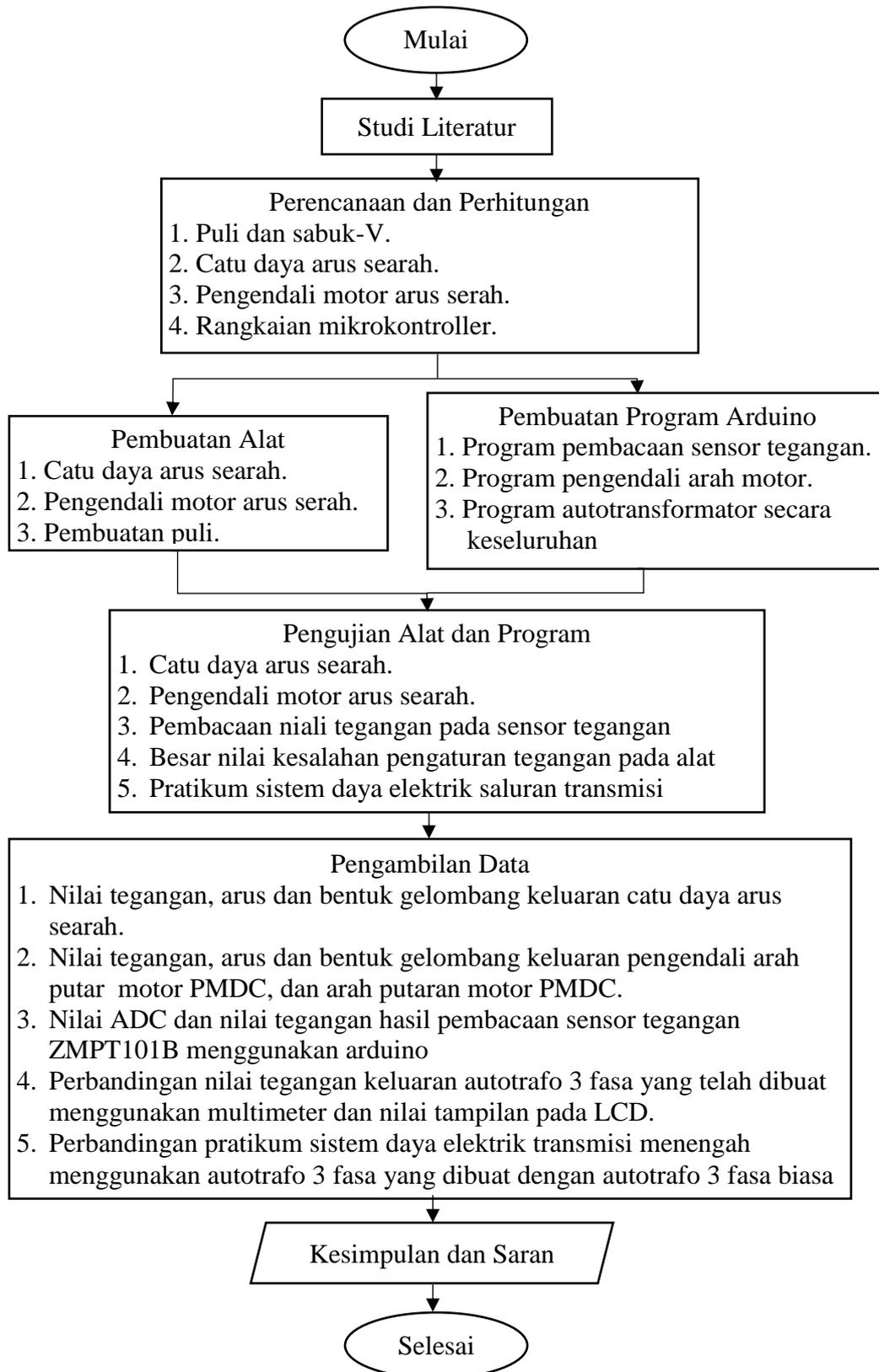


BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini disusun sebagai acuan alur kerangka berfikir dari awal penulisan, perancangan alat, pembuatan alat, pengambilan data dan menganalisis sesuai teori mengenai setiap bagian dari pembuatan autotransformator tiga fasa sehingga alat yang dibuat telah sesuai dengan teori yang digunakan. Langkah-langkah dalam penelitian ini secara umum dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.1.



Gambar 1.1 Diagram Alir Pengerjaan Penelitian
 Sumber: Penulis

3.1 Studi Literatur

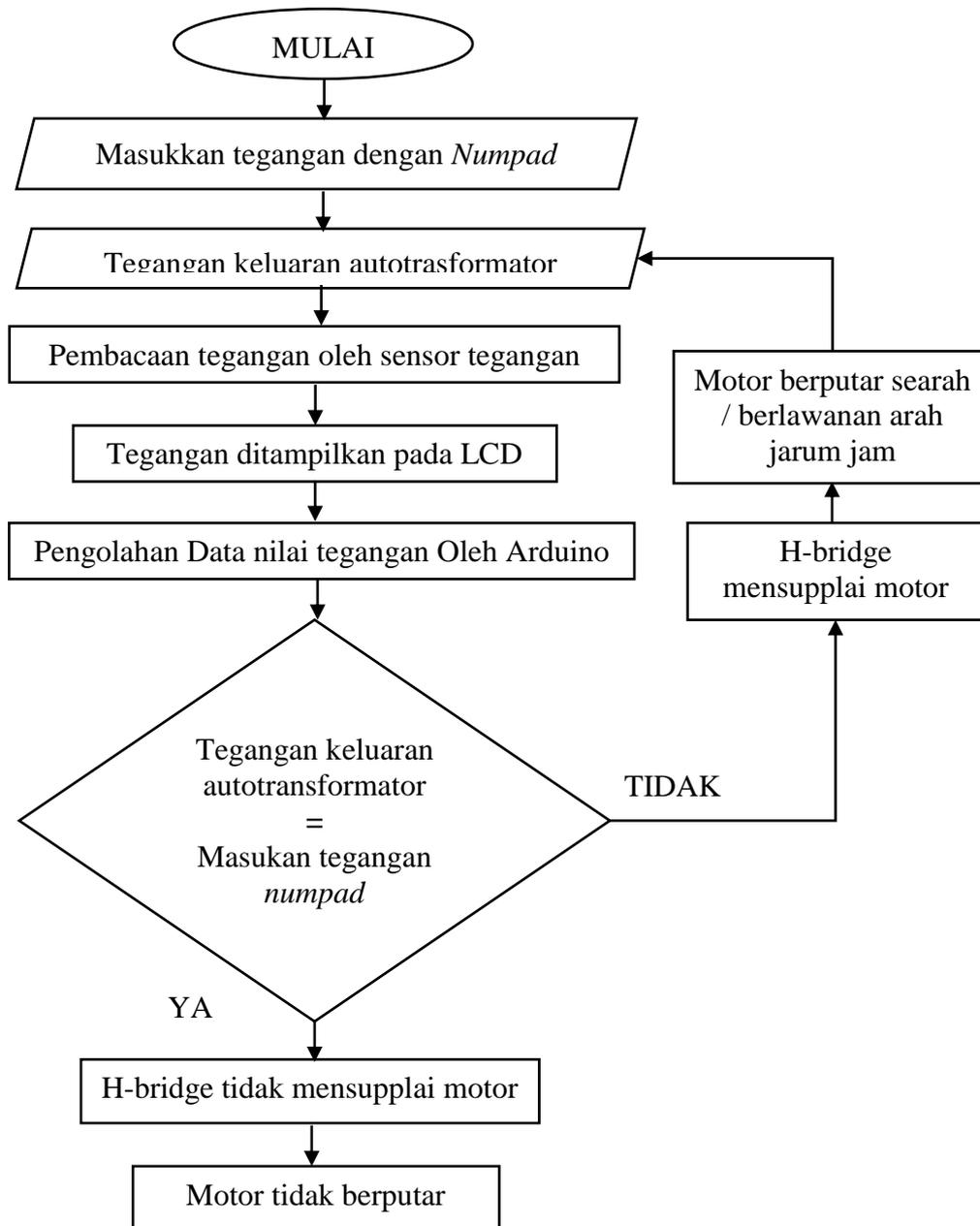
Studi literatur bertujuan untuk memahami konsep-konsep yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dikaji dalam skripsi ini. Studi literatur ini dilakukan dengan mempelajari buku referensi, jurnal, skripsi, *web browsing* dan forum-forum resmi yang menunjang dalam penyusunan skripsi, yaitu:

1. Autotransformator.
2. Motor arus searah permanet magnetgear box.
3. Penyearah AC-DC.
 - a. Penyearah gelombang penuh tak terkontrol.
 - b. Penyearah setengah gelombang.
 - c. Komponen penyearah.
4. Pengendalian motor dengan metode *H-bridge*.
5. Sensor tegangan ZMPT101B.
6. Mikrokontroler arduino uno R3.
 - a. Pemrograman pengendalian motor arus searah menggunakan penyearah setengah gelombang.
 - b. Pemrograman LCD.
 - c. Pemrograman membran keypad.
 - d. Pemrograman Sensor Tegangan ZMPT101B.
7. Transmisi sabuk-V.
 - a. Menentukan pemilihan sabuk.
 - b. Menentukan ukuran puli.

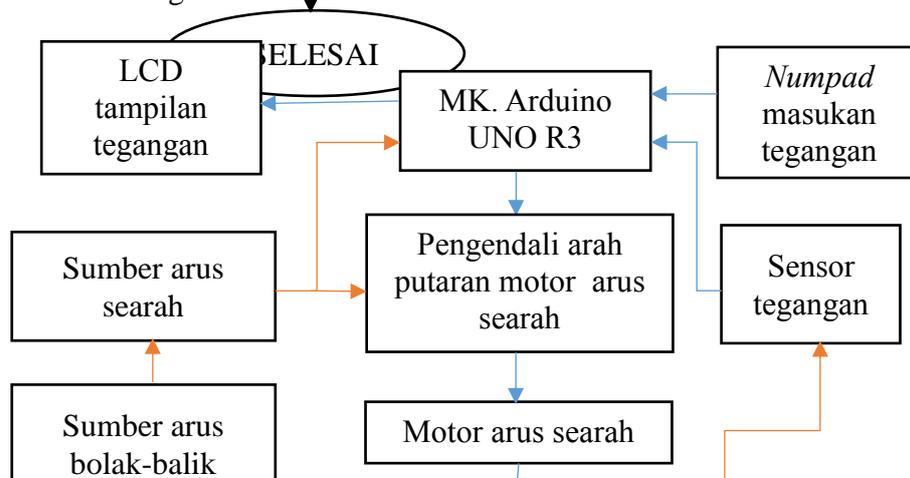
3.2 Perencanaan Pembuatan Alat

Alat ini berupa autotransformator tiga fasa yang dioperasikan secara otomatis dengan menghubungkan poros motor arus searah dan poros sikat geser autotransformator menggunakan puli dan sabuk-V, besar tegangan yang dihasilkan autotransformator bergantung pada arah putaran motor, arah putaran motor dikendalikan menggunakan metode *h-bridge* yang diatur oleh arduino berdasar dari tegangan yang dimasukkan melalui *numpad* dari hasil pembacaan tegangan melalui *numpad* akan dibandingkan pembacaan tegangan pada autotransformator tiga fasa menggunakan sensor tegangan, hasil pembacaan sensor tegangan menjadi dasar pengendalian arah motor dan sebagai masukan untuk penampil tegangan (LCD). Diagram blok merupakan penggambaran suatu sistem dalam bentuk blok, setiap blok mewakili

elemen sistem yang memiliki fungsi tertentu. Berikut diagram alir dan diagram blok dari rancangan autotransformator digital tiga fasa.



Gambar 1.2 Diagram Alir Sistem Autotransformator Keseluruhan.



Gambar 1.3 Diagram Blok Sistem Autotransformator Keseluruhan.

Sebelum dilakukan pembuatan alat, perlu adanya perencanaan yang meliputi persiapan, penyediaan, dan pengecekan pada setiap komponen dan peralatan yang digunakan. Hal tersebut dilakukan agar pembuatan alat akurat dan mengurangi kegagalan, sehingga alat jadi dan berhasil sesuai perencanaan awal.

3.2.1 Penedyiaan Peralatan dan Bahan Pembuatan Alat

Dalam pembuatan alat akan dilakukan di Laboratorium Sistem Daya Elektrik, Universitas Brawijaya. Alat yang akan dibuat yaitu catu daya arus searah, pengendali motor, puli, dan pembuatan body peralatan. Berikut alat yang digunakan.

1. 3 buah Multimeter
2. 1 buah PCB *board* 10 x 10 cm.
3. Papan akrilik 100 x 100 x 0,4 cm.
4. 1 buah Bor tangan.
5. 1 buah solder.
6. 1 set obeng.
7. 1 set Kunci pas.
8. Tang potong dan kupas kabel.

3.2.2 Perancangan Pembuatan Catu Daya

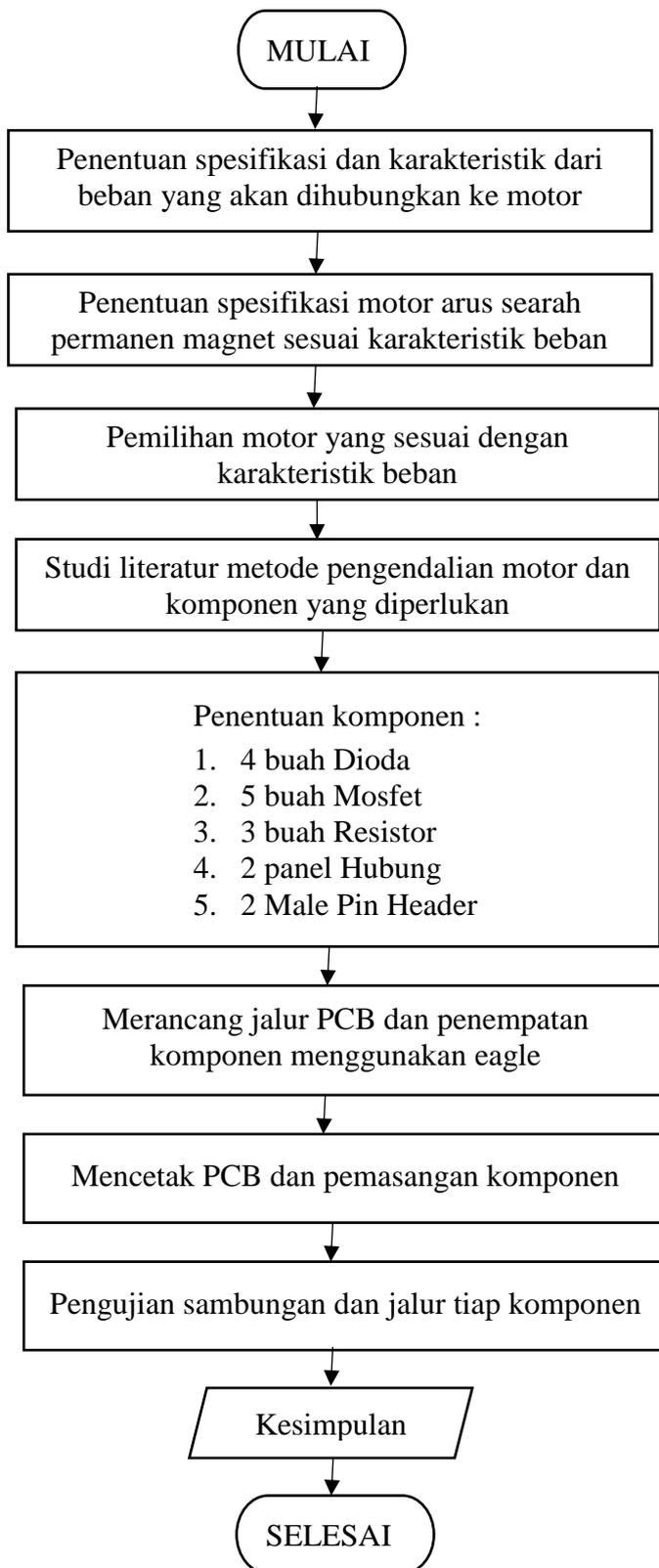
Perancangan pembuatan catu daya arus searah diperlukan karena motor, arduino, sensor tegangan, dan lcd membutuhkan suplai arus searah 12V, sedangkan sumber yang ada berupa arus bolak-balik 220 V.



Gambar 1.4 Diagram Alir Pembuatan Catu Daya Arus Searah

3.2.3 Perancangan Pembuatan Pengendali Motor Arus Searah

Perancangan pembuatan pengendali motor arus searah magnet permanen digunakan untuk mengendalikan arah putaran motor arus searah permanen magnet. Penggunaan motor arus searah permanen magnet diperlukan untuk memutar autotransformator tiga fasa, karena memiliki torsi besar, kecepatan rendah, suplai daya kecil, bentuk kecil, dan pengendalian arah putaran dan kecepatan relatif lebih mudah dan banyak metode yang dapat digunakan. Berikut diagram alir perancangan pembuatan pengendali motor arus searah magnet permanen.

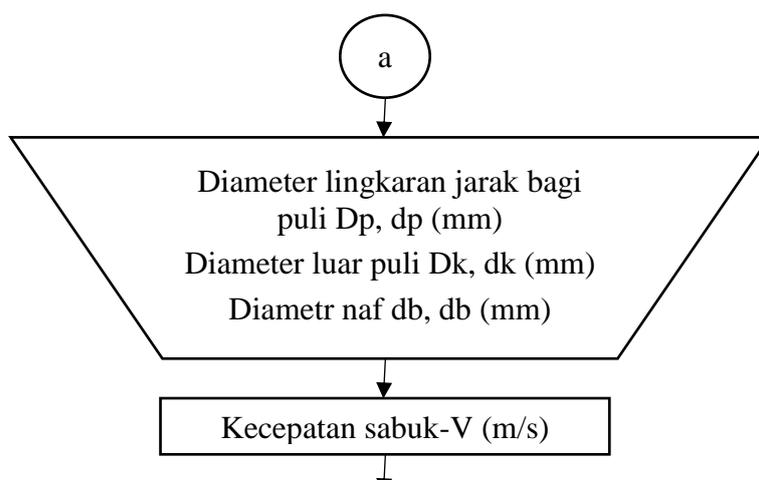


Gambar 1.5 Diagram Alir Pembuatan Pengendali Putaran Motor Arus Searah

3.2.4 Perancangan Transmisi Sabuk-V

Perancangan transmisi sabuk-V digunakan untuk menghubungkan poros rotor motor arus searah permanen magnet dengan poros autotransformator 3 fasa, sehingga pengontrolan

tegangan dapat dilakukan dengan memanfaatkan arah putaran autotransformator yang mengikuti arah putaran motor arus searah permanen magnet. Penggunaan transmisi sabuk-v dipilih karena mempunyai dimensi kecil, jarak sabuk kecil, digunakan untuk torsi besar, digunakan untuk kecepatan rendah dan tinggi, dan harga pembuatan murah. Berikut diagram alir perancangan sabuk-V.



Gambar 1.6 Diagram Alir Pembuatan Transmisi Sabuk-V

3.3 Perencanaan Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebanyak empat kali, yaitu pengujian penyearah arus bolak-balik ke arus searah, pengujian pengontrol arah putaran motor metode *H-bridge*, pengujian pembacaan nilai tegangan menggunakan sensor tegangan ZMPT101B, pengujian besar nilai kesalahan hasil pembacaan tegangan pada LCD dengan multimeter, dan pengujian pada percobaan pratikum sistem daya elektrik.

Sebelum dilakukan pengujian, perlu adanya perencanaan yang meliputi penyediaan, persiapan, dan pengecekan pada alat pengujian serta alat instrumentasi dengan melakukan pengecekan dan kalibrasi terhadap alat ukur. Hal tersebut harus dilakukan agar dalam pengambilan data akurat dan mengurangi kegagalan, sehingga dalam pengujian ini berjalan dengan baik.

3.3.1 Penyeediaan Alat Pengujian

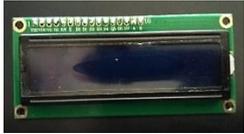
Dalam pengujian dan pengambilan data akan dilakukan di Laboratorium Sistem Daya Elektrik, Universitas Brawijaya. Pengujian yang akan dilakukan yaitu:

1. Pengukuran tegangan yang dihasilkan catu daya dc.
2. Pengukuran tegangan dan kinerja transistor pada pengendali motor.
3. Mengukur pembacaan nilai adc pada sensor tegangan ZMPT101B.
4. Pengujian besar nilai kesalahan hasil pembacaan pada *LCD* dengan pengukuran pada alat ukur.
5. Pengujian perbandingan penggunaan autotransformator konvensional dengan autotransformator pengaturan tegangan keluaran memanfaatkan arah putaran motor untuk praktikum sistem daya elektrik.

Berikut merupakan alat-alat pengujian yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

Tabel 1.1 Peralatan Pengujian

No	Nama	Spesifikasi	Jumlah	Gambar
1	Autotransformator 2 Fasa Tipe 216CU-3	3,4 kVA 0 - 560 Vout 3,5 A 50 Hz 3 belitan	1	
2	Motor arus searah permanen magnet <i>gearbox</i>	12 VDC 360:1 Ratio 30 Rpm 140mN-m 660mW Pout	1	
3	Arduino UNO R3	7-12 VDC 20 mA 14 Pin	1	
4	Sensor Tegangan ZMPT101B	0-250 VAC Imax 2 A	3	

5	LCD	16x2 karakter 16 pin	1	
6	Membrane keypad	4x4 karakter	1	
7	Pengendali motor	0-24VDC Imax 2 A	1	
8	Catu daya arus searah	Output :12 VDC Input :220 VAC Imax 2 A	1	

3.3.2 Penyediaan Alat Ukur dan Alat Bantu Lainnya

Peralatan instrumentasi dan peralatan tambahan yang dibutuhkan pada saat pengambilan data adalah sebagai berikut:

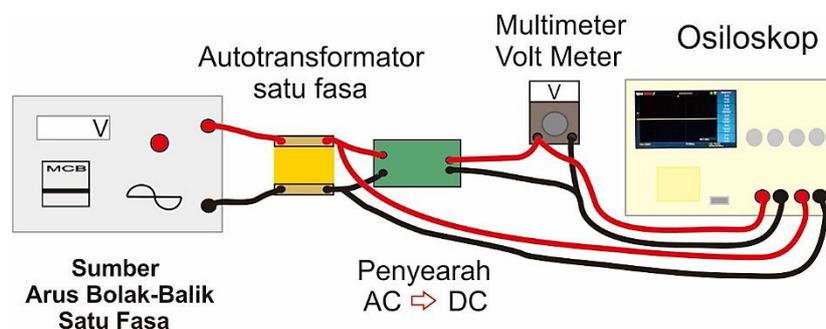
Tabel 1.2 Alat Instrumentasi dan Alat Bantu Lainnya

No	Nama	Spesifikasi	Jumlah	Gambar
1	Multimeter Sanwa CD800a	DCV:400m/4/40/400/600V ACV:4/40/400/600V DCA:40m/400mA ACA:40m/400mA Frekuensi:5Hz-100kHz Max:0.5A/250V	3	

2	Digital Oscilloscope Siglent SDS1022DL	Bandwidth: up to 200MHz Sample rate: 500Msa/s Channels: 2CH + 1EXT Support SCPI, USB	1	
3	Multimeter Sanwa CX506a	DCV:120m(4kΩ)/3/12/30/ 120 300(50kΩ/V)/1000V (15kΩ) ACV:3/12/30/120/300/750V(8kΩ/V) DCA:30μ/0,3m/3m/30m/ 0,3A Max:0.5A/250V	3	
6	Kabel Penghubung	NYAF 1x2,5mm Cu/PVC-f 450/750 V	Secu- kunya	

3.3.3 Pengujian Catu Daya Arus Searah

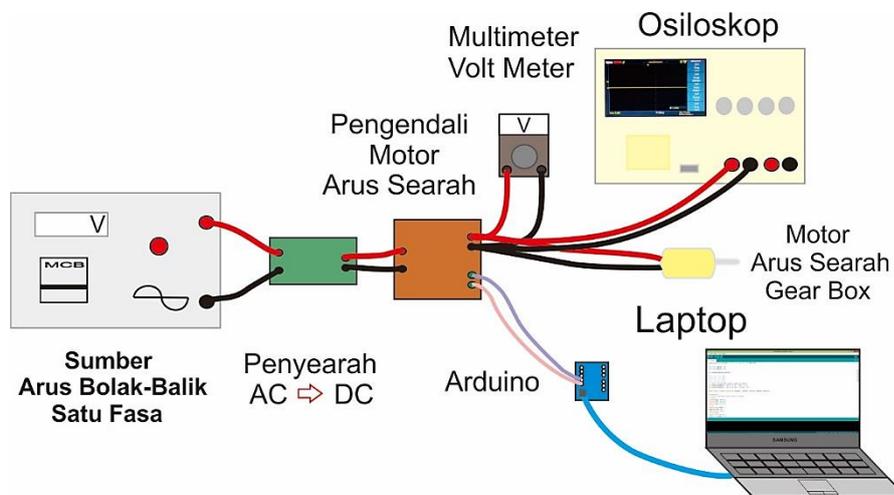
Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja rangkaian catu daya untuk mencatu arduino dan motor arus searah. Pengujian dilakukan dengan mengukur besar nilai tegangan, arus menggunakan multimeter dan mengamati bentuk gelombang keluaran penyearah menggunakan osiloskop. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan probe 1 osiloskop dan multimeter ke skunder trafo 220/12V dan probe 2 osiloskop dan multimeter ke keluaran rangkaian catu daya. Rangkaian pengujian catu daya sumber arus searah lebih jelasnya ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1.7 Rangkaian Pengujian Catu Daya Arus Searah

3.3.4 Pengujian Pengendali Motor Arus Searah

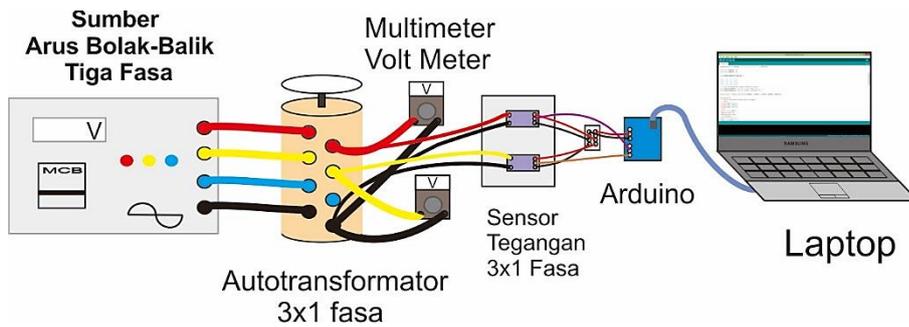
Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja rangkaian pengendali arah putaran motor arus searah magnet permanen dengan metode *h-bridge* menggunakan mosfet. Pengujian dilakukan dengan mengukur besar nilai tegangan, arus menggunakan multimeter, melihat gelombang keluaran pengendali motor menggunakan osiloskop, dan melihat arah putaran dari motor. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan probe osiloskop dan multimeter ke keluran rangkaian pengendali motor, kemudian dilakukan pengambilan saat motor mati, bergerak searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam. Rangkaian pengujian pengendali motor arus searah untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1.8 Rangkaian Pengujian Pengendali Motor

3.3.5 Pengujian Pembacaan Nilai Tegangan pada Sensor Tegangan

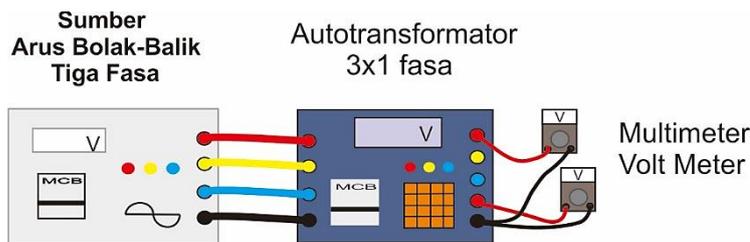
Pengujian dilakukan untuk mendapat data pembacaan nilai tegangan menggunakan sensor tegangan ZMPT101B, dengan mencari persamaan nilai ADC sensor dibanding nilai tegangan terukur pada multimeter nilai. Pengujian dilakukan menggunakan autotransformator dimana keluarannya dihubungkan dengan multimeter dan dipararel dengan sensor tegangan untuk mengatur nilai variabel tegangan dengan kenaikan 5 V mulai 0 – 200 V, setiap kenaikan tegangan maka menghasilkan nilai adc yang berbeda, nilai adc dibaca dengan arduino melalui serial monitor, nilai adc tersebut dicatat, kemudian dicari persamaannya menggunakan regresi linier. Rangkaian pengujian pembacaan nilai tegangan menggunakan sensor tegangan sebagai berikut.



Gambar 1.9 Rangkaian Pengujian Pembacaan Tegangan pada Sensor Tegangan

3.3.6 Pengujian Besar Nilai Kesalahan Pengaturan Tegangan pada Alat

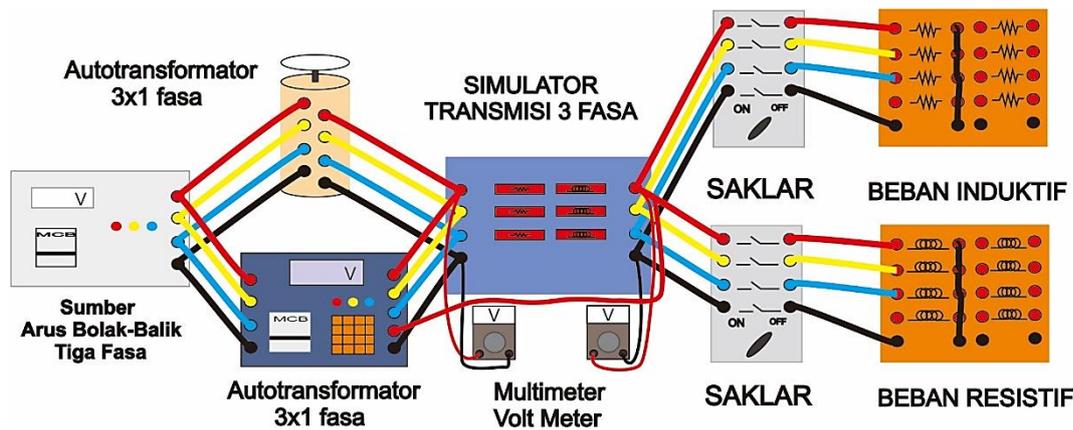
Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem alat secara keseluruhan dan mengetahui seberapa besar nilai kesalahan tegangan terukur pada alat yang ditampilkan pada LCD antara tegangan yang terukur pada multimeter. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan keluaran autotransformator dengan multimeter dan mengatur interval kenaikan tegangan 5 V mulai 20 – 200 V. Rangkaian pengujian pengendali motor arus searah untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1.10 Rangkaian Pengujian Sistem Autotransformator Tiga Fasa Secara Keseluruhan

3.3.7 Pengujian Pada Pratikum Sistem Daya Elektrik

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan besar nilai tegangan yang ditransmisikan pada saluran transmisi menengah menggunakan autotransformator memanfaatkan putaran motor dengan autotransformator konvensional untuk mengatur nilai tegangan. Pengujian ini melihat perbandingan tegangan yang ditransmisikan ke simulator saluran transmisi pada sisi kirim dan sisi terima. Pengujian dilakukan dengan autotransformator menggunakan putaran motor untuk mendapatkan tegangan 110, 130, dan 150 V pada sisi kirim, lakukan pengujian dengan mencatat tegangan yang terukur pada sisi kirim dan terima saat tanpa beban, beban $220 \Omega/\text{fasa}$ dan $220 \Omega/\text{fasa}$, $400\text{mh}/\text{fasa}$. Lakukan langkah sebelumnya dengan mendapatkan tegangan pada sisi terima, dan lakukan semua langkah dengan menggunakan autotransformator konvensional. Rangkaian pengujian praktikum sistem daya elektrik ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 1.11 Rangkaian Pengujian Pratikum Sistem Daya Elektrik Saluran Transmisi Menengah

3.4 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian ini. Data-data yang dikumpulkan berupa data primer.

3.5 Perhitungan dan Analisis Data

Dalam tahap ini, setelah pengujian dilakukan dan mendapatkan data yang diperlukan untuk pembuatan komponen autotransformator, dilakukan perancangan dan perhitungan sesuai persamaan yang telah dicantumkan pada BAB II. Setelah perhitungan dan perancangan dilakukan, dilakukan pembuatan komponen alat dan penyatuan komponen menjadi satu kesatuan, langkah selanjutnya adalah dilakukan analisis yang meliputi:

- Analisis tegangan, arus dan bentuk gelombang pada catu daya menggunakan persamaan peyarah gelombang penuh satu fasa menggunakan dioda jembatan.
- Analisis tegangan, arus, dan bentuk gelombang pengendali arah putaran motor arus searah menggunakan persamaan metode h-bridge.
- Analisis persamaan pembacaan tegangan pada sensor tegangan menggunakan persamaan regresi linier untuk mendapatkan hasil pembacaan terbaik.
- Analisis besar nilai kesalahan pembacaan pengaturan tegangan autotransformator tiga fasa diatur menggunakan motor arus searah dibandingkan dengan pembacaan menggunakan multimeter.
- Analisis perbandingan tegangan yang ditransmisikan ke simulator transmisi 3 fasa penggunaan autotranformator 3 fasa yang dibuat dengan autotransformator 3 fasa konvensional untuk digunakan dalam praktikum sistem daya elektrik transmisi menengah.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan teori, hasil perhitungan dan analisis serta saran-saran yang diberikan. Diakhir penelitian ini akan ditarik suatu kesimpulan dari semua proses analisis yang telah dilakukan, dan pemberian saran kepada pembaca yang akan melakukan studi terkait dengan penelitian ini. Saran-saran yang diberikan kepada pembaca meliputi hal-hal yang menjadi kendala dalam penelitian, atau hal-hal yang masih memerlukan kajian lebih dalam lagi terkait perancangan pengaturan tegangan keluaran autotransformator tiga fasa dengan memanfaatkan putaran motor arus searah.