

**RANCANG BANGUN PENGONTROLAN EKSITASI
GENERATOR MENGGUNAKAN REMOTE CONTROL**

SKRIPSI

OLEH :

VIVIAN R. SIBURIAN

17.812.0023



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2022

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 27/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)27/6/22

**RANCANG BANGUN PENGONTROLAN EKSITASI
GENERATOR MENGGUNAKAN REMOTE CONTROL**

SKRIPSI

Skripsi adalah salah satu syarat untuk mendapatkan Gelar

Sarjana di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area



OLEH :

VIVIAN R. SIBURIAN

17.812.0023

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2022

ii

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 27/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)27/6/22

LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi : Rancang Bangun Pengontrolan Eksitasi Generator
Menggunakan Remote Control.


Nama : Vivian R. Siburian


Npm : 17.812.0023

Fakultas : Teknik

Disetujui oleh :

Komisi pembimbing


Ir. Zulkifli Bahri, MT
Pembimbing I


Syarifah Muthia Putri, ST.MT
Pembimbing II

Mengetahui :


Dr. Rahmat Syah, S.Kom, M.Kom
Dekan


Habib Satria, S.Pd.MT
Ketua Program Studi

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam skripsi ini yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 01 Februari 2022



Vivian R. Siburian
Vivian R. Siburian
17.812.0023

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : VIVIAN R. SIBURIAN

NPM : 17.812.0023

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-Exclusiv Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya dengan judul :

“Rancang Bangun Pengontrolan Eksitasi Generator Menggunakan Remote Control”.

Dengan Hak Bebas Royalti Nonekskusif ini , Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 01 Februari 2022



Vivian R. Siburian

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lumban Dingin 04 Agustus 1999 dari ayah Sabirin Siburian dan ibu Lawanris Lumban Toruan penulis merupakan anak pertama dari lima bersaudara.

Tahun 2017 penulis lulus dari SMK NEGERI 2 DOLOKSANGGUL dan pada tahun 2017 juga penulis mendaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area jurusan Teknik Elektro.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi lebih memahami serta memperdalam pengetahuan tentang dunia Elektro serta berbagai hal yang berhubungan dengan kelistrikan, yang bisa diterapkan penulis dalam kehidupan sehari-hari. Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. RAZZA PRIMA TRAFOMEDAN.

ABSTRAK

Laboratorium Mesin-mesin Listrik Universitas Medan Area merupakan salah satu laboratorium yang berbasis konversi energi, dan dibutuhkan sumber energi listrik yang besar dengan tegangan yang variable (tegangan dapat diatur mulai dari 0 volt.) Sistem eksitasi merupakan sistem pasokan listrik DC sebagai penguatan pada generator listrik atau sebagai pembangkit medan magnet, sehingga suatu generator dapat menghasilkan energi listrik dengan besar tegangan keluaran generator bergantung pada besarnya arus eksitasinya. Tegangan eksitasi yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan adalah 82 Volt DC. Dari hasil data pengujian yang diperoleh sebesar 98.1 Volt DC, hal ini sudah memenuhi untuk dapat mengatur tegangan eksitasi generator yang variabel. Sehingga perencanaan alat ini dapat mempermudah untuk mengatur eksitasi generator dari manapun berada, baik dari jarak dekat maupun jarak jauh tanpa menggunakan kabel (*wireless*) dengan menggunakan Remote Control.

Kata kunci : Generator, Remote Control, Sistem Eksitasi.

ABSTRACT

Electrical Machinery Laboratory, University of Medan Area is one of the laboratories based on energy conversion, and it requires a large source of electrical energy with a variable voltage (voltage can be set from 0.) The excitation system is a DC power supply system as a reinforcement to an electric generator or generator. as a magnetic field generator, so that a generator can produce electrical energy with a large generator output voltage depending on the magnitude of the excitation current. The excitation voltage required to meet the demand is 82 Volt DC. From the results of the test data obtained by 98.1 Volt DC, this is already sufficient to be able to regulate the variable generator excitation voltage. So that the planning of this tool can make it easier to regulate the excitation of the generator from wherever it is, both from a short distance and long distance without using a cable (wireless) by using the Remote Control.

Keywords: Generator, Remote Control. Excitation System.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada tuhan yang maha kuasa atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis diberikan kesehatan, kekuatan, pengetahuan dan kesempatan sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan tepat waktu .

Judul yang dipilih dalam penelitian ini adalah “RANCANG BANGUN PENGONTROLAN EKSITASI GENERATOR MENGGUNAKAN REMOTE CONTROL”. Skripsi ini disusun guna menyelesaikan program pendidikan Strata 1 program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan, baik moral maupun material dari berbagai pihak, dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Teristimewa penulis ucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada kedua orang tua saya, Bapak S. Siburian dan Ibunda L. Lumban Toruan yang telah memberikan dukungan moril maupun materi serta doa dan cinta kasihnya kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan , M.Eng, M.sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknik
4. Bapak Habib Satria, S.Pd, MT selaku ketua Jurusan Teknik Elektro.
5. Bapak Ir.Zulkifli Bahri,.MT sekaligus dosen pembimbing untuk skripsi ini, yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penyusunan Skripsi hingga selesai.
6. Ibu Syarifah Muthia Putri ST, MT selaku dosen pembimbing untuk skripsi

ini, yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan skripsi sampai selesai.

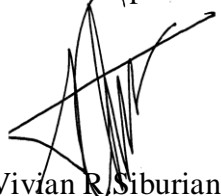
7. Seluruh staf dan seluruh Dosen Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro.
8. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area (HME FT-UMA) yang telah sangat banyak mensupport dan mendukung penuh dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Rekan-rekan kelas terkhususnya buat Teknik Elektro angkatan 2017 yang telah banyak memberikan kenangan manis dan persahabatan yang baik.
10. Semua rekan-rekan yang tidak dapat disebutkan namanya yang telah membantu dalam doa dan memberi semangat kepada penulis dalam menyelesaikan pembuatan skripsi ini.

Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini nantinya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun bagi dunia usaha dan pemerintahan.

Akhirnya penulis kembali mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Sehingga dapat bermanfaat bagi siapapun membacanya.

Medan, 01 Februari 2022

Hormat penulis



Vivian R. Siburian

DARTAR ISI

SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	viii
DARTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xivi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metode Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6

2.1. GENERATOR	6
2.1.1. Prinsip kerja generator	6
2.2. TRANSFORMATOR	9
2.3. MOTOR DC.....	13
2.3.3. Pengaturan arah putaran motor DC	14
2.4. MODUL RELAY	18
2.5. REMOTE CONTROL	20
2.5.1. Sistem komunikasi dengan gelombang radio	21
2.5.2. Rangkaian penala dan detector	23
2.5.3. Antena.....	24
2.6. PENYEARAH TEGANGAN	25
2.6.1. Penyearah gelombang Penuh (Full – wave rectifier)	22
2.6.2. Penyearah dengan filter kapasitor	25
2.7 TRANSISTOR SEBAGAI SWITCH	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	29
3.1.1. Lokasi Penelitian.....	29
3.1.2. Waktu Penelitian	29
3.2. Diagram Alir Penelitian	30
3.3. Diagram Alir perancangan Alat	33

3.4.	Spesifikasi Alir Perancangan Alat.....	34
3.5.	Rangkaian keseluruhan alat	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		50
4.1.	SPEKIFIKASI KOMPONEN UTAMA	50
4.2.	SPEKIFIKASI GENERATOR	51
4.3.	HASIL	52
4.3.1.	Hasil Perancangan Alat	52
4.3.2.	Hasil perangkaian alat dengan Motor Dc pada Slide Regulator	54
4.4.	PENGUJIAN	55
4.4.1.	Pengujian putaran poros slide menggunakan remote control.	55
4.4.2.	Hasil Pengukuran Rangkaian Keseluruhan Alat	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		63
5.1.	KESIMPULAN.....	63
5.2.	SARAN.....	63
DAFTAR PUSTAKA		65

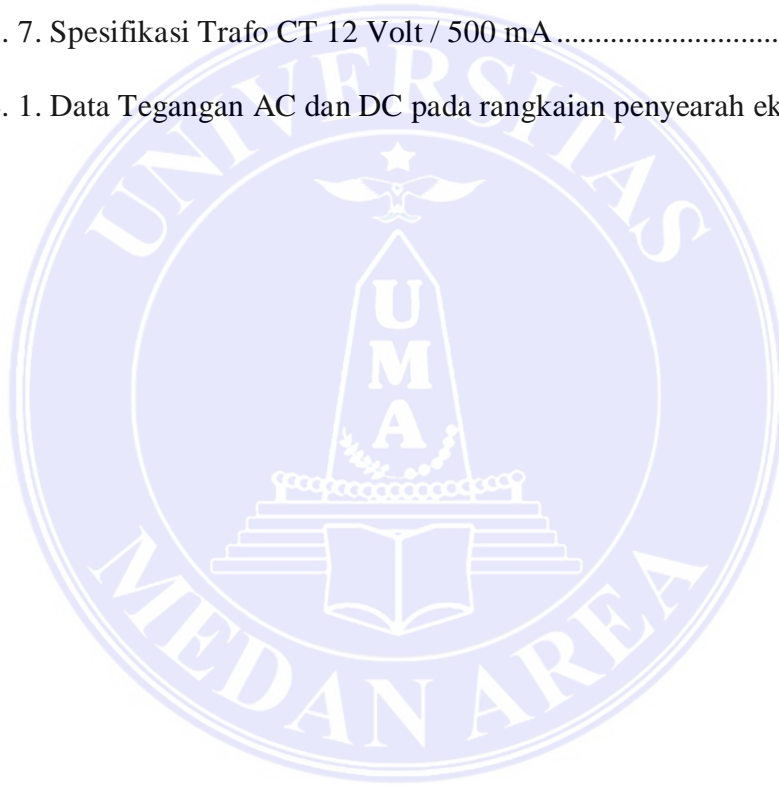
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Arus Eksitasi dan Slip Ring pada Generator	7
Gambar 2. 2. Model rangkaian generator	8
Gambar 2. 3. Prinsip Kerja Transformator	10
Gambar 2. 4. Prinsip Kerja Motor DC	14
Gambar 2. 5. Interaksi jangkar untuk putaran berlawanan arah jarum jam.....	15
Gambar 2. 6. Skematika saklar dan relay.....	16
Gambar 2. 7. Sistem komunikasi melalui kawat penghantar atau kabel	17
Gambar 2. 8. Sistem komunikasi gelombang radio	18
Gambar 2. 9. Rangkaian demodulator	20
Gambar 2. 10. Penyearah Gelombang Penuh	23
Gambar 2. 11. Penyearah dengan filter kapasitor	23
Gambar 2. 12. Lapisan dan simbol transistor NPN dan PNP	24
Gambar 2. 13. Arus dan tegangan pada transistor NPN	25
Gambar 2. 14. Transistor sebagai Driver	26
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3. 2. Flowchart kerja alat	31
Gambar 3. 3. Urutan tombol remote control dengan output receiver	34
Gambar 3. 4. Spesifikasi Modul Relay 1 Channel	35
Gambar 3.5. Spesifikasi Relay 220 Volt	39
Gambar 3.6. Trafo CT 12 Volt/500 Ma	40
Gambar 3. 7. Dioda Bridge.....	37
Gambar 3. 8 Limit Switch.	40
Gambar 3. 9. Catu daya simetris pengendalian putaran motor DC	41

Gambar 3. 10. Catu daya untuk sumber eksitasi generator	45
Gambar 3. 11. Penambahan Relay	41
Gambar 3. 12. Menghubungkan relay 5 volt dengan relay tambahan 220 volt .	46
Gambar 3.13. Rangkaian keseluruhan alat	47
Gambar 4. 1. Rangkaian keseluruhan alat yang dirancang	49
Gambar 4. 2. Power Supply DC pada Slide Regulator	53
Gambar 4. 5. Hasil pengukuran Output Slide Regulator	53
Gambar 4. 6. Pengukuran input trafo	53
Gambar 4. 7. Pengukuran output trafo	57
Gambar 4. 8 pengukuran tegangan 10,19 Volt AC	55
Gambar 4. 9. Rangkaian Keseruhan Alat	56
Gambar 4. 10. Grafik hubungan antara VAC dan VDC	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	27
Tabel 3. 2. Alat dan Bahan	33
Tabel 3. 3. Spesifikasi Modul Remote (<i>transmitter</i>) <i>wireless</i>	33
Tabel 3. 4. Spesifikasi Modul Remote (<i>Receiver</i>) <i>wireless</i>	34
Tabel 3. 5. Spesifikasi Relay	38
Tabel 3. 6. Spesifikasi Relay 220 Volt	35
Tabel 3. 7. Spesifikasi Trafo CT 12 Volt / 500 mA	37
Tabel 4. 1. Data Tegangan AC dan DC pada rangkaian penyearah eksitasi	57



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Laboratorium merupakan salah satu sarana penunjang untuk keberhasilan dalam menjalankan studi, salah satunya adalah laboratorium Mesin-mesin Listrik Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area . Sebagai salah satu laboratorium yang berbasis konversi energi, dibutuhkan sumber energi listrik yang besar dengan tegangan yang dapat diatur. Pada laboratorium teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area terdapat sebuah generator yang berfungsi sebagai penunjang untuk praktikum, namun pada penggunaan generator ini tidak efisien dikarenakan pengaturan tegangan generator masih secara manual. Hal ini sedikit mempersulit mahasiswa untuk mengatur tegangan sesuai dengan yang diinginkan dan sedikit memakan waktu pada saat praktikum, Selama ini, pengaturan tegangan generator untuk sumber energi dilakukan pada salah satu meja praktikum, sedangkan sumber tiga fasa dengan tegangan yang konstan ataupun variabel diperlukan pada beberapa meja. Hal ini menimbulkan kesulitan pada saat dibutuhkan pengaturan tegangan tiga fasa pada meja lain. Dalam perencanaan peralatan ini ini saya berusaha untuk mempermudah pengaturan eksitasi generator dari manapun berada tanpa menggunakan kabel (wireless).

Perkembangan teknologi *wireless* memberikan segudang manfaat bagi kehidupan. Banyak sekali manfaat yang sudah ditorehkan oleh teknologi *wireless* yang meringankan dan mendukung aktivitas kita sehari-hari. Teknologi *wireless* merupakan teknologi nirkabel yang artinya tidak memerlukan kabel dalam penggunaannya.

Penggunaan kabel selama ini dinilai kurang praktis dan menyulitkan sebagian orang. Selain itu, dari segi estetika penggunaan kabel sangat kurang nyaman dilihat. Tanpa menggunakan kabel, biaya operasional pun juga bisa diminimalisir. Nantinya pengontrolan tegangan generator ini akan dibuat menggunakan *remote control*. Sama halnya dengan penggunaan remote pada TV bedanya alat ini bekerja menggunakan frekuensi. Jadi kita dapat mengatur tegangan yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan dan dapat dikontrol dari jarak jauh. Hal ini akan menjadi lebih efisien dibanding dengan pengontrolan secara manual.

Sistem eksitasi merupakan sistem pasokan listrik DC sebagai penguatan pada generator listrik atau sebagai pembangkit medan magnet, sehingga suatu generator dapat menghasilkan energi listrik dengan besar tegangan keluaran generator bergantung pada besarnya arus eksitasinya.

1.2. Rumusan Masalah

Pada uraian di atas, maka dapat dirumuskan suatu masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Bagaimana merancang alat yang efisien dalam pengaturan output tegangan generator tanpa menggunakan kabel (*wireless*) ?
2. Bagaimana remote control mengendalikan alat sehingga tegangan output generator dapat dikontrol?
3. Bagaimana frekuensi dapat bekerja sehingga tegangan output generator dapat dikontrol?

1.3. Batasan Masalah

1. Fokus perancangan alat ini adalah mengontrol system eksitasi pada generator 3 fasa di laboratorium Teknik Elektro Universitas Medan Area.
2. Remote control hanya bekerja sesuai dengan frekuensi tertentu.
3. Perancangan alat ini tidak menggunakan sensor.
4. Tidak membahas komponen pada Remote Control, hanya membahas tentang prinsip pembangkitan sinyal dan proses modulasi.
5. Perancangan alat ini hanya berfokus di Laboratorium Mesin – Mesin Listrik Teknik Elektro Universitas Medan Area.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan pembuatan alat ini adalah :

1. Merancang sebuah alat yang dapat mengontrol tegangan output generator 3 fasa menggunakan remote control (tanpa kabel/wireless) di laboratorium Mesin – Mesin listrik Teknik Elektro Universitas Medan Area.
2. Merancang sebuah alat yang dapat mengontrol tegangan output generator dari jarak jauh.
3. Mengembangkan alat di laboratorium berbasis *wireless*.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah bisa mengaplikasikan ilmu yang di peroleh selama menempuh pendidikan di Teknik Elektro Universitas Medan Area.
2. Bagi Mahasiswa, alat ini merupakan pengaplikasian dari ilmu dasar elektronika, dasar telekomunikasi, Mesin – Mesin listrik.

3. Mempermudah dalam pengaturan tegangan output generator 3 fasa pada saat praktikum.

1.6. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan referensi yang berkaitan dengan judul skripsi. Hal ini dilakukan agar penulis memperoleh informasi maupun data yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini. Referensi yang dikumpulkan dapat berupa buku, jurnal, artikel, *paper*, ataupun makalah baik dalam bentuk media cetak maupun media elektronik.

2. Analisa dan perancangan alat

Pada tahap ini dimulai untuk membeli komponen yang dibutuhkan dan mulai untuk merancang alat sesuai dengan data dan informasi yang diperoleh dari hasil studi literatur. Untuk menghasilkan alat yang sesuai dengan perencanaan.

3. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian alat di laboratorium mesin – mesin listrik Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

4. Dokumentasi

Pada tahap ini seluruh hasil dan kesimpulan dari penelitian akan didokumentasikan dalam bentuk karya ilmiah berupa skripsi.

1.7. Sistematika Penulisan

1. BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan secara singkat mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mengkaji terkait teori-teori penunjang dalam penelitian ini sehingga hasil yang di dapatkan lebih optimal.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang akan dirancang, alat ukur yang digunakan dalam pembuatan alat, lokasi penelitian, dan pelaksanaan penelitian yang meliputi penyediaan komponen dan cara pembuatan alat, semuanya tercakup dalam bab ini.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas Hasil dan menganalisisnya kembali untuk melakukan studi yang paling efektif dan ilmiah.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dan saran yang diperoleh dari penelitian disajikan dalam bab ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. GENERATOR

Generator arus bolak-balik disebut juga generator sinkron atau alternator. Generator merupakan peralatan yang mengubah enersi mekanis menjadi enersi listrik. Prinsip dasar generator adalah bahwa bila suatu konduktor digerakkan dalam medan magnit tetap, maka pada konduktor tersebut timbul tegangan induksi (Hukum **Faraday**). Semakin banyak jumlah lilitan konduktor atau semakin besar medan magnit (fluksi) tetap yang diberikan, semakin besar tegangan yang dibangkitkan. Ditinjau dari jumlah fasanya, generator dapat dibagi atas:

1. Generator satu fasa
2. Generator tiga fasa (untuk kapasitas daya besar)

Bagian bagian generator antara :

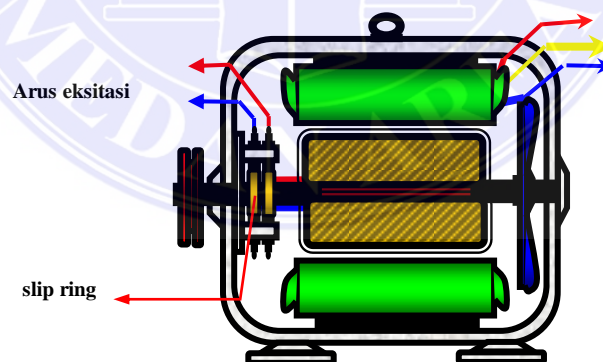
1. Stator, adalah komponen yang diam
2. Rotor, adalah komponen yang berputar.
3. Celah udara (*air gap*), ruang antara stator dan rotor
4. Slip ring

Untuk mendapatkan medan magnit tetap, belitan medan diberi arus searah (DC) yang disebut dengan arus eksitasi. Belitan medan (eksitasi) ini dapat ditempatkan pada stator, untuk generator dengan kapasitas yang kecil, ataupun ditempatkan pada rotor melalui slip ring untuk generator dengan kapasitas daya yang besar, sedangkan output generator diambil pada belitan jangkar (*armature*) satu fasa ataupun tiga fasa.

2.1.1. Prinsip kerja generator

Setelah poros generator AC diputar mencapai putaran sinkronnya (n_s) oleh sistem penggerak mula, belitan medan (eksitasi) diberi arus DC (arus eksitasi). Ketika kutub medan berputar melewati konduktor yang berada pada stator, fluksi yang dihasilkan oleh belitan medan akan memotong konduktor sehingga menghasilkan tegangan induksi (emf) bolak balik, karena kutub dengan polaritas yang berubah-ubah terus menerus melewati konduktor tersebut (**Hukum Faraday**).

Tegangan akan timbul pada kedua ujung (terminal) konduktor. Tegangan induksi yang dibangkitkan tergantung pada jumlah fluksi (ϕ), putaran dan jumlah belitan jangkar. Umumnya generator berputar pada kecepatan yang konstan, sehingga tegangan yang dibangkitkan tergantung pada arus medan (eksitasi) yang menghasilkan fluksi.



Gambar 2. 1. Arus Eksitasi dan Slip Ring pada Generator

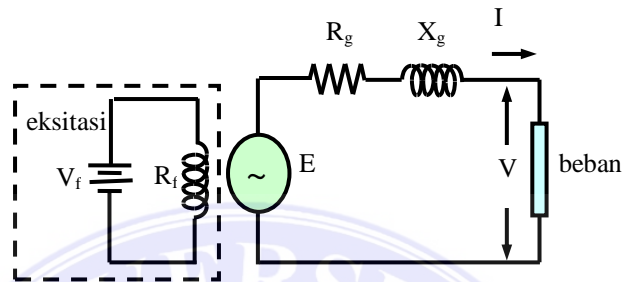
Dengan memutar poros generator pada kecepatan sinkronnya dan rotor diberi arus medan I_f , maka

pada belitan jangkar akan timbul tegangan induksi (E) sebesar :

$$E = c n \phi \quad \text{dan} \quad \phi \approx I_f \quad [1]$$

Dimana :

- E = Tegangan induksi (emf)
 n = Putaran generator
 ϕ = Fluksi yang dihasilkan oleh belitan medan
 c = Konstanta generator
 I_f = Arus medan (eksitasi)



Gambar 2. 2. Model rangkaian generator

Dalam keadaan berbeban, arus jangkar akan mengalir dan mengakibatkan terjadi reaksi jangkar. Dari gambar tersebut diperoleh:

$$V = E - I \cdot Z_g \quad [2]$$

$$\text{Atau : } V = c \cdot n \cdot \phi - I \cdot Z_g$$

Dimana:

V : Tegangan output generator

I : Arus jangkar (arus beban generator)

Z_g : Impedansi generator

Dari rumus $E = c n \phi$, tegangan E dapat diatur dengan menaikkan atau menurunkan arus eksitasi, karena fluksi (ϕ) yang dihasilkan oleh belitan medan tergantung pada arus medan (I_f) yang diberikan. Di Laboratorium prodi Teknik Elektro, digunakan generator tiga fasa dengan penggerak motor induksi, sebagai penunjang praktikum. Dalam melakukan percobaan, diperlukan tegangan yang bervariasi, satu fasa atau pun tiga fasa. Oleh karena itu sejak awal generator yang digunakan sebagai sumber energi dirancang dengan tegangan output generator

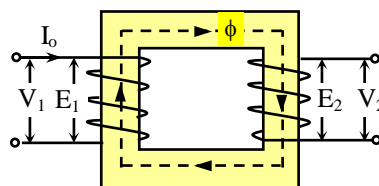
yang dapat diatur mulai dari nol sampai tegangan nominal dengan mengatur arus eksitasi menggunakan autotransformator (slide regulator) yang porosnya diatur (diputar) secara manual yang terletak pada salah satu meja praktikum. Untuk dapat mengatur arus eksitasi generator dari jarak jauh.

Eksitasi adalah suatu sistem pembangkit yang bekerja menghasilkan fluks yang berubah-ubah dari waktu ke waktu, sehingga menimbulkan ggl induksi (Jerkovic, et.al., 2010: 142). Generator AC tereksitasi dari suplai DC ketika mencapai kecepatan nominal. Fluks medan melintasi konduktor menyebabkan ggl pada konduktor jangkar ketika kutub lewat di bawahnya. Jumlah ggl yang dibuat ditentukan oleh kecepatan di mana garis gaya dipotong (kecepatan rotor) dan kekuatan medan. Karena generator berjalan pada kecepatan tetap hampir sepanjang waktu, besarnya ggl yang dihasilkan ditentukan oleh eksitasi medan. Besarnya tegangan eksitasi yang diberikan ke kumparan medan generator dapat langsung diubah untuk mengontrol eksitasi medan.

Arus searah yang diberikan ke belitan rotor dikenal sebagai arus medan. Arus medan ini disediakan untuk menciptakan fluks dan medan pada kumparan rotor. Jika suatu penghantar yang dialiri arus listrik dibawa mengelilingi suatu kumparan, maka akan timbul ggl induksi pada kumparan itu, menurut hukum Faraday (Akhmad, 1983: 27). Demikian pula ketika kumparan rotor (field coil) dialiri arus listrik dan diputar, medan di sekitar kumparan medan memotong batang-batang konduktor stator (anchor coil) (Azis, 1984: 46). Arus medan yang diterapkan pada kumparan medan menentukan ukuran fluks. Tegangan generator ditentukan oleh kekuatan arus dalam kumparan medan jika putaran generator dalam prakteknya tetap (Listen, 1988:239).

2.2. TRANSFORMATOR

Trafo menggunakan kopling magnet berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik pada frekuensi tertentu untuk mengubah tegangan bolak-balik dari satu nilai ke nilai lainnya. Jika transformator diberikan tegangan rendah (pada sisi primer) dan menghasilkan tegangan yang tinggi (pada sisi sekunder), maka dinamakan transformator *step-up* dan sebaliknya bila diberi tegangan yang tinggi (pada sisi primer) dan menghasilkan tegangan yang rendah (pada sisi sekunder) dinamakan transformator *step-down*. Sisi sekunder disebut juga sisi beban. Setiap transformator dapat digunakan sebagai penaik tegangan maupun penurun tegangan. Pada perancangan ini transformator digunakan untuk penyesuaian tegangan yang diperlukan sebagai sumber arus eksitasi. Transformator mempunyai dua belitan primer dan sekunder, dimana kedua belitan terisolasi satu dengan yang lain. Prinsip kerja transformator berdasarkan induksi elektromagnetik, menghendaki adanya gandengan magnet (kopling magnetik) antara rangkaian primer dan sekunder. Kopling magnetik ini berupa inti besi tempat melakukan fluksi bersama. Bila belitan primer (N_1) suatu transformator dihubungkan dengan sumber tegangan V_1 yang sinusoidal akan mengalir arus pada belitan primer yang dinamakan arus eksitasi I_o yang juga sinusoidal. Arus primer I_o ini akan menghasilkan fluksi (ϕ) yang juga berbentuk sinusoidal, lihat gambar $\phi = \phi_{maks} \sin \omega t$,



Gambar 2. 3. Prinsip Kerja Transformator

Berdasarkan hukum Faraday fluksi akan menghasilkan tegangan induksi e_1

$$e_1 = -N_1 \frac{d\phi}{dt} \quad [3]$$

$$e_1 = -N_1 \frac{d(\phi_{\text{maks}} \sin \omega t)}{dt} = -N_1 \omega \phi_{\text{maks}} \cos \omega t$$

Nilai efektifnya adalah:

$$E_1 = \frac{N_1 2\pi f \phi_{\text{maks}}}{\sqrt{2}} = 4,44N_1 f \phi_{\text{maks}} \quad [4]$$

Pada rangkaian sekunder, fluksi (ϕ) bersama tadi menimbulkan tegangan induksi pada sisi sekunder:

$$e_2 = -N_2 \frac{d\phi}{dt} \quad [5]$$

$$e_2 = -N_2 \frac{d(\phi_{\text{maks}} \sin \omega t)}{dt} = -N_2 \omega \phi_{\text{maks}} \cos \omega t$$

Nilai efektifnya adalah:

$$E_2 = \frac{N_2 2\pi f \phi_{\text{maks}}}{\sqrt{2}} = 4,44N_2 f \phi_{\text{maks}} \quad [6]$$

dimana:

N_1 : Jumlah lilitan primer
 N_2 : Jumlah lilitan sekunder

Bila diambil perbandingan antara kedua tegangan dengan mengabaikan rugi-rugi tahanan dan adanya fluksi bocor atau transformator dianggap ideal , maka:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a \quad [7]$$

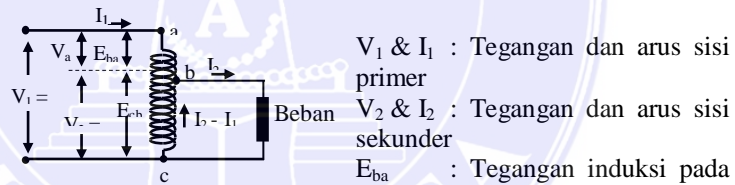
dimana :

E_1 : Tegangan induksi primer
 E_2 : Tegangan induksi sekunder
 V_1 : Tegangan primer

V_2 : Tegangan sekunder
 a : Faktor transformasi = faktor belitan transformator
 Bila $a > 1$, maka transformator disebut step down transformator sedangkan bila $a < 1$, dinamakan step up transformator. Pada transformator ideal daya masuk (VA) pada sisi primer = daya keluar (VA) pada sisi sekunder.

2.2.1. Autotransformator

Autotransformator adalah suatu jenis transformator, dimana belitan sekunder merupakan bahagian dari belitan primer. Dengan demikian dapat juga dikatakan bahwa belitan primer dan sekunder pada autotransformator dihubungkan secara listrik dan juga secara kopeling magnetik/induktif. Prinsip kerja autotransformator sama seperti pada transformator dengan dua belitan yang terpisah antara primer dan sekundernya.



Gambar 2.3.1. Prinsip Kerja pada Autotransformator

Dari rangkaian di atas diperoleh hubungan:

$$V_1 = V_{ab} + V_{bc} \quad (\text{sisi primer}) \tag{8}$$

$$V_2 = V_{bc} = E_{cb} - (I_1 - I_2) (R_{bc} + jX_{bc})$$

$$V_{ab} = E_{ba} + I_1 R_{ab} + jI_1 X_{ab}$$

Dan

$$\frac{E_{cb}}{E_{ba}} = \frac{N_{bc}}{N_{ab}}, \text{ konstan untuk transformator biasa} \tag{9}$$

Bila dianggap ideal, maka

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_{ac}}{N_{bc}} \quad \text{dimana : } N_{ac} = N_{ab} \quad [10]$$

Pada slide regulator, N_{bc} dapat diatur dengan memutar porosnya mulai dari posisi nol sampai posisi maksimum. Contoh auto transformator yang banyak digunakan adalah voltage regulator yang dapat berfungsi sebagai step down dan juga sebagai step up transformator. Pengaturan tegangan dilakukan dengan memutar poros autotransformator dengan belitan primer yang konstan. Pengaturan poros berarti mengatur jumlah belitan transformator.

2.3. MOTOR DC

Motor DC adalah salah satu motor penggerak yang membutuhkan sumber daya DC yang dapat berasal dari sumber listrik DC ataupun sumber listrik AC yang sudah diubah menjadi DC. Motor DC berfungsi mengubah daya listrik DC menjadi daya mekanik.

2.3.1. Prinsip Kerja Motor DC

Motor listrik merupakan peralatan yang mengubah enersi listrik menjadi enersi mekanis, berdasarkan prinsip bila pada konduktor yang dialiri oleh arus listrik berada pada medan magnet, maka pada konduktor tersebut timbul gaya Lorentz yang arah gayanya sesuai dengan kaidah Tangan Kiri Fleming.

Bagian dari motor DC terdiri dari

1. Belitan stator atau belitan medan
2. Belitan rotor atau belitan jangkar
3. Komutator

Kedua belitan ini diberi sumber DC, kecuali pada motor DC yang medan magnetnya untuk eksitasi berasal dari magnet permanent, yang disebut dengan

permanent magnet DC motor. Bila belitan medan/eksitasi dan belitan jangkar diberi sumber DC, akan timbul interaksi antara fluksi dan arus jangkar yang menghasilkan medan putar.

Komutator pada motor ataupun generator DC berfungsi untuk mengubah arah arus DC yang mengakibatkan kutub magnet dari stator dan rotor berlawanan arah sehingga menimbulkan gaya Lorentz

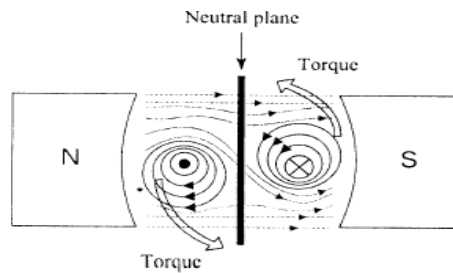


Gambar 2.4. Prinsip Kerja Motor DC

2.3.2. Pengaturan arah putaran motor DC

Motor DC mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan motor AC, antara lain:

1. Arah putarannya dapat diubah dengan mengubah polaritas sumber DC pada jangkar ataupun pada belitan medan bila generator mempunyai belitan eksitasi.
2. Mempunyai torsi yang besar dibandingkan motor AC dengan kapasitas daya yang sama
3. Mempunyai bentuk fisik dan kapasitas mulai dari yang kecil hingga yang besar.



Gambar 2. 5. proses interaksi jangkar untuk putaran berlawanan arah jarum jam

(Sumber : <http://motorlistrikanton.blogspot.com/2012/11/motor- listrik.html>)

Tanda panah besar memperlihatkan arah putaran jangkar yang berlawanan jarum jam. Saat posisi jangkar tegak lurus terhadap fluks magnet utama, tidak ada reaksi medan magnet antara fluks jangkar dengan fluks magnet utama. sebab moment inersia, putaran jangkar terus berlanjut. Sedangkan untuk putaran motor dc searah jarum jam, arah arus elektron dibalik dengan cara mengubah polaritas sumber tegangan atau mengubah kutub pada ujung kumparan jangkar.

Kecepatan putar motor DC (N) dirumuskan dengan Persamaan berikut.

$$N = \frac{V_{TM} - I_A}{K\emptyset} \quad [11]$$

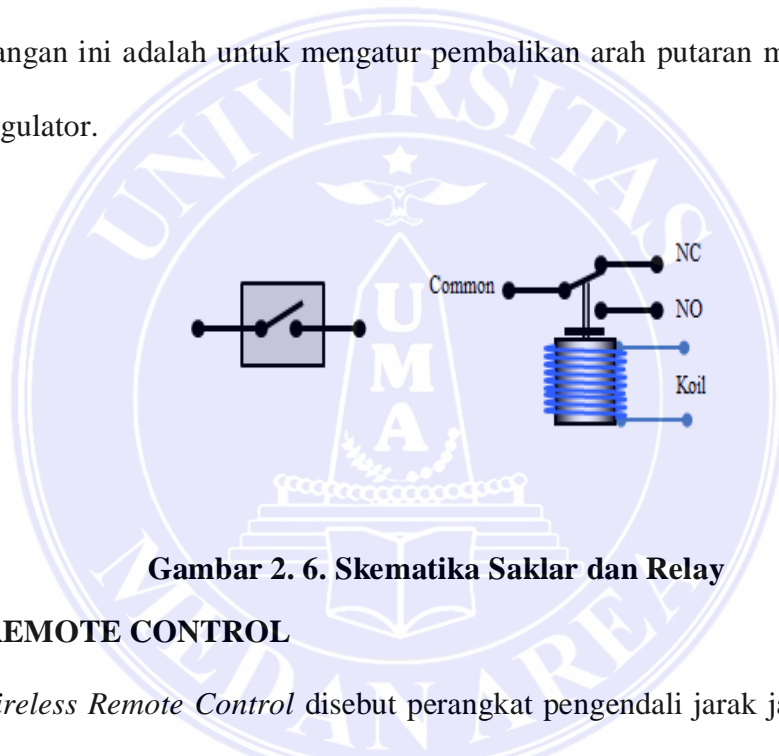
Dimana :

- V_{TM} : Tegangan Terminal
- I_A : Arus jangkar Motor
- R_A : Hambatan Jangkar Motor
- K : Konstanta Motor
- \emptyset : Fluks Magnet yang terbentuk pada

2.4. MODUL RELAY

Relay berfungsi sebagai alat yang dapat menyambung dan memutuskan beban dari sumber arus dengan prinsip kerjanya sama dengan saklar manual. Perbedaannya adalah saklar bekerja ON dan OFF bila diberi tekanan, sedangkan relay bekerja ON dan OFF dengan bantuan elektromagnet.

Contoh spesifikasi relay 5 Volt DC/2 A, artinya coil relay diberi tegangan 5 volt DC dan dengan kemampuan kontaktor relay 2 Ampere. Penggunaan relay dalam perancangan ini adalah untuk mengatur pembalikan arah putaran motor DC pada slide regulator.



Gambar 2. 6. Skematika Saklar dan Relay

2.5. REMOTE CONTROL

Wireless Remote Control disebut perangkat pengendali jarak jauh digunakan untuk mengoperasikan sebuah suatu perangkat dari jarak jauh. Remote control beroperasi menggunakan komponen elektronika. Remote control terdiri dari dua perangkat :

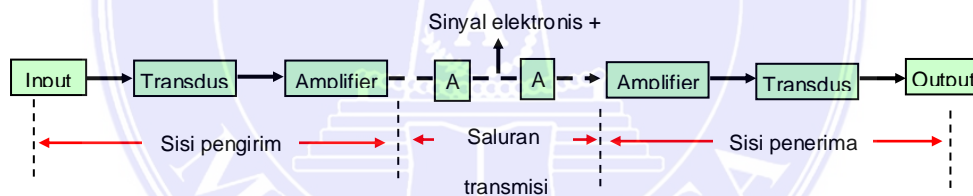
- a. Transmitter yang meradiasikan gelombang elektromagnetik frekuensi tinggi ataupun sinar infra red
- b. Receiver yang menerima gelombang elektromagnetik pada frekuensi tinggi

ataupun sinar infra red. Sinyal output dari remote ini digunakan untuk pengendalian, misalnya relay .

Proses yang terjadi pada perangkat transmitter remote control adalah proses penyampaian informasi audio, video ataupun data dengan menggunakan gelombang elektromagnetik. Berdasarkan media penghantar untuk penyampaian informasi ini ada dua yaitu:

- a. Melalui kawat penghantar (saluran transmisi)
- b. Melalui udara (wireless = tanpa kawat), yaitu dengan menggunakan sistem gelombang radio (gelombang elektromagnetik)

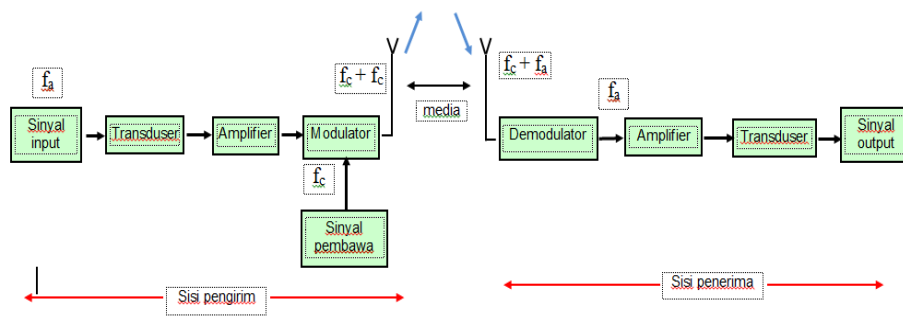
Dalam sistem komunikasi, enersi informasi audio, video ataupun data, terlebih dahulu harus diubah mejadi enersi listrik dan pada tempat tujuan enersi listrik tersebut diubah kembali sesuai dengan sinyal aslinya.



Gambar 2. 7. Sistem komunikasi melalui kawat penghantar atau kabel

2.5.1. Sistem komunikasi dengan gelombang radio

Sistem komunikasi dengan gelombang radio membutuhkan rangkaian pemancar (**transmitter**) pada sisi pengirim dan rangkaian penerima (**receiver**) pada sisi penerima.



Gambar 2. 8. Sistem komunikasi gelombang radio

Sistem komunikasi dengan menggunakan gelombang radio memerlukan perangkat pemancar (transmitter) untuk mengirim sinyal informasi dan perangkat penerima (receiver). Bagian dari pengirim (transmitter) terdiri dari:

- a. Penerima sinyal input. Sinyal input berupa sinyal listrik dan sinyal non listrik dan sinyal non listrik.
- b. Transduser. Transduser adalah suatu peralatan yang dapat mengubah enersi dari satu ke bentuk ke bentuk enersi yang lain. Pada rangkaian transmitter transduser berfungsi untuk mengubah sinyal non listrik menjadi sinyal listrik analog ataupun digital, misalnya gelombang cahaya dan suara. Sinyal dari transduser yang dihasilkan masih kecil.
- c. Amplifier. Amplifier berfungsi untuk menguatkan sinyal yang dihasilkan oleh transduser.
- d. Sinyal pembawa. Untuk meradiasikan sinyal diperlukan gelombang pembawa (carrier) yang mempunyai frekuensi sangat tinggi. Frekuensi tinggi dihasilkan oleh perangkat yang dinamakan osilator. Frekuensi tinggi lebih tinggi lebih efisien diradiasikan dibandingkan dengan meradiasikan gelombang frekuensi rendah.
- e. Modulator. Modulator berfungsi untuk menggabungkan sinyal informasi

dan gelombang pembawa.

f. Antena. Antena berfungsi untuk meradiasikan sinyal dari modulator.

Pada bagian transmitter terjadi proses penggabungan sinyal informasi (disebut pemodulasi) dengan gelombang pembawa (*carrier*) yang mempunyai frekuensi tinggi. Proses penggabungan ini disebut dengan **modulasi** dan ini terjadi pada rangkaian modulator. Sinyal yang telah dimodulasi diperkuat lagi dan kemudian diradiasikan ke media (udara) melalui antena radiasi.

Bagian dari sisi penerima (receiver)

- a. Antena. Antena pada penerima berfungsi sebagai penerima sinyal (gelombang elektro). Prinsip kerja antena sesuai dengan Hukum Faraday.
- b. Demodulator. Demodulator berfungsi untuk memisahkan gelombang pembawa dengan sinyal pemodulasi.
- c. Amplifier. Amplifier berfungsi untuk menguatkan sinyal output dari demodulator.
- d. Transduser. Transduser berfungsi untuk mengubah sinyal ke bentuk sinyal aslinya, misalnya pada transmitter sinyal pemodulasi berupa gelombang audio, pada receiver diperlukan transduser untuk mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara. Pada perangkat tertentu transduser tidak perlu digunakan.

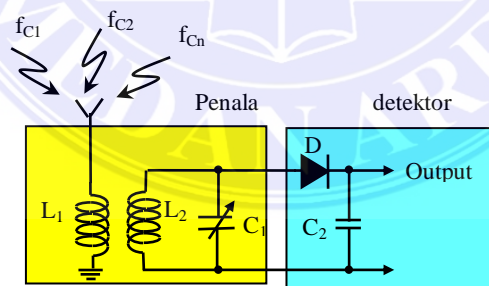
2.5.2. Rangkaian penala dan detector

Prinsip kerja dari rangkaian penala adalah seperti transformator dengan sisi primer dan sekunder. Gelombang yang diradiasikan (dipancarkan) oleh antena pengirim diterima melalui antena penerima pada sisi primer. Karena banyak gelombang radio yang diradiasikan ke udara oleh berbagai stasiun radio atau

perangkat lainnya, misalnya remote control yang masuk ke antena, maka pada bagian penerima diperlukan rangkaian penala (*tuned circuit*) yang berfungsi untuk memilih frekuensi gelombang pembawa yang diinginkan, sesuai dengan frekuensi gelombang pembawa perangkat pengirim. Prinsip kerja rangkaian penala adalah rangkaian resonansi.

Output dari rangkaian penala masih berupa gelombang termodulasi. Untuk memisahkan antara gelombang pembawa (*carrier*) dan gelombang informasi (*pemodulasi*) diperlukan rangkaian *detector*. Proses ini disebut dengan demodulasi dan terjadi pada rangkaian *demodulator*. Prinsip kerja rangkaian ini berdasarkan prinsip rangkaian low pass filter. Sinyal informasi yang telah terpisah dengan gelombang pembawa dikuatkan melalui amplifier dan kemudian diubah kembali melalui transduser ke bentuk sinyal aslinya bila diperlukan.

Rangkaian demodulator yang sederhana dapat dilihat seperti yang tertera pada gambar .



Gambar 2. 9. Rangkaian demodulator

L_2 dan C_1 diatur (ditala) pada frekuensi resonansi yang sesuai dengan frekuensi gelombang pembawa yang diinginkan masuk ke antena L_1 . Pada saat resonansi, impedansi pada sisi sekunder rangkaian penala adalah yang minimum, sehingga gelombang dengan sesuai yang diinginkan (sama dengan frekuensi resonansi)

yang diinduksikan ke sisi sekunder rangkaian penala. Untuk memisahkan frekuensi gelombang pembawa yang tinggi, digunakan C. Arus ini akan di by pass ke nol karena pada frekuensi tinggi reaktansi kapasiti menjadi kecil, sehingga yang muncul pada output detektor adalah gelombang dengan frekuensi rendah.

2.5.3. Antena

Antena berfungsi sebagai peralatan yang dapat meradiasikan dan menerima gelombang elektromagnetik. Satu antena dapat digunakan sebagai penerima dan meradiasikan pada alat komunikasi dua arah (two ways communications). Antena yang meradiasikan gelombang elektromagnetik berada pada bagian transmitter, sedangkan antena yang menerima gelombang elektromagnetik berada pada bagian receiver. Antena dapat bekerja sebagai perangkat untuk meradiasikan dan menerima gelombang elektromagnetik, sehingga antena mempunyai sifat reciprocal (timbang balik), contohnya perangkat radio komunikasi.

Jenis-jenis antena dan kegunaannya

1. Antena Directional

Antena directional adalah jenis antena yang meradiasikan dan menerima sinyal pada satu arah saja, sehingga sinyal yang diradiasikan dan diterima lebih besar. Antena ini mempunyai efisiensi yang tinggi. Contoh antena jenis ini adalah antena Yagi dan antena parabola.

2. Antena Omnidirectional

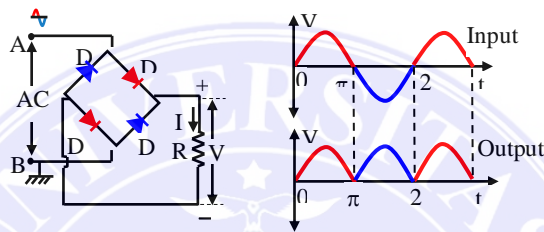
Antena ini meradiasikan dan menerima gelombang elektromagnetik dari segala arah, sehingga sinyal yang diradiasikan merambat ke segala arah dan sinyal yang diterima pada receiver kecil dan perlu penguatan yang tinggi.

Contoh antenna $\frac{1}{4}$ lambda, ground plane dan lain lain

2.6. PENYEARAH TEGANGAN

Sebagai penyearah tegangan, dioda digunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah(DC).

2.6.1. Penyearah gelombang penuh (Full – wave rectifier)



Gambar 2. 10. Penyearah gelombang penuh

Nilai rata-rata atau DC didefinisikan sebagai:

$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int v(t) dt \quad [12]$$

Bila tegangan input AC : $v(t) = V_m \sin \omega t$, maka tegangan yang dihasilkan

$$V_{DC} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) \quad [13]$$

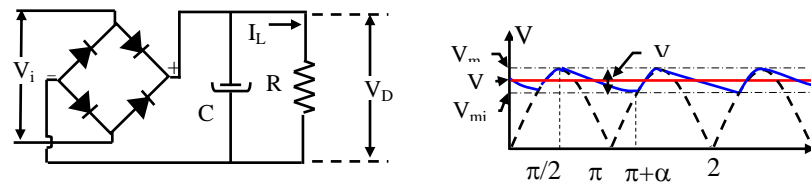
$$V_{DC} = \frac{V_m}{\pi} = 0,636 V_m \quad [14]$$

Karena $V_m = \sqrt{2} V_{eff}$

Maka :

$$V_{DC} = 0,90 V_{in,eff}$$

2.6.2. Penyearah dengan filter kapasitor.



Gambar 2. 11. Penyearah dengan filter kapasitor.

Dari kurva diperoleh:

$$\text{Bila: } V_r = V_{\text{mak}} - V_{\text{min}} \quad [15]$$

$$\text{Maka: } V_{\text{DC}} = V_{\text{mak}} - \frac{1}{2} V_r \quad (V_{\text{DC}} \text{ berada ditengah-tengah antara } V_{\text{mak}} \text{ dan } V_{\text{min}})$$

Dimana:

V_r : Tegangan ripple

V_{DC} : Tegangan DC yang dihasilkan

Nilai tegangan DC yang dihasilkan mendekati nilai tegangan maksimum input arus bolak baliknya atau:

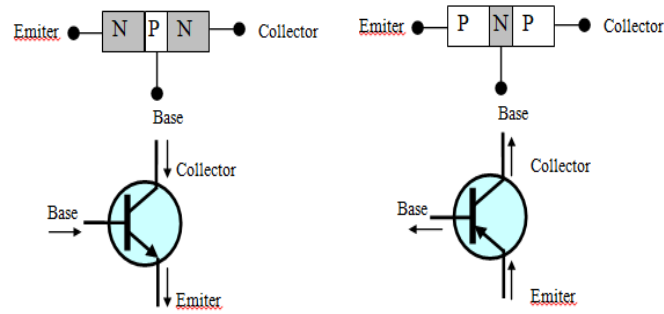
$$V_{\text{DC}} \approx V_{\text{in mak}} \approx 1,414 V_{\text{in eff}} \quad [16]$$

2.7. TRANSISTOR SEBAGAI SWITCH

Transistor merupakan komponen elektronika yang sangat luas pemakaiannya. Transistor dapat digunakan sebagai:

- Rangkaian penguat tegangan, arus dan daya. Dengan sinyal input yang kecil pada base, transistor dapat memperbesar sinyal pada ouputnya.
- Saklar elektronik (*electronic switch*) pada peralatan sistem tenaga dan teknik digital.

Transistor terdiri dari 3 lapisan bahan semikonduktor tipe N dan tipe P. Ada 2 jenis yaitu transistor NPN dan transistor PNP, lihat 2.13.



Gambar 2. 12. Lapisan dan simbol transistor NPN dan PNP

Tegangan Bias dan Garis Beban Transistor

Untuk mengaktifkan transistor, maka perlu diberi tegangan bias pada emitter, base dan collector. Syarat pemberian bias pada transistor NPN atau PNP

- a. *Emitter – base* diberi tegangan *forward bias*
- b. *Collector – emitter* diberi tegangan *reverse bias*.

Hubungan arus *emitter, collector dan base* dinyatakan dengan:

$$I_E = I_C + I_B$$

Dan :

$$I_C = \beta I_B$$

[17]

Dimana:

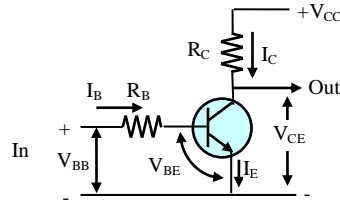
I_E : Arus emiter

I_C : Arus kolektor

I_B : Arus base

β : Faktor penguatan arus (h_{FE})

Titik kerja transistor atau transistor aktif bila ada arus base, arus kolektor dan tegangan V_{CE} pada transistor atau $Q(I_b, I_c, V_{CE})$. Q disebut titik kerja atau *quotient point*



Gambar 2.13 : Arus dan tegangan pada transistor NPN

Pada rangkaian base:

$$V_{BB} = I_B R_B + V_{BE} \quad [18]$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

Pada rangkaian kolektor:

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} \quad [19]$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$I_C = \beta I_B$$

Sedangkan I_C , R_C adalah tegangan pada beban yang dipasang pada rangkaian kolektor dan R_C adalah nilai tahanan pada beban dalam ohm, atau bila transistor bekerja pada arus bolak balik maka R_C diganti menjadi impedansi

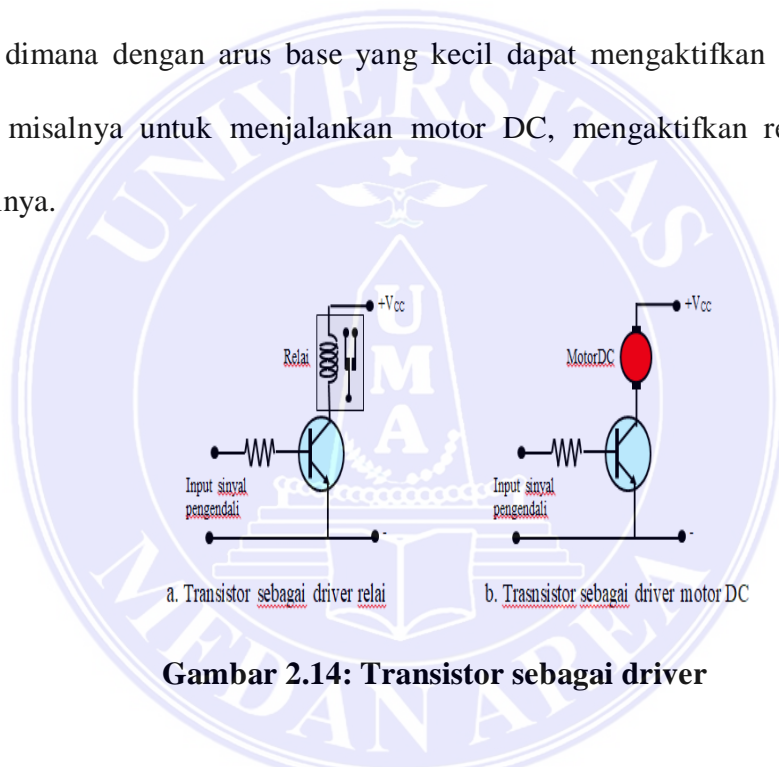
Pada dasarnya prinsip kerja transistor sebagai saklar memanfaatkan kondisi jenuh dan *cut off* transistor, dimana kedua kondisi ini diperoleh dengan pengaturan besar arus yang melalui base transistor. Kondisi jenuh atau saturasi diperoleh jika transistor diberi arus yang cukup besar sehingga transistor mengalami jenuh dimana $V_{CE} = 0$ dan berfungsi seperti saklar yang tertutup.

Sedangkan kondisi *cut off* diperoleh jika arus base dilalui arus base sangat kecil atau mendekati nol, sehingga transistor bekerja seperti saklar terbuka dan $V_{CE} = V_{CC}$ atau dengan kata lain tegangan beban $I_C \cdot R_C = 0$

Kelebihan transistor sebagai saklar:

1. Tidak terjadi bouncing
2. Bekerja cepat

Penggunaan transistor sebagai saklar dapat dimanfaatkan sebagai rangkaian driver, dimana dengan arus base yang kecil dapat mengaktifkan beban, misalnya untuk menjalankan motor DC, mengaktifkan relay dan lain sebagainya.



Gambar 2.14: Transistor sebagai driver

Pada modul receiver terdapat dua buah rangkaian driver dengan transistor NPN untuk menjalankan relay 5 volt, karena sinyal output dari receiver sangat kecil untuk mengaktifkan relay tersebut. Sinyal output A dan B dari transmiter diberikan kepada masing base transistor.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

3.1.1. Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Mesin – Mesin listrik Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area JL. Kolam No.1 Medan Estate, Sumatera Utara.

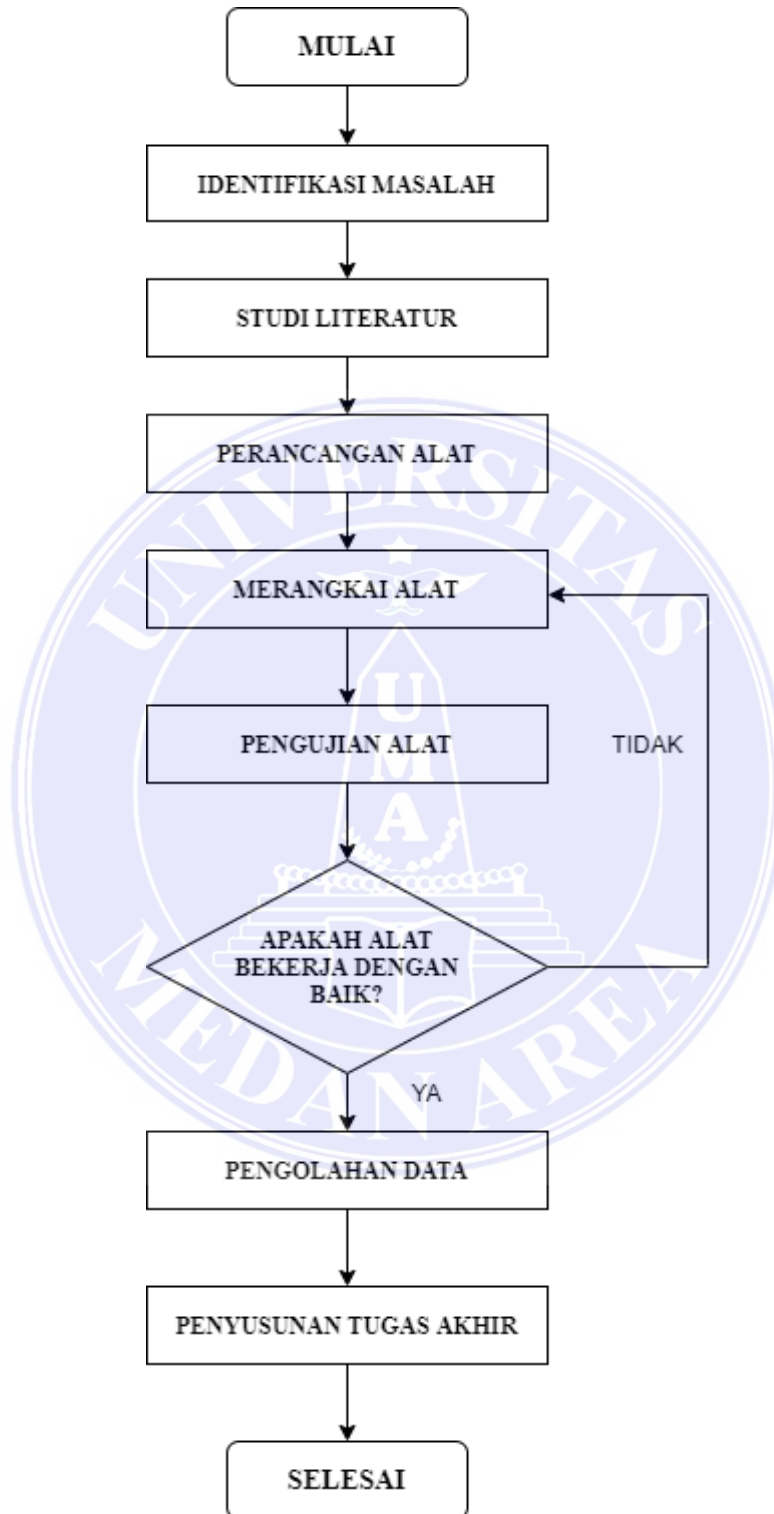
3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan penelitian kurang lebih tiga bulan, dilaksanakan dari bulan Mei hingga bulan Juli 2021.

Tabel 3. 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Jenis Kegiatan	Mei				Juni				Juli				
		minggu ke												
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1.	Identifikasi Masalah													
2.	Studi literatur													
3.	Perancangan Alat													
4.	Pembuatan Alat													
5.	Pengujian Alat													
6.	Pengolahan Data													
7.	Penulisan Laporan Skripsi													

3.2. DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian

3.2.1. Identifikasi Masalah

Perancangan alat ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi di laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada hal ini Laboratorium Teknik Elektro Universitas Medan Area terdapat sebuah generator 3 fasa yang digunakan untuk membantu proses praktikum di laboratorium. Dalam melakukan percobaan, diperlukan tegangan yang bervariasi satu fasa ataupun tiga fasa. Oleh karena itu sejak awal generator yang digunakan sebagai sumber energi dirancang dengan tegangan output yang dapat diatur dari nol sampai tegangan nominal, dengan mengatur arus eksitasi menggunakan autotransformator (slide regulator) yang porosnya diatur (diputar) secara manual yang terletak pada salah satu meja praktikum. Dalam hal ini pengaturan secara manual menimbulkan adanya permasalahan yakni jika praktikumnya dimeja yang lain, maka salah seorang Mahasiswa harus duduk dimeja kontrol untuk mengatur tegangan sesuai dengan kebutuhan. Hal ini akan menimbulkan kerugian bagi mahasiswa tersebut. Dalam hal ini saya mencoba merangkai sebuah alat yang dapat mengatur tegangan output generator dari jarak jauh dan dari manapun dengan menggunakan remote control. Hal ini akan membantu mahasiswa dalam menjalankan praktikum tanpa harus ada lagi orang yang khusus mengatur tegangan dimeja kontrol.

3.2.2. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan mencari dan mempelajari penelitian atau teori penunjang penelitian sebelumnya, terkait dengan pengontrolan eksitasi generator baik dari media cetak, buku, jurnal dan sebagainya guna untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi/diteliti.

3.2.3. Perancangan Alat

Setelah mempelajari referensi, kemudian mulai untuk merancang bentuk alat yang sesuai. Mulai dari mencari komponen yang sampai tahap perangkaian alat.

3.2.4. Merangkai Alat

Setelah komponen yang dibutuhkan sudah dapat, dimulai dengan merangkai satu persatu komponen yang sudah disediakan.

3.2.5. Pengujian Alat

Setelah semua komponen sudah dirangkai, langkah selanjutnya yaitu pengujian alat. Pengujian alat digunakan guna untuk memastikan apakah alat yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

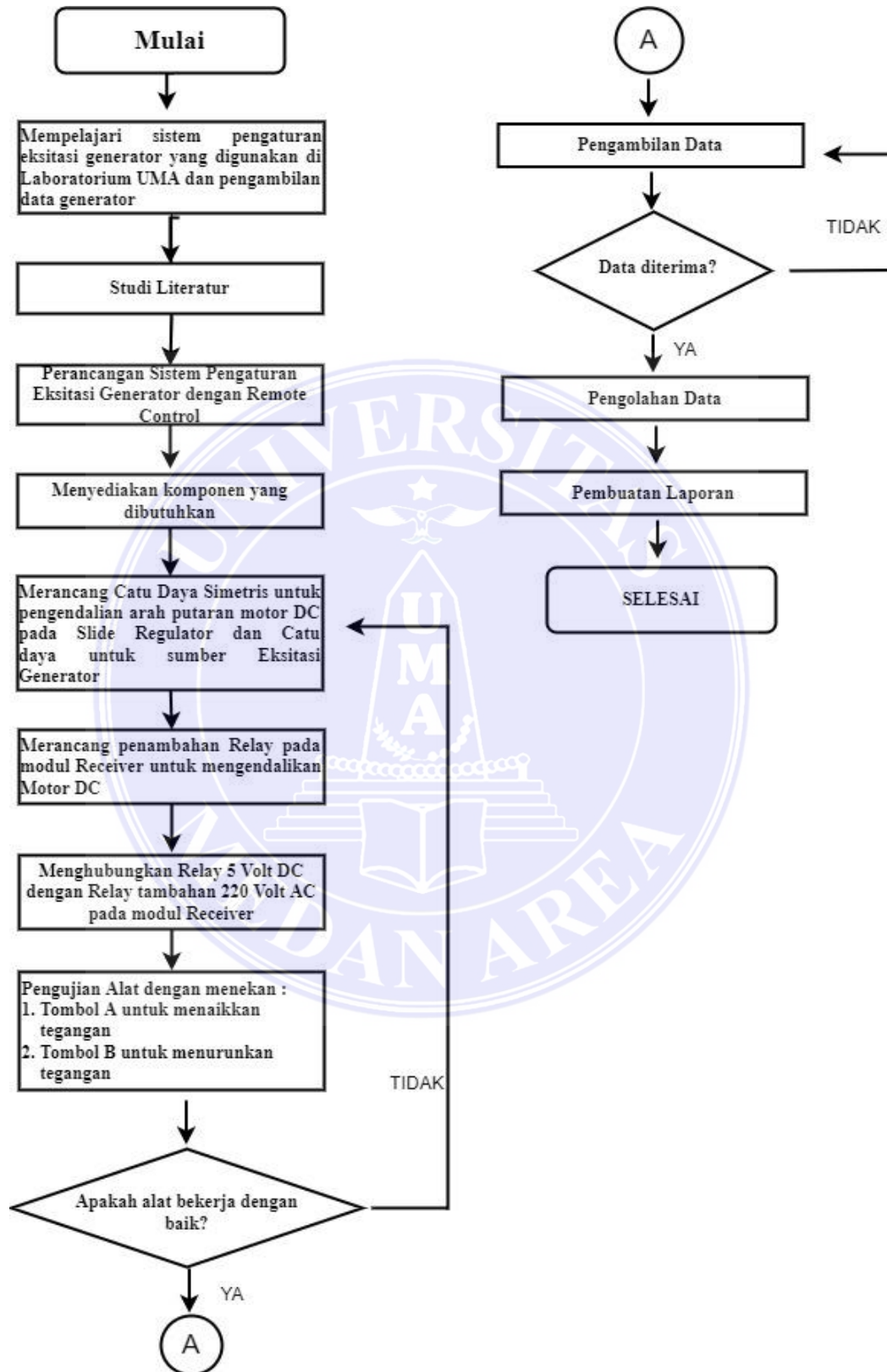
3.2.6. Pengolahan Data

Setelah alat yang diuji berhasil kemudian diambil data yang dibutuhkan untuk kemudian diolah dan dianalisa agar digunakan untuk mencapai tujuan yang diharapkan.

3.2.7. Penyusunan Tugas Akhir

Semua hasil proses pembuatan alat ini dituangkan dalam bentuk laporan tugas akhir. Tugas akhir merupakan salah satu syarat lulusnya Mahasiswa dalam menempuh pendidikan Strata 1.

3.3. DIAGRAM ALIR PERANCANGAN ALAT



Gambar 3. 2. Flowchart kerja alat

3.4. SPESIFIKASI ALIR PERANCANGAN ALAT

3.4.1. Mempelajari Sistem Pengaturan Eksitasi Generator yang Digunakan Dilaboratorium Teknik Elektro UMA

Di Laboratorium prodi Teknik Elektro, digunakan generator tiga fasa dengan penggerak motor induksi, sebagai penunjang praktikum. Dalam melakukan percobaan, diperlukan tegangan yang bervariasi, satu fasa atau pun tiga fasa. Oleh karena itu sejak awal generator yang digunakan sebagai sumber enersi dirancang dengan tegangan output generator yang dapat diatur mulai dari nol sampai tegangan nominal dengan mengatur arus eksitasi menggunakan autotransformator (slide regulator) yang porosnya diatur (diputar) secara manual yang terletak pada salah satu meja praktikum. Untuk dapat mengatur arus eksitasi generator dari jarak jauh.

Eksitasi merupakan sistem dari generator yang berfungsi menghasilkan fluksi yang berubah terhadap waktu, sehingga dihasilkan satu GGL induksi. Setelah generator AC mencapai kecepatan nominal, medannya dieksitasi dari catu DC. Besarnya GGL yang dihasilkan tergantung pada pemotongan garis gaya (kecepatan rotor) dan kuat medan. Karena generator kebanyakan berkerja pada kecepatan konstan, maka besarnya GGL yang dibangkitkan menjadi bergantung pada eksitasi medan.

3.4.2. Studi Literatur

Dalam penelitian ini penulis melakukan studi literatur dan pengumpulan data – data yang diperlukan dalam penelitian. Baik itu bersumber dari junal, skripsi, tesis, artikel dan sumber – sumber yang dapat di pertanggung jawabkan. Selain itu

dilakukan pengumpulan data dengan cara mendatangi pihak – pihak yang bersangkutan.

3.4.3. Menyediakan komponen yang dibutuhkan

Spesifikasi alir perancangan alat secara garis besar ditunjukkan pada Flowchart kerja alat pada gambar 3.4. dimulai dengan mempersiapkan dan menyediakan komponen yang dibutuhkan.

1. Alat dan Bahan

Berikut deskripsi Bahan dan Alat yang diperlukan dalam pembuatan pengontrolan eksitasi generator menggunakan Remote Control :

Tabel 3. 2. Alat dan Bahan

NO	NAMA KOMPONEN	Banyak
1	Wireless Remote Control 433 MHz	1 set
2	Modul Relay 1 Channel 5 volt	2 buah
3	Relay 220 Volt	2 buah
4	Limit Switch	2 buah
5	Trafo CT 12 Volt / 500 mA	1 buah
6	Elco 2200 mF / 25 Volt	4 buah
7	Transistor	2 buah
8	Resistor	2 buah
9	Dioda Bridge	2 buah

2. Spesifikasi Alat dan Bahan

A. Wireless Remote Control

Tabel 3. 3. Spesifikasi Modul Remote (*transmitter*) wireless

NO	SPEKIFIKASI
1	Tegangan Kerja 12 Vdc
2	Arus kerja 10mA
3	jarak kerja 50 – 100 meter
4	Jumlah tombol tekan : 4 pcs

Tabel 3. 4. spesifikasi Modul Remote (*Receiver*) wireless

NO	SPESIFIKASI
1	Tegangan kerja : 220 V
2	Daya berkisar 1000 watt
3	Material plastik
4	Ukuran Modul Remote (<i>Receiver</i>) : 41 x 22 x 6.6 mm

Modul bekerja di frekuensi 433 Mhz. Data tersebut didapat saat trial and error, sehingga apabila ditekan tombol A pada remote maka output dari modul receiver akan high dan jika ditekan tombol B maka output dari modul receiver akan mati.

**Gambar 3. 3. Urutan tombol remote control dengan output receiver**

(sumber : <https://www.blibli.com/p/yilend-yl-083-saklar-remote-3-channel/ps--LUA-28027-00009>)

B. Modul Relay 1 Channel

Modul Relay 5V dengan saluran keluaran tunggal. Dapat digunakan untuk mengatur perangkat listrik yang membutuhkan tegangan dan arus tinggi dengan menggunakan saklar elektronik.

Untuk mengontrol setiap saluran, relay satu saluran ini membutuhkan arus minimal 15-20mA. Muncul dengan relai arus tinggi untuk menghubungkan

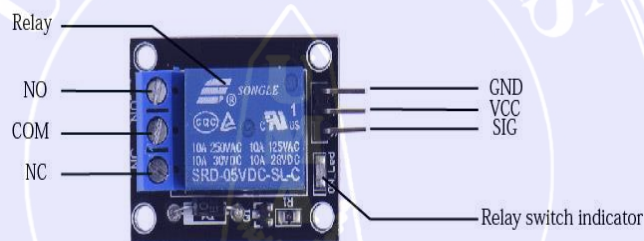
perangkat dengan AC250V 10A. Jika Anda menggunakan mikrokontroler dengan tegangan operasi 3.3V.

Kita tetap dapat menggunakan Relay 1 channel ini dengan cara :

1. Lepas jumper JD-VCC
2. Hubungkan JD-VCC dengan external power 5V lainnya.

Tabel 3. 5. Spesifikasi Relay

No	Spesifikasi
1	Jumlah Relay : 2
2	Nilai beban: 10A 250VAC, 10A 30V DC, 10A 125VAC, 10A 28V DC
4	Waktu kontak: 10ms/5ms
5	Indikator LED untuk setiap saluran



Gambar 3. 4. Spesifikasi Modul Relay 1 Channel

(Sumber : <https://osoyoo.com/2017/08/28/arduino-lesson-1-channel-relay-module/>)

C. Relay 220 Volt

Ketika arus listrik dialirkan ke relai, hal itu akan menyebabkan relai bergerak secara mekanis. listrik.

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk bisa menonaktifkan atau mengaktifkan saklar.
- Saklar yang digerakkan menggunakan cara mekanik melalui arus listrik.

Komponen Komponen relay sendiri mempunyai 3 bagian utama, yakni:

1. Common, adalah komponen yang berfungsi untuk menghubungkan Normally Close (untuk keadaan normal).
2. Koil, atau kumparan adalah komponen utama relay yang berfungsi untuk menciptakan medan magnet.
3. Kontak, memiliki dua bagian, yaitu Normally Open dan Normally Close.

Tabel 3.6. Spesifikasi Relay 220 Volt

No	Spesifikasi
1	Input : 220 Volt Ac
2	Jumlah Pin : 8 Pin
3	Arus : 10 A
4	Frekuensi : 50-60 HZ



Gambar 3.5. Spesifikasi Relay 220 Volt
(sumber : <https://riverspace.org/relay/>)

D. Trafo CT 12 Volt / 500 mA

Trafo Trafo adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menurunkan tegangan AC 220V menjadi tegangan AC yang diinginkan. Perlu ditekankan bahwa transformator tidak mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC; sebaliknya, itu mengurangnya. Ukuran kapasitas trafo diukur dalam ampere, yang menunjukkan seberapa besar arus listrik yang dapat disuplai oleh trafo.

Tabel 3. 7. Spesifikasi Trafo CT 12 Volt / 500 mA

No	Spesifikasi	
1	Input	: 0 – 110 – 220V
2	Output	: CT – 6V – 9V – 12V – 24V
3	Dimensi	: P= 4cm L= 4cm T= 5cm
4	Berat	: 270 gram

**Gambar 3.6. Trafo CT 12 Volt / 500 mA**

(Sumber <https://www.blibli.com/p/king-trafo-500-ma-ct-12v-transformator/ps--LIT-60026-00380>)

E. Diode bridge

Diode Bridge komponen penyearah gelombang penuh (full wave rectifier), adalah penyearah yang sering digunakan pada rangkaian Power Supply karena kinerjanya yang unggul dan biaya yang lebih rendah jika dibandingkan dengan penyearah gelombang penuh yang dihubungkan dengan center tap transformer (CT transformer) .

**Gambar 3.7. Dioda Bridge**

F. Limit Switch

Limit switch adalah saklar yang bekerja secara mekanis. Bila tuas limit switch ditekan, maka kontak NO atau NC pada limit switch akan menutup atau membuka. Pada pengaturan arah putaran motor dipasang limit switch yang berfungsi untuk menghentikan putaran motor pada saat poros slide regulator mencapai maksimum atau minimum. Pada saat poros slide regulator berhenti di antara posisi maksimum dan minimum, kedua kontak limit switch berada pada posisi NC, sehingga motor dapat dijalankan searah jarum jam atau berlawanan dengan arah jarum jam.



Gambar 3.8. Limit Switch

(Sumber : <https://id.aliexpress.com/item/32866761726.html>)

G. Antena

Jenis antena yang digunakan adalah jenis antena monopole $\frac{1}{4}$ lamdha ground plane. Dengan panjang 0.18 m atau 18 cm.

Keuntungan:

1. Bentuk fisik sederhana
2. Arah radiasi dan penerima dari segala arah.
3. Tidak perlu diarahkan ke sumber sinyal atau diarahkan ke penerima

sinyal.

Panjang fisik antena atau yang sering disebut dengan lamda, dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Lamda} = \frac{C}{\text{Freq} \cdot 0.95}$$

$$\begin{aligned} \text{Lamda} &= \frac{300}{433 \cdot 0.95} \\ &= 0.72 \cdot \frac{1}{4} \\ &= 0.18 \text{ m} \\ &= (18 \text{ cm}) \end{aligned}$$

Dimana :

C : Dalam ruang hampa, kecepatan cahaya adalah 3,108 meter per detik. Untuk mempermudah perhitungan panjang gelombang, tulis nilai 300 dengan frekuensi operasi dalam satuan MHz..

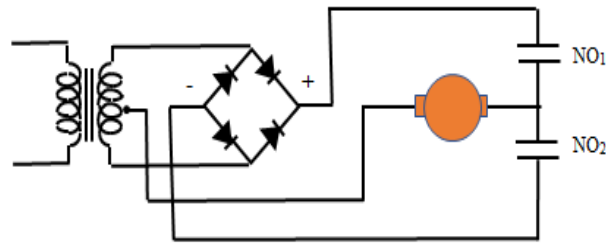
Freq : frekuensi kerja

0.95 : nilai pendekatan faktor bahan.

3.4.4. Merancang Catu Daya Simetris Untuk pengendalian Arah Putaran Motor DC pada Slide Regulator dan Catu Daya Untuk Sumber Eksitasi Generator

1. Catu Daya Simetris Untuk pengendalian Arah Putaran Motor DC pada Slide Regulator

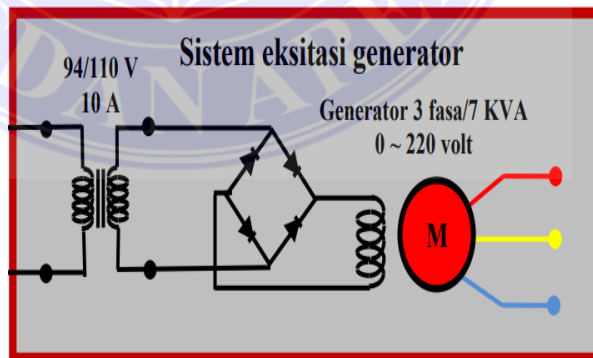
Penyearah dengan tegangan simetris mempunyai dua polaritas tegangan yaitu positif, negatif dan nol. Penyearah jenis ini harus menggunakan transformator yang mempunyai titik tengah atau Center Tap CT. Penyearah dengan tegangan simetris ini digunakan untuk suplai motor DC yang ada pada slide regulator sehingga arah putaran motor DC dapat diubah ubah.



Gambar 3. 9. Catu Daya Simetris Untuk pengendalian Arah Putaran Motor DC pada Slide Regulator

2. Catu Daya Untuk Sumber Eksitasi Generator

Sistem eksitasi generator terdiri dari satu buah transformator 94/110 volt 10 Amper dan diode bridge 25 Ampere. Tegangan output variabel dari slide regulator dihubungkan ke sisi primer transformator 94/110 volt sedangkan sisi sekunder dihubungkan ke input diode bridge 25 Ampere. Output dari rectifier yang merupakan tegangan DC menjadi sumber arus eksitasi generator. Dari data name plate generator tegangan eksitasi 82 Volt DC dan arus 3.6 Amp. Tegangan output generator dapat diatur mulai dari 0 sampai dengan 240 Volt.

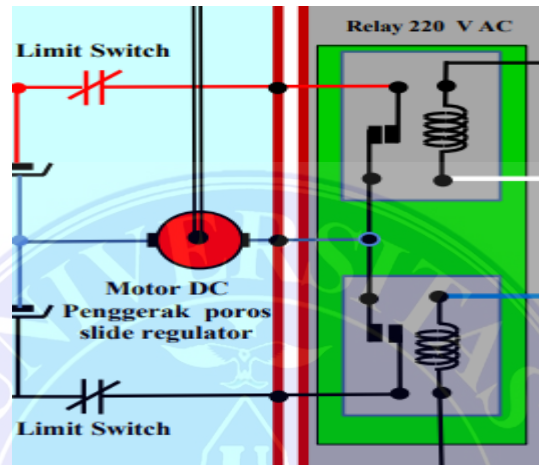


Gambar : 3.10. Catu Daya Untuk Sumber Eksitasi Generator

3.4.5. Merancang Penambahan Relay Pada Modul Receiver Untuk Mengendalikan Motor DC

Motor DC bekerja pada tegangan DC yang rendah (12Volt DC), maka

dibutuhkan 2 buah relai tambahan yang bekerja pada tegangan 220 volt AC. Salah satu terminal NO dari kedua relay 220 volt ini dihubungkan dengan sumber + DC dan - DC, untuk mengatur arah putaran motor DC dan terminal NO yang lain dihubungkan ke motor DC.

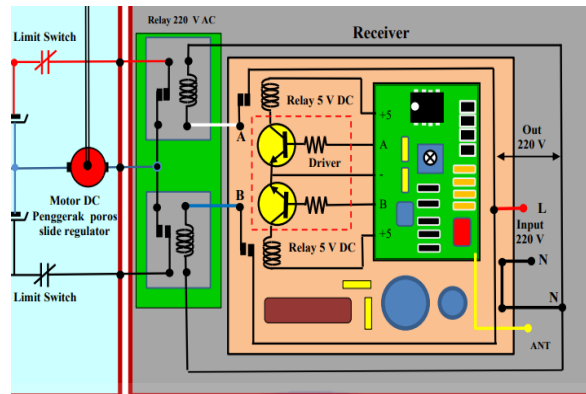


Gambar 3. 11. Penambahan Relay Pada Modul Receiver Untuk Mengendalikan Motor DC

3.4.6. Menghubungkan Relay 5 Volt dengan Relay tambahan 220 Volt pada Modul Receiver

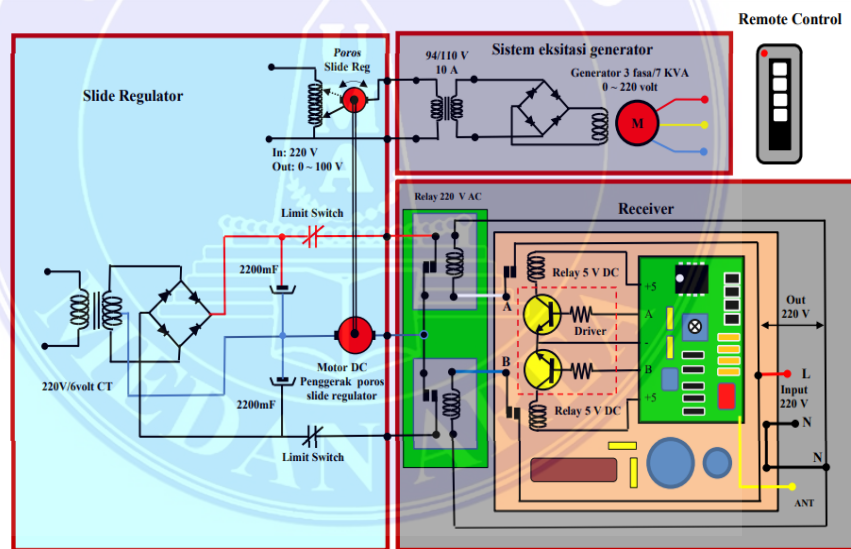
Pengaturan arah putaran ini menggunakan dua buah relay NO_A dan NO_B . Pengaktifan relai ini menggunakan sistem *remote control (wireless system)* 2 kanal. Pada rangkaian *receiver* terdapat dua jenis relai, yaitu relai 5 volt DC yang berada pada PCB *receiver* dan relay 220 volt AC yang berada di luar PCB *receiver*. Relai pada rangkaian *receiver* ini hanya ada kontak satu kontak NO. Relai bekerja pada tegangan 5 Volt DC. Salah satu terminal relay NO pada *receiver* sudah terhubung langsung dengan saluran Netral pada *receiver*, sehingga beban yang terhubung ke relai haruslah disesuaikan dengan tegangan sumbernya yaitu 220 Volt. Atau dengan kata lain bila relai aktif kontak NO akan menutup,

tegangan output pada kontak relai terhadap netral sebesar 220 volt.



Gambar 3.12. Menghubungkan Relay 5 Volt dengan Relay tambahan 220 Volt pada Modul Receiver

3.4.7. Rangkaian Keseluruhan Alat



Gambar 3.13. Rangkaian Keseluruhan Alat

Receiver ini menerima sinyal RF (*Radio Frequency*) yang diradiasikan oleh transmiter. bila salah satu tombol *remote control* ditekan A atau B, maka maka relay A atau B akan aktif dan motor DC pada bagian slide regulator akan berputar. *Receiver* ini mendapat suplai langsung dari tegangan AC 220 volt, dimana tegangan yang tinggi ini diturunkan lebih dahulu menjadi tegangan yang

lebih rendah sesuai kebutuhan rangkaian elektronika untuk rangkaian transmiter. Penurunan tegangan ini menggunakan sistem *series impedance* sebelum masuk ke rangkaian penyearah (*rectifier*). Tegangan DC yang dihasilkan *rectifier* sekitar 5 Volt, yang digunakan untuk suplai IC transmiter dan juga untuk keperluan penggerak relai. Relai merupakan saklar yang aktif bila pada koil relai diberi energi listrik dimana kontak akan membuka atau menutup. Relai atau kontaktor digunakan untuk mengubah arah putaran motor DC. Pengaturan arah putaran ini menggunakan dua buah relay NO_A dan NO_B . Pengaktifan relai ini menggunakan sistem *remote control (wireless system)* 2 kanal.

Pada rangkaian *receiver* terdapat dua jenis relai, yaitu relai 5 volt DC yang berada pada PCB *receiver* dan relay 220 volt AC yang berada di luar PCB *receiver*. Relai pada rangkaian *receiver* ini hanya ada kontak satu kontak NO. Relai bekerja pada tegangan 5 Volt DC. Salah satu terminal relay NO pada *receiver* sudah terhubung langsung dengan saluran Netral pada *receiver* (kabel hitam), sehingga beban yang terhubung ke relai haruslah disesuaikan dengan tegangan sumbernya yaitu 220 Volt. Atau dengan kata lain bila relai aktif kontak NO akan menutup, tegangan output pada kontak relai terhadap netral sebesar 220 volt. Karena motor DC bekerja pada tegangan DC yang rendah (12Volt DC), maka dibutuhkan 2 buah relai tambahan yang bekerja pada tegangan 220 volt AC. Salah satu terminal NO dari kedua relay 220 volt ini dihubungkan dengan sumber + DC dan - DC, untuk mengatur arah putaran motor DC dan terminal NO yang lain dihubungkan ke motor DC. Bila tuas limit switch ditekan, maka kontak NO atau NC pada limit switch akan menutup atau membuka. Pada pengaturan arah putaran motor dipasang limit switch yang berfungsi untuk menghentikan putaran motor pada saat

poros slide regulator mencapai maksimum atau minimum. Pada saat poros slide regulator berhenti di antara posisi maksimum dan minimum, kedua kontak limit switch berada pada posisi NC, sehingga motor dapat dijalankan searah jarum jam atau berlawanan dengan arah jarum jam. Tegangan sinyal yang keluar dari rangkaian IC transmiter masih sangat kecil untuk menggerakkan relay. Oleh karena itu dibutuhkan rangkaian *driver* menggunakan satu transistor NPN per kanal. Transistor NPN bekerja sebagai saklar elektronik (*electronic switch*). Sinyal input pada base transistor NPN berasal dari sinyal output A dan B pada kanal transmiter, sedangkan output atau beban transistor NPN berupa relai yang dipasang pada kolektor masing-masing transistor, Lampu indikator merah dan hijau berfungsi untuk mengetahui arah putaran motor DC, apakah pada kondisi menaikkan tegangan atau menurunkan tegangan/ arus eksitasi. Bila kedua lampu indikator padam, hal ini menunjukkan bahwa poros pada slide regulator dalam keadaan berhenti pada tegangan tertentu.

3.4.8. Pengujian Alat

Setelah semua alat sudah dirangkai dan dihubungkan. Selanjutnya adalah pengujian alat. Dengan menekan tombol A dan B pada remote control apakah alat bekerja sesuai dengan yang diharapkan?. jika alat bekerja dengan baik maka kemudian dilanjutkan dengan pengambilan, untuk kemudian data diolah dan selanjutnya dibuat menjadi laporan. Jika alat tidak bekerja, maka kita kembali memeriksa semua komponen apakah ada rangkaian yang tidak terhubung. Jika data yang didapat kurang atau tidak sesuai maka kemudian kembali melakukan pengambilan data sampai data benar-benar sesuai dengan yang diharapkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibahas pada Bab IV, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat hasil rancangan dapat bekerja dengan baik. Dimana tegangan output pada generator sinkron dapat diatur (dikontrol) melalui pengaturan arus eksitasi generator Remote Control.
2. Remote Control bekerja menerima intruksi sinyal, ketika tombol tekan A pada remote control ditekan, receiver akan menerima sinyal untuk mengaktifkan Relay A dan tuas slide regulator pada autotransformator akan bergerak ke kanan dan tegangan akan naik. Dan ketika tombol tekan B pada remote control ditekan, maka relay A akan OFF dan relay B akan On (hidup) dan tuas slide regulator pada autotransformator akan bergerak ke kiri dan tegangan akan turun.
3. Remote Control bekerja pada Frekuensi 433 Mhz. Tegangan dapat dikontrol dengan memanfaatkan fungsi Transmitter (pengirim) dan Receiver (penerima) pada modul remote control yang mengirim sinyal perintah untuk meng ON/OFF kan relay untuk selanjutnya dapat menggerakkan Tuas slide regulator pada autotransformator, sehingga alat yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh tegangan DC yang dihasilkan linier terhadap input AC penyearah. Tegangan yang

dibutuhkan pada eksitasi generator sebesar 82 volt DC untuk menghasilkan tegangan 220 Volt berdasarkan data Name Plate pada generator. Dari data tegangan output Trafo yang diberikan pada diode bridge sebesar 106,4 Volt AC diperoleh tegangan DC sebesar 96,5 Volt dimana tegangan DC ini lebih besar dari yang dibutuhkan yang hanya sebesar 82 volt DC. Auto transformator pada slide regulator, kapasitas arus untuk eksitasi dan diode bridge yang digunakan sudah sangat mencukupi sebagai sumber arus eksitasi generator.

5.2. SARAN

1. Pengontrolan eksitasi generator menggunakan Remote Control ini dapat dikembangkan lagi, dengan menggunakan Internet of Things (IoT) agar penyimpanan data untuk seluruh percobaan dapat di rekapitulasi, baik data praktikum maupun data laboratorium, sehingga praktikum data praktikum dapat dengan mudah dicari.
2. Agar pelaksanaan praktikum berjalan tetap berjalan lancar, perlu dibuat pengaturan tambahan sebagai back up dengan menggunakan kabel, bila ada gangguan pada sistem wireless.
3. Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area, mendorong mahasiswa agar dapat menciptakan alat bantu praktikum dan alat bantu pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jerkovic, V., Miklosevic, K., Zeljko, S., 2010, *Excitation System Models of Synchronous Generator*, Faculty of Electrical Engineering Osijek, Croatia, 142
2. Akhmad, S., 1983, *Sistem Eksitasi, Divisi Pemeliharaan PLTU Gresik*, Gresik, hal. 27.
3. Azis, M., 1984, *Operasi Generator Arus Bolak-Balik, Divisi Pemeliharaan PLTU Gresik*, Gresik, hal. 46.
4. Listen, E.C., 1988, *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Erlangga, Jakarta, 239.
5. Ridzki, I. (2017). *Analisis Pengaruh Perubahan Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator*. *JURNAL ELTEK*, 11(2), 31-41.
6. Laksono, H. D., & Febrianda, A. (2015). *Analisa Performansi Tanggapan Tegangan Sistem Eksitasi Generator Terhadap Perubahan Parameter*. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 4(1).
7. Margono, M. (2017). *Rancang Bangun Sistem Kendali Berbasis Logika Fuzzy pada Pengendalian Eksitasi Generator Sinkron*. *Jurnal Penelitian*, 2(4), 242-248.
8. Harahap, M., Nugraha, Y. T., Adam, M., & Nasution, M. S. (2021). *Pengaruh Perubahan Variasi Eksitasi Tegangan Terhadap Daya Reaktif Pada Generator*. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 71-76.
9. Nst, M. S. (2019). *ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN EKSITASI TERHADAP DAYA REAKTIF GENERATOR* (Doctoral dissertation)..
10. Malvino, Albert P. , *Prinsip-prinsip Elektronika*, terjemahan oleh Hanapi Gunawan, Erlangga Jakarta
11. Setiawan, David. *"Sistem Kontrol Motor Dc Menggunakan Pwm Arduino*

- Berbasis Android System." Jurnal Sains, teknologi dan industri* 15.1 (2017): 7-14.
12. Zamroni, M., & Moediyono, M. (2010). *Kendali Motor DC Sebagai Penggerak Mekanik Pada Bracket Lcd Proyektor Dan Layar Dinding Berbasis Mikrokontroler AT89S51* (Doctoral dissertation, Undip).
 13. Raharjo, J. J. (2013). *Analisa Perencanaan Catu Daya Tegangan DC Pada Repeater Dengan Input AC/PLN Yang Menghasilkan Output Tegangan DC Stabil. Jurnal Intake: Jurnal Penelitian Ilmu Teknik dan Terapan*, 4(2), 15-27.
 14. Chapman, Stephen J. *Electrical Machinery Fundamental*, McGraw Hill International Edition, New York , 1991
 15. Lister, Eugene C. *Electric Circuits and Machines*. McGraw Hill International Edition, New York 1984
 16. Nagrath, IJ and DP Kothari. *Electrical Machines*. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1989
 17. Theraja, B.L., *A Text Book of Electrical Technology*. S. Chand & Company Ltd, Ram Nagar, New Delhi, 1988
 18. Wildi, Theodore. *Electrical Machines, Drives and Power System*. Prentice Hall International Edition, 1997
 19. Herman, Stephen L. and Walter N. Alerich. *Industrial Motor Control*. Delmar Publisher Inc, New York, 1985
 20. Mc. Pherson, George. *An Introduction to Electrical Machines and Transformers*. John Wiley 7 Sons, New York, 1981
 21. Zuhail. *Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Penerbit PT Gramedia Utama, Jakarta
 22. Tim Penyusun. 2017. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. FT-UMA Medan.