

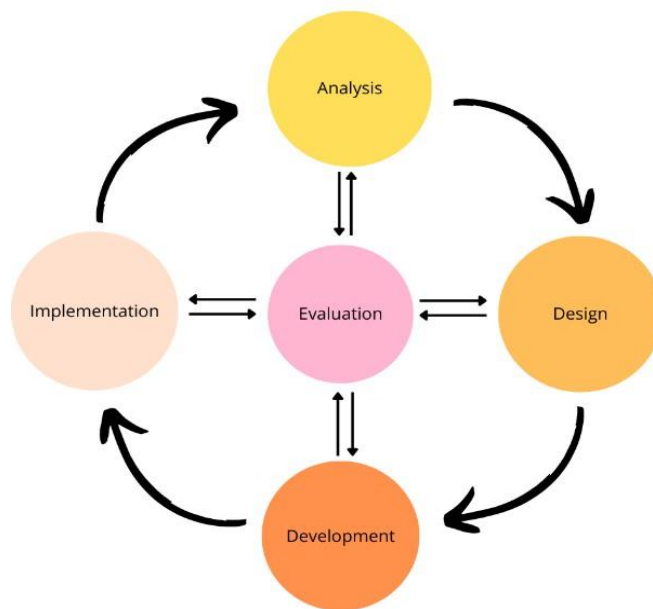
III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dengan judul “Rancang Bangun Trainer kit Penghasutan Motor Induksi 3 Phase” dilaksanakan di Universitas Jambi, yang berlokasi di Mendalo Darat, Muaro Jambi. Proses penelitian ini berlangsung selama kurang lebih tiga bulan, dimulai pada Desember 2024 hingga Februari 2025.

3.2 Metode Penelitian

Pada perancangan dan pembuatan Alat trainer ini, dilakukan beberapa tahapan yang mengacu pada metode riset dan pengembangan yaitu ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 20. Alur Proses ADDIE

(Sumber : <https://globalinx.co.jp/>)

3.3 Analisis (Analysis)

Pada tahap awal ini penulis melakukan observasi masalah yang ada, adapun kendala yang telah disampaikan pada latar belakang mengenai proses pembelajaran dengan materi rangkaian kontrol motor induksi 3 phase, terbatasnya ketersediaan media yang digunakan, sehingga menjadikan ketidak efektifan proses pembelajaran, rendahnya minat pembelajaran yang disebabkan karena masih menggunakan metode konvensional (metode ceramah) serta metode praktikum yang belum begitu sempurna, dimana pengajar atau dosen menyampaikan materi hanya dengan buku dan power point serta alat peraga

seadanya. Setelah mengetahui permasalahan yang ada, penulis berkeinginan untuk membuat trainer kit sebagai media pembelajaran.

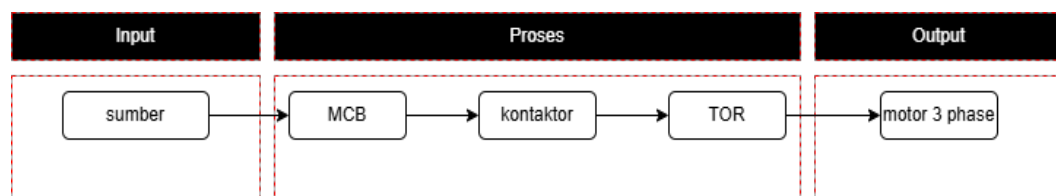
Setelah mengetahui permasalahan yang ada, penulis menganalisis kebutuhan dalam pengembangan trainer kit sebagai media pembelajaran. Dengan melakukan studi literatur, penulis dapat mengetahui dan mempertimbangkan penggunaan komponen yang sesuai dan memperhatikan faktor-faktor yang akan menyebabkan gangguan dalam pengoperasian trainer kit. Pemilihan komponen yang akan digunakan pada trainer kit mempengaruhi sistem kerja trainer. Dari hasil analisis diatas penulis membutuhkan beberapa bahan dan peralatan yang akan di kategorikan kebutuhan software dan kebutuhan hardware.

3.4 Desain (Design)

Pada tahap ini penulis melakukan perancangan pada desain trainer kit secara mekanik dan desain elektronika yang meliputi penentuan komponen yang akan digunakan. Berikut ini merupakan penjelasan dari desain diatas.

3.4.1 Perancangan Sistem

pada tahapan desain sistem ini digambarkan dalam bentuk diagram blok agar dapat mempermudah dalam proses perancangan, berikut ini merupakan diagram blok dari keseluruhan sistem yang akan dibuat.



Gambar 21. Blok Diagram Sistem Kontrol

Diagram blok tersebut menjelaskan alur kerja sistem pengasutan motor induksi 3 phase yang terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output. Pada bagian input terdapat sumber listrik 3 phase sebagai pemasok utama daya ke sistem. Tegangan dari sumber tersebut kemudian masuk ke bagian proses yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu MCB (Miniature Circuit Breaker) sebagai pengaman utama terhadap arus lebih dan hubung singkat, kontaktor sebagai saklar elektromagnetik yang berfungsi menghubungkan atau memutus aliran listrik menuju motor, serta TOR (Thermal Overload Relay) sebagai proteksi terhadap beban lebih pada motor. Setelah melewati tahap proses, aliran listrik diteruskan ke bagian output, yaitu motor induksi 3 phase, yang akan berputar apabila seluruh komponen bekerja dengan

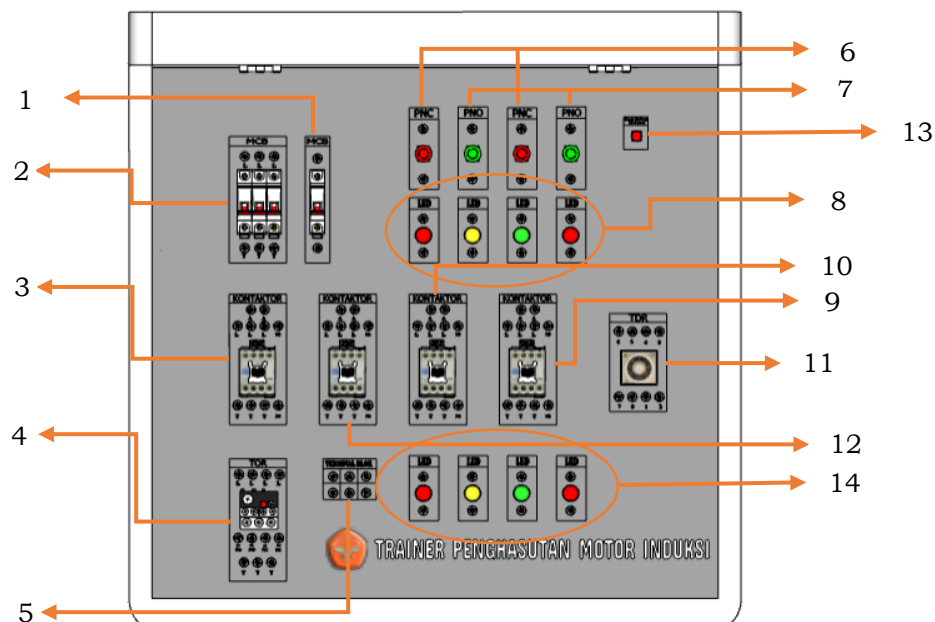
baik dan sistem dalam kondisi aman. Secara keseluruhan, diagram blok ini menggambarkan sistem pengasutan motor induksi 3 phase secara konvensional yang dirancang untuk mengontrol dan melindungi motor dari gangguan kelistrikan selama proses pengoperasian.

Untuk mengatur perpindahan antar motor induksi 3 phase, rangkaian ini menggunakan timer yang mengontrol waktu perubahan konfigurasi.

3.4.2 Mekanik

Secara mekanik, trainer ini akan menempatkan berbagai komponen utama. Komponen tersebut meliputi motor induksi tiga fasa sebagai objek utama, empat kontaktor untuk pengaturan mode rangkain yang ingin dilakukan, timer untuk pengendalian waktu perpindahan, overload relay untuk proteksi terhadap kelebihan beban, dan saklar utama sebagai pengaman. Semua komponen ini akan dihubungkan dengan kabel yang dirancang modular sehingga pengguna dapat dengan mudah mempelajari hubungan antar rangkaian.

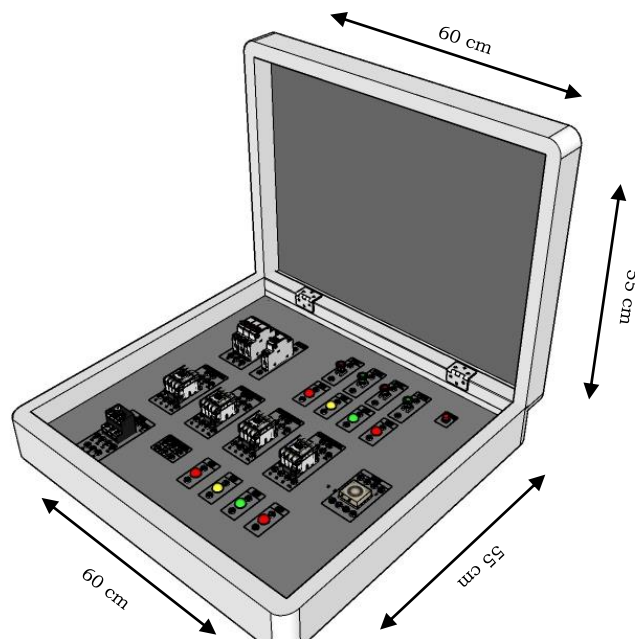
Fungsi mekanik trainer ini adalah untuk mensimulasikan metode pengasutan motor. Metode dasar dari rangkain penghasutan motor induksi adalah motor langsung dihubungkan ke sumber tegangan penuh, memberikan gambaran tentang cara kerja sederhana dengan arus start yang tinggi. Sedangkan pada mode *Star-delta*, motor akan melewati dua tahap pengasutan: pertama menggunakan konfigurasi Star untuk menurunkan arus start, lalu secara otomatis beralih ke konfigurasi Delta saat motor mencapai kecepatan tertentu. Transisi ini dikontrol oleh timer yang dapat diatur sesuai kebutuhan.



Gambar 22. Desain Mekanik Tampak Depan

Keterangan :

1. MCB 1 phase
2. MCB 3 phase
3. Kontaktor (1)
4. TOR (*Thermal Overload Relay*)
5. Terminal blok
6. Push button NC
7. Push button NO
8. LED (Merah 2, Kuning, Hijau)
9. Kontaktor 3
10. Kontaktor 2
11. *Time Delay Relay* (TDR)
12. Kontaktor 1
13. Push Button Emergency
14. LED (Merah 2, Kuning, Hijau)

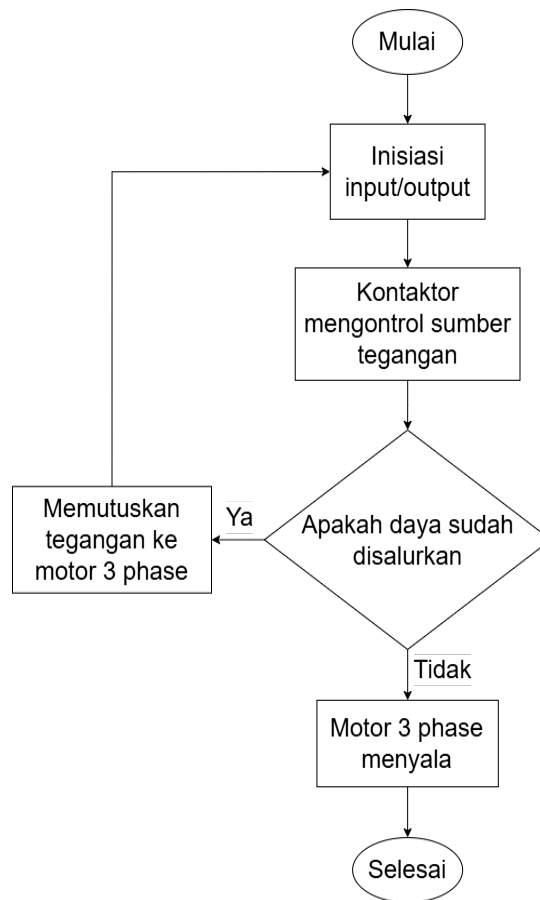


Gambar 23. Desain Mekanik Tampak Samping

3.4.3 Elektronik

Rangkaian elektrik merupakan salah satu bagian utama dari sistem yang akan dibuat, yang mana terdiri dari perancangan wiring diagram dan komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini seperti MCB, Push button, kontaktor, TOR, *Time Delay Relay*, terminal blok, dan kabel jack banana. Berikut adalah hasil perancangan rangkaian skematik.

3.4.4 Prinsip Kerja Alat



Gambar 24. Diagram Alir Prinsip Kerja Rangkain Dasar

Diagram alir ini menjelaskan alur kerja dasar dari rangkaian pengasutan motor tiga fasa yang sederhana. Proses dimulai dengan langkah inisiasi input/output, di mana sistem menyiapkan semua perangkat input dan output yang terhubung, seperti tombol start/stop, relay, dan kontaktor. Setelah inisiasi selesai, kontaktor utama bertugas untuk menghubungkan sumber tegangan ke motor tiga fasa. Tegangan ini akan membuat motor mulai beroperasi. Namun, sebelum motor dapat bekerja secara penuh, sistem memantau suhu melalui *thermal overload relay* (TOR). TOR berfungsi sebagai pengaman motor dengan memonitor suhu arus listrik yang mengalir.

Jika TOR mendeteksi suhu berlebih (kondisi “Ya”), sistem akan langsung memutus tegangan ke motor tiga fasa untuk melindungi motor dari kerusakan akibat kelebihan panas atau arus berlebih. Di sisi lain, jika tidak ada suhu berlebih (kondisi “Tidak”), tegangan tetap tersambung, dan motor tiga fasa menyala serta beroperasi normal. Proses ini diakhiri dengan motor bekerja penuh,

sementara rangkaian DOL terus memastikan operasi berjalan tanpa gangguan. Diagram ini menggambarkan bagaimana proteksi melalui *thermal overload relay* menjadi kunci dalam menjaga keamanan dan kinerja motor saat proses pengasutan berlangsung.

3.5 Pengembangan (Development)

Pada tahap ini penulis melakukan pengembangan dengan memanfaatkan komponen yang ada di laboratorium konversi energi dengan merangkai sebuah trainer kit berbentuk portabel seperti pada desain mekanik, adapun beberapa tahapan pengembangan tersebut yaitu;

Selama fase ini, semua alat yang dirancang diimplementasikan untuk dapat mengetahui bagaimana hasil keseluruhan sistem siap digunakan atau membutuhkan fase perbaikan, yang nantinya akan digunakan sebagai data uji untuk memperbaiki sistem atau sebagai alat pengembangan.

3.5.1 Elektrik



Gambar 25. Diagram Alir Prinsip Kerja Rangkaian Elektrik

3.5.2 Rancang Panduan Trainer Kit Motor Induksi 3 Phase

Dalam pembuatan petunjuk pengoperasian trainer ini, peneliti akan berdiskusi dengan dosen pembimbing dan memperoleh informasi dari jurnal yang relevan dengan trainer kit yang dihasilkan. Pembuatan petunjuk pengoperasian trainer trainer kit ini akan dilakukan di laboratorium konversi energi. Adapun gambaran isi dari petunjuk pengoperasian trainer ini adalah sebagai berikut.

- Halaman judul
- Kata pengantar
- Daftar isi
- Daftar gambar
- Daftar tabel
- Bab 1 pengenalan sistem rangkaian
- Bab 2 penghasutan rangkain *Direct On Line* (DOL)
- Bab 3 penghasutan rangkain *Star-delta*
- Bab 4 penghasutan rangkain *Forward Reverse*
- Bab 5 penghasutan rangkaian Bergantian
- Daftar pustaka
- Lampiran

Melalui petunjuk pengoperasian trainer ini, peneliti berharap dalam proses pembelajaran sistem rangkaian kontrol motor ini, mahasiswa dapat dengan mudah mempelajari, memahami, membuat dan merakit sistem tersebut sesuai dengan keinginan mereka sendiri.

3.6 Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap ini, kegiatan peneliti meliputi validasi produk oleh validator sebelum mempraktikkan hasil produk. Tahap pengujian akan dilakukan bersama mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Jambi. Pelaksanaan uji coba ini bertujuan untuk mengukur respon mahasiswa melalui trainer rangkaian kontrol motor induksi 3 phase.

Peneliti akan mengukur pengetahuan awal dengan kuesioner yang dibagikan ke mahasiswa. Responden yang belum mengetahui rangkaian kontrol motor induksi 3 phase akan diberikan penjelasan menggunakan trainer. Peneliti akan menggunakan panduan penggunaan alat bab 1 mengenai pengenalan trainer kit sebagai media penyampaian materi. Setelah penyampaian materi, peneliti akan memberikan kuesioner pengetahuan akhir untuk mengukur tingkat pengetahuannya kembali.

3.7 Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap evaluasi dilakukan analisis yang sudah diimplementasikan pada trainer kit untuk melihat apakah trainer kit sudah dapat berfungsi dengan baik atau masih diperlukannya pengembangan lebih lanjut pada trainer kit atau komponen yang digunakan. Beberapa komponen pada trainer kit akan dilakukan pengujian agar dapat berfungsi dengan baik pada penelitian ini. Adapun beberapa pengujian yang akan dilakukan adalah :

3.7.1 Pengujian Trainer Kit

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa trainer kontrol motor induksi 3 fasa DOL dan *Star-delta* berfungsi sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan secara menyeluruh, mencakup setiap komponen yang terdapat dalam trainer serta kinerja rangkaian secara keseluruhan. Berikut adalah komponen dan aspek yang perlu diuji:

1. Pengujian kontaktor

Kontaktor merupakan komponen utama yang mengatur aliran tegangan ke motor dalam mode *DOL* maupun *Star-delta*. Pengujian dilakukan dengan memastikan setiap kontaktor dapat bekerja sesuai fungsinya, yaitu terhubung dan terputus secara stabil saat diberi sinyal dari kontroler. Khusus untuk mode *Star-delta*, diuji apakah kontaktor Star dan Delta berfungsi dengan baik dalam proses perpindahan.

2. Pengujian timer (*Time Delay Relay*)

Timer atau *Time Delay Relay* pada mode *Star-delta* perlu diuji untuk memastikan bahwa waktu perpindahan dari mode Star ke Delta sesuai dengan pengaturan. Pengujian dilakukan dengan mengatur timer pada berbagai durasi (misalnya 5-10 detik) dan memverifikasi bahwa perpindahan terjadi pada waktu yang diinginkan tanpa adanya gangguan.

3. Pengujian *thermal overload relay* (TOR)

thermal overload relay berfungsi sebagai pengaman motor dari kelebihan beban atau panas. Pengujian dilakukan dengan memberikan simulasi beban berlebih pada motor untuk memastikan TOR dapat mendeteksi kondisi abnormal dan memutus arus listrik secara otomatis.

4. Pengujian motor induksi 3 phase

Motor yang terhubung ke trainer diuji untuk memastikan bahwa motor dapat menyala dengan baik pada mode DOL maupun *Star-delta*. Pada mode DOL, motor dihubungkan langsung ke tegangan penuh, sehingga arus start yang tinggi akan terdeteksi. Sementara itu, pada mode *Star-delta*, motor diuji

untuk memastikan dapat beroperasi dengan arus start yang lebih rendah di mode Star sebelum beralih ke mode Delta.

5. Pengujian rangkaian keseluruhannya

Setelah setiap komponen teruji, pengujian dilakukan pada rangkaian keseluruhan. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem kontrol dapat bekerja dengan baik dari awal hingga akhir. Pengujian meliputi skenario simulasi, seperti menekan tombol start untuk mode DOL atau *Star-delta*, memantau waktu perpindahan, dan memastikan motor beroperasi normal tanpa gangguan.

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa trainer dapat digunakan secara optimal sebagai media pembelajaran, memberikan simulasi rangkaian kontrol yang akurat, dan mendukung pengguna dalam memahami prinsip kerja kontrol motor induksi tiga fasa *DOL* dan *Star-delta*. Hasil pengujian akan menjadi dasar untuk evaluasi serta perbaikan jika ditemukan kekurangan pada sistem.

3.7.2 Uji Kelayakan Trainer Kit

Pada tahap ini peneliti akan melakukan beberapa tahap uji coba seperti validasi ahli materi, validasi ahli media dan uji coba kepada mahasiswa untuk melihat ke efektifitasan trainer kit sebagai media pembelajaran.

A. Validasi ahli materi

Validasi ahli materi dalam penelitian pengembangan ini divalidasi oleh bapak Dasrinal Tessel, S.T., M.T., selaku dosen teknik elektro. Validasi ahli materi akan dilakukan dengan metode pengisian angket dengan skala nilai 1, 2, 3, 4.

B. Validasi ahli media

Validasi ahli media dalam penelitian pengembangan ini divalidasi oleh bapak Ir. Abdul Manab, ST., M.T., Validasi ahli media akan dilakukan dengan metode pengisian angket dengan skala nilai 1, 2, 3, 4.