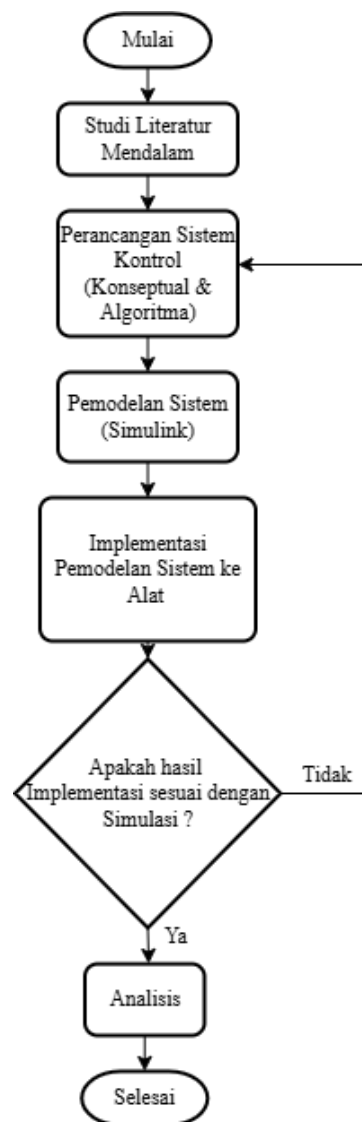


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

1. Mulai

Langkah awal dari proses penelitian di mana peneliti menentukan topik, latar belakang, dan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan. Tahapan ini juga mencakup perumusan masalah dan penentuan ruang lingkup penelitian.

2. Studi Literatur Mendalam

Pada tahap ini, dilakukan pencarian dan penelaahan sumber-sumber literatur ilmiah seperti jurnal, buku, artikel, dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan:

- a) Motor servo AC dengan eksitasi medan permanen,
- b) Metode kontrol seperti Field Oriented Control (FOC),
- c) Pemodelan sistem di MATLAB/Simulink.

Tujuannya adalah untuk memperkuat landasan teori dan memahami perkembangan terbaru dalam bidang yang diteliti.

3. Perancangan Sistem Kontrol

Peneliti merancang sistem kontrol yang akan digunakan, baik secara konseptual (blok diagram, struktur sistem) maupun secara algoritmik (logika pengendalian):

- a) Menentukan struktur kendali (PI controller, FOC)
- b) Menyusun algoritma kontrol berbasis teori dan referensi
- c) Menyesuaikan dengan parameter motor dan tujuan kinerja sistem.

4. Pemodelan Sistem (Simulink)

Seluruh sistem kontrol yang telah dirancang dikembangkan ke dalam bentuk simulasi menggunakan MATLAB-Simulink:

- a) Membuat model matematis motor PMSM,
- b) Mengimplementasikan algoritma FOC,
- c) Menyusun blok diagram sistem kontrol tertutup,
- d) Mensimulasikan respons sistem terhadap berbagai kondisi (tanpa beban, berbeban, variasi kecepatan).

5. Implementasi Pemodelan Implementasi Pemodelan Sistem ke Alat

Setelah model berhasil disimulasikan, hasilnya diimplementasikan ke perangkat keras (hardware), seperti menggunakan trainer Lucas Nuelle. Pada tahap ini, sistem kontrol dijalankan secara nyata untuk menguji kesesuaian antara model dan kondisi aktual.

6. Apakah hasil implementasi sesuai dengan simulasi?

Ini adalah titik pengambilan keputusan (decision point) yang sangat penting. Diperiksa apakah data dari pengujian alat (respons kecepatan, arus, torsi, dsb.) sudah sesuai dengan simulasi.

- a) Jika "Ya", proses dilanjutkan ke tahap analisis.
- b) Jika "Tidak", perlu dilakukan evaluasi ulang. Meskipun tidak tergambar panah balik dalam diagram, dalam praktiknya ini bisa berarti kembali ke:
 - a. Pemodelan Sistem, jika masalah berasal dari ketidaktepatan asumsi model;
 - b. Perancangan Sistem Kontrol, jika masalah berasal dari algoritma/tuning kontroler.

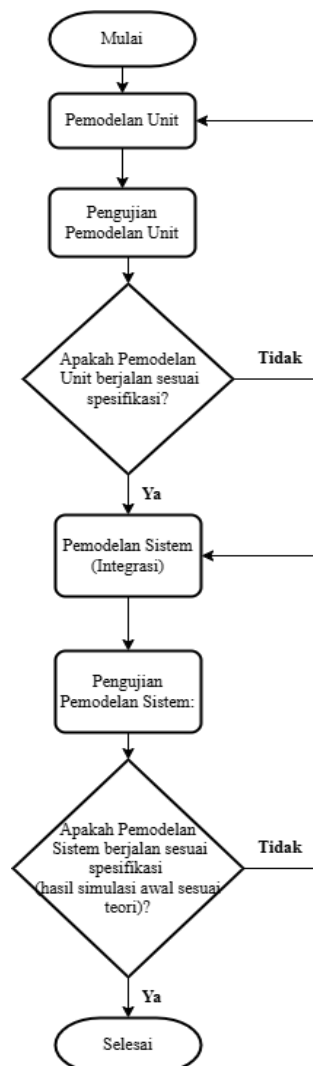
7. Analisis

Data hasil simulasi dan implementasi dianalisis untuk mengevaluasi performa sistem, termasuk efisiensi kontrol, kecepatan respons, kesesuaian karakteristik arus/torsi, dan efektivitas metode FOC.

8. Selesai

Penelitian dinyatakan selesai setelah semua tahapan validasi dan analisis tuntas, serta sistem kontrol terbukti dapat diimplementasikan secara efektif.

3.2 Pemodelan Sistem



Gambar 3. 2 Flowchart Pemodelan Sistem

1. Mulai

Langkah awal dari proses pemodelan sistem. Pada tahap ini ditentukan tujuan pemodelan, spesifikasi unit yang akan dimodelkan, dan perangkat lunak yang akan digunakan (misalnya MATLAB/Simulink).

2. Pemodelan Unit

Tahapan ini berfokus pada pembuatan model masing-masing unit sistem secara terpisah. Dalam konteks sistem kendali motor servo AC, unit yang dimaksud bisa meliputi:

- a) Model motor PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor),
- b) Model sensor (kecepatan, posisi, arus),
- c) Model kontroler (seperti PI Controller atau FOC block),
- d) SVPWM & IGBT Control

Setiap unit dimodelkan berdasarkan karakteristik matematis dan parameter teknis yang diperoleh dari datasheet atau hasil studi literatur.

3. Pengujian Pemodelan Unit

Setelah pemodelan unit selesai, masing-masing unit diuji secara individual untuk memastikan bahwa:

- a) Fungsi dan karakteristik unit sudah sesuai spesifikasi teknis.
- b) Respons unit (output) sudah sesuai dengan input yang diberikan.

4. Apakah Pemodelan Unit Berjalan Sesuai Spesifikasi?

Merupakan tahap evaluasi hasil pengujian unit. Jika unit belum sesuai, maka

perlu dilakukan revisi pemodelan, misalnya:

- a) Mengoreksi parameter,
- b) Menyempurnakan rumus matematis,
- c) Memperbaiki konfigurasi blok Simulink.

Jika sudah sesuai, maka proses dilanjutkan ke tahap integrasi.

5. Pemodelan Sistem (Integrasi)

Semua unit yang telah diverifikasi kemudian diintegrasikan menjadi satu kesatuan sistem yang utuh. Misalnya:

- a) Menggabungkan motor, inverter, sensor, dan kontroler ke dalam sistem loop tertutup,
- b) Menentukan konektivitas antar blok unit,
- c) Menyusun skema sistem kendali secara lengkap di Simulink.

6. Pengujian Pemodelan Sistem

Pengujian dilakukan terhadap keseluruhan sistem yang telah diintegrasikan:

- a) Diberikan berbagai input (misalnya referensi kecepatan),
- b) Dicatat respons sistem seperti arus, torsi, kecepatan,
- c) Dilihat apakah sistem stabil, responsif, dan sesuai ekspektasi desain.

7. Apakah Pemodelan Sistem Berjalan Sesuai Spesifikasi (Hasil Simulasi Awal Sesuai Teori)?

Evaluasi akhir untuk melihat apakah:

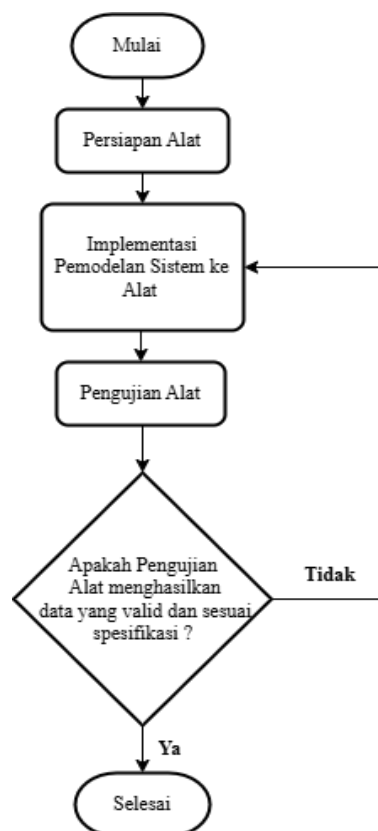
- a) Output sistem sesuai teori dan literatur,
- b) Sistem bekerja sesuai kondisi ideal/harapan.

Jika tidak, dilakukan perbaikan baik pada integrasi maupun pada masing-masing unit.

8. Selesai

Jika semua spesifikasi terpenuhi dan hasil simulasi menunjukkan performa yang diinginkan, maka proses pemodelan sistem dinyatakan selesai. Model ini dapat digunakan sebagai dasar untuk implementasi fisik atau untuk analisis performa lanjutan.

3.3 Pengujian Alat



Gambar 3. 3 Flowchart Pengujian Alat

1. Mulai

Langkah awal dimulainya kegiatan penelitian terkait karakteristik torsi dan kecepatan motor servo AC berbasis PMSM menggunakan metode FOC.

2. Persiapan Alat

Pada tahap ini dilakukan persiapan perangkat yang dibutuhkan untuk simulasi dan validasi sistem, antara lain:

- a) Perangkat lunak MATLAB-Simulink.
- b) Model motor servo AC PMSM.
- c) Pemodelan sistem kendali FOC.
- d) Parameter motor dan sistem kontrol (arus, kecepatan, torsi, dll).

3. Implementasi Pemodelan Sistem ke Alat

Tahapan ini mencakup Penerapan model kendali FOC ke dalam simulasi motor PMSM di MATLAB-Simulink.

4. Pengujian Alat

Pengujian dilakukan terhadap sistem yang telah dibangun, seperti:

- a) Variasi kecepatan motor (1000 rpm-4000 rpm).
- b) Uji tanpa beban dan dengan beban (0,1-0,3Nm).
- c) Pengamatan respons arus id-iq, arus fasa (I_u , I_v , I_w), torsi elektromagnetik, dan kecepatan.
- d) Perekaman data transient: rise time, settling time, overshoot, dan steady-state error.

5. Apakah Pengujian Alat Menghasilkan Data yang Valid dan Sesuai Spesifikasi?

Langkah evaluasi:

- a) Jika YA: Hasil simulasi menunjukkan performa sistem FOC sesuai teori dan spesifikasi motor (misalnya stabilitas, kecepatan tercapai, arus tidak melebihi batas, dll), maka dilanjutkan ke "Selesai".
- b) Jika TIDAK: Perlu dilakukan perbaikan model (seperti tuning parameter PI, pemrosesan sinyal, atau konfigurasi kontrol) dan dilakukan simulasi ulang.

6. Selesai

Proses penelitian selesai

3.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini dimulai pada bulan Januari tahun 2025 yang bertempat di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Siliwangi Kampus Mugarsari, Kota Tasikmalaya

