*

Variabel masukan delta *error* juga memiliki tiga fungsi keanggotaan yaitu dN (negatif), dZ (zero) dan dP (positif) dengan jangkauan -0.00215 m hingga 0.00215 m.



Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan *Delta Error*

Sedangkan untuk variabel keluaran juga memiliki tiga fungsi keanggotaan sebagai aksi kontrol U dalam mengendalikan posisi *magnetic levitation ball* yang terdapat pada gambar 3.6 berikut :



Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan *Output Fuzzy*

Pada perancangan ini, aturan *fuzzy* berdasarkan area dan heuristik untuk sinyal kendali seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

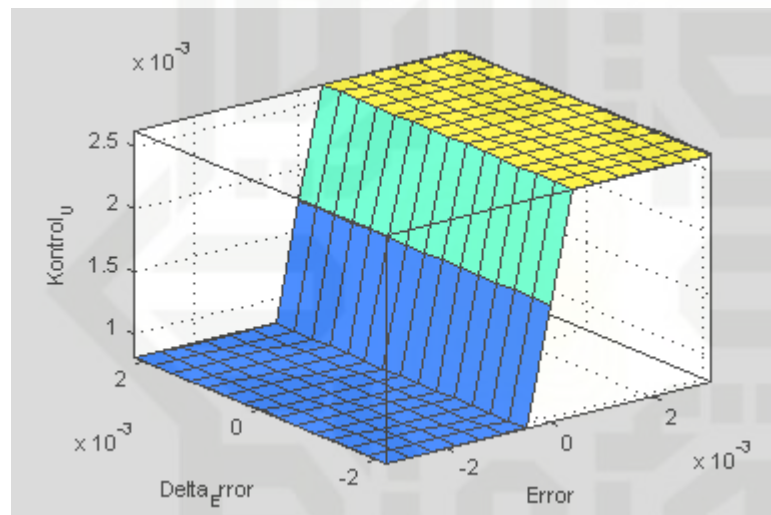
3.6.1 Aturan Dasar Fuzzy (*Fuzzy Rule Base*)

Pada tugas akhir ini rancangan *fuzzy* menggunakan *rule base* yang lebih sederhana yaitu 3x3 kemudian komposisi aturan yang digunakan menggunakan metode *max* dan aturan *fuzzy* untuk sistem *magnetic levitation ball* sesuai dengan tabel 3.1 dengan pendefinisian $Error = Input - Output$.

Tabel 3.1 Aturan Fuzzy (Rule Base) Untuk Pengendalian Posisi *Magnetic Levitation Ball*

| <i>Error</i> <i>dError</i> | EN | EZ | EP |
|-------------------------------|----|----|----|
| dN | N | Z | P |
| dZ | N | Z | P |
| dP | N | Z | P |

Jika *Error* N dan *DError* N maka outputnya N. Karena negatif berada diatas setpoint.



Gambar 3.5 *Surface Fuzzy Rule*

3.6.2 Penalaran (*Inference Engine*) Kontrol Logika Fuzzy

Proses implikasi dalam menalar nilai masukan guna penentuan keluaran sebagai bentuk pengambil keputusan. Model penalaran yang dipakai pada tugas akhir ini adalah operasi *Min*. Operasi *Min* dilakukan pada sinyal keluaran lapisan fuzzyfikasi yang selanjutnya akan difuzzyfikasikan sebagai bentuk keluaran pengendali.

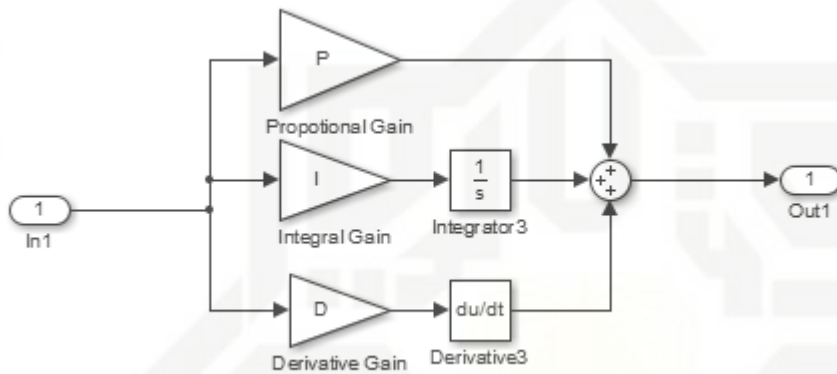
3.6.3 Defuzzifikasi

Pada metode Mamdani terdapat berbagai macam metode defuzzifikasi yang digunakan. Namun pada tugas akhir ini metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode titik tengah (*centroid method*) yang telah dijelaskan pada bab II yaitu pada persamaan 2.49.

3.7 Perancangan Simulasi Pengendali PID

Perancangan kendali PID pada tugas akhir ini menggunakan parameter *Proportional*, *Integral* dan *Derivative*. Berdasarkan dari bentuk umum pengendali PID pada persamaan 3.5, maka blok diagram untuk perancangan pengendali PID ditunjukkan pada gambar 3.8 berikut ini:

$$u(t) = K_p + K_i \int_0^t e(t)dt + K_d \frac{de}{dt} \quad (3.5)$$



Gambar 3.6 Blok *Simulink Subsystem* PID

- Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
1. Dilengkapi dengan kutipan sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.