

JURNAL

**MODEL RANCANGAN PENGIRIM DAN PENERIMA
TRANSFER DAYA LISTRIK KECIL TANPA KABEL**



OLEH

M A R S U K I

105 82 1148 13

MUH. BAKRI

105 82 1300 13

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2017



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **METODE RANCANGAN PENGIRIM DAN PENERIMA DAYA LISTRIK TANPA KABEL.**

Nama : 1. Marsuki
2. Muh Bakri

Stambuk : 1. 10582 1148 13
2. 10582 1300 13

Makassar, 21 November 2017

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Pembimbing II

Rizal Ahdiyat Duyo, S.T.,M.T

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



Dr. Umar Katu, S.T., M.T.

NBM : 990 410



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
PENGESAHAN

Skripsi atas nama Marsuki dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1148 13 dan Muh Bakri dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1300 13, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 005/SK-Y/20201/091004/2017, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 04 November 2017

Panitia Ujian :

Makassar, 02 Rabi`ul Awal 1439 H
21 November 2017 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

b. Sekretaris : Adriani, S.T.,M.T

3. Anggota : 1. Dr. Umar Katu, S.T.,M.T

2. Ir. Abd Hafid, M.T

3. Rahmania, S.T.,M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Pembimbing II

Rizal Ahdiyut Duyo, S.T.,M.T

Dekan



Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.

NBM : 855 500

MODEL RANCANGAN PENGIRIM DAN PENERIMA TRANSFER DAYA LISTRIK KECIL TANPA KABEL

Marsuki, Muh. Bakri

Program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email: marsukimaro@yahoo.com

Program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email: adebakri76@gmail.com

ABSTRAK

Sebuah metode rancangan pengirim dan penerima daya kecil tanpa kabel dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip resonansi elektromagnetik. metode rancangan pengirim dan penerima daya kecil tanpa kabel ini dapat beroperasi dengan jarak 2cm - 5cm. Dengan jarak yang berbeda-beda maka daya yang dihasilkan juga berbeda. Berdasarkan pengujian dilakukan dengan beberapa kondisi jarak yang telah diubah-ubah didapatkan hasil pengujian dengan nilai tegangan 0,1 volt pada titik terjauh 5cm dihasilkan daya 0,03mW dan tegangan sebesar 4,2 volt pada titik 2cm dihasilkan daya 65,3mW. Pemberian sumber tegangan pada rangkaian yang telah dibuat tidak boleh melebihi dari 24 volt dikarenakan akan mengakibatkan kerusakan pada FET transistor yang digunakan pada rangkaian transmitternya. Pada dasarnya rangkaian diberikan tegangan sumber dari PLN 220V kemudian diturunkan menggunakan transformator menjadi 24,33V, tegangan keluaran transformator tersebut disearahkan menggunakan diode penyearah. Setelah melewati penyearah, maka tegangan yang dihasilkan adalah tegangan DC sebesar 32,43 tanpa beban, yang diteruskan menuju FET yang akan mengakibatkan LED indicator menyala dimana LED tersebut sebagai indicator bahwa arus telah mengalir masuk pada rangkaian transmitter yang memicu aktifnya flip-flop pada FET.

Kata Kunci: *Resonansi Elektromagnetik, Wireless Power Transfer*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah : “Metode Rancangan Pengirim Dan Penerima Daya Listrik Kecil Tanpa Kabel”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak DR.Umar Katu, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak. DR. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng, selaku Pembimbing I dan Bapak Rizal A Duyo, ST, MT, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda, Ibunda yang tercinta dan istriku yang tersayang, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2013 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, Maret 2017

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Halaman Pengesahan	
Abstrak	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Tabel	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan	3
E. Manfaat	3
F. Metode Penulisan	4
G. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Dasar Pengiriman Daya Listrik Tanpa Kabel	5
1. Daya Listrik.....	5
2. Prinsip Induksi Elektromagnetik.....	6
3. Faktor Besarnya GGL	7
4. Hukum Lenz.....	7
5. Induksi Bersama.....	8

6. Resonansi	9
B. Induktor	12
1. Definisi Induktor	12
2. Karakteristik	12
C. Kapasitor	13
1. Definisi	13
2. Wujud dan Macam Kapasitor	15
3. Karakteristik Kapasitor	19
4. Kapasitansi Pada Rangkaian Kapasitor	19
5. Pengisian dan Pengosongan Kapasitor	20
6. Kapasitor sebagai <i>Coupling</i> dan sebagai <i>Bypass</i>	21
7. Kapasitor Sebagai Filter	23
D. Hambatan (Resistor)	24
1. Definisi	24
2. Karakteristik Hambatan	27
E. Dioda	29
1. Definisi	29
2. Karakteristik Dioda	29
3. Hubungan Dioda	31
F. FET	32
1. Definisi	32
2. Karakteristik FET	33
G. Transformator	36

1. Definisi.....	36
2. Karakteristik trafo	38
H. Rectifier.....	40
1. Definisi.....	40
2. Penyearah Setengah Gelombang (<i>Half Wave Rectifier</i>)	41
3. Penyearah Gelombang Penuh (<i>Full Wave Rectifier</i>)	42
4. Penyearah Gelombang dengan 2 Dioda	44
I. Regulator.....	46
1. Definisi.....	46
2. Sifat-sifat IC regulator	47
3. Karakteristik Regulator	48
BAB III METODOLIGI PENELITIAN	50
A. Waktu Dan Tempat	50
1. Waktu	50
2. Tempat.....	50
B. Tahapan Penelitian	50
C. Persiapan Perancangan.....	51
1. Alat dan Bahan.....	52
2. Pemilihan komponen.....	53
3. Diagram Blok Rangkaian.....	55
4. Single line diagram transmitter	56
5. Single line diagram receiver	57
D. Perancangan Rangkaian Transfer Daya Listrik Tanpa Kabel.....	57

1. Perancangan layout PCB	57
2. Rangkaian Pemancar (transmitter).....	62
3. Rangkaian Penerima (receiver).....	64
E. Prinsip kerja Transmitter	66
F. Prinsip kerja Receiver	67
G. Prinsip kerja alat secara keseluruhan	67
BAB IV PEMBAHASAN.....	70
A. Hasil	70
1. Pengukuran tegangan pada <i>power supply</i>	71
2. Pengukuran pada Transmitter	73
3. Pengukuran pada Receiver	73
B. Analisa.....	73
C. Pembahasan.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
A. Kesimpulan	76
B. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Percobaan menggunakan galvanometer	7
Gambar 2. Fluks induktansi bersama	8
Gambar 3. Garpu Tala.....	9
Gambar 4. Resonansi Bersama	10
Gambar 5. Kapasitor keramik	15
Gambar 6. Kapasitor polyester	16
Gambar 7. Kapasitor kertas.....	16
Gambar 8. Kapasitor elektrolit.....	17
Gambar 9. Kapasitor variable serta simbolnya	18
Gambar 10. Kapasitor trimer serta simbolnya	18
Gambar 11. Rangkaian Kapasitor dipasang seri	19
Gambar 12. Rangkaian Kapasitor dipasang Paralel.....	20
Gambar 13. Rangkaian pengisian dan pengosongan kapasitor	20
Gambar 14. Kapasitor pengganggeng diantara sumber dan beban	21
Gambar 15. Kapasitor pintas.....	22
Gambar 16. Kapasitor Sebagai <i>Filter</i>	23
Gambar 17. Bentuk Gelombang Tegangan.....	23
Gambar 18. Resistor	24
Gambar 19. Rangkaian Seri	25
Gambar 20. Rangkaian parallel	26
Gambar 21. Potensiometer dan Simbolnya.....	26
Gambar 22. Karakteristik Resistor	28

Gambar 23. Simbol dioda	29
Gambar 24. Karakteristik Dioda	30
Gambar 25. Bias maju saklar <i>ON</i>	31
Gambar 26. Bias mundur saklar <i>OFF</i>	31
Gambar 27. <i>Field Effect</i> Transistor	32
Gambar 28. Kurva Hubungan I_D dengan V_{DS}	34
Gambar 29. Karakteristik MosFET	35
Gambar 30. Trafo	37
Gambar 31. Transformator tanpa beban.....	38
Gambar 32. Transformator berbeban	39
Gambar 33. Penyearah setengah gelombang	41
Gambar 34. Bentuk setengah gelombang.....	42
Gambar 35. Penyearah gelombang penuh.....	43
Gambar 36. Bentuk gelombang penuh.....	43
Gambar 37. Penyearah gelombang dengan 2 dioda.....	44
Gambar 38. Bentuk gelombang penyearah dengan 2 dioda.....	45
Gambar 39. Penyearah dilengkapi dengan filter kapasitor	45
Gambar 40. Bentuk IC regulator dan symbol rangka.....	47
Gambar 3.1 Diagram blok rangkaian transfer daya listrik tanpa kabel.....	55
Gambar 3.2 Single line diagram rangkaian transmitter	56
Gambar 3.3 Single line diagram rangkaian transmitter	57
Gambar 3.4 Hasil desain <i>layout</i> pcb dengan <i>software eagle</i>	58
Gambar 3.5 Proses pengamplasan papan pcb	58

Gambar 3.6 Proses penempelan layout kepapan pcb	59
Gambar 3.7 Papan PCB setelah penempelan layout	59
Gambar 3.8 Proses pelarutan papan PCB dengan larutan <i>fertcloril</i>	60
Gambar 3.9 Papan PCB setelah pelarutan.....	60
Gambar 3.10 Proses pemotongan papan PCB	60
Gambar 3.11 Proses pengeboran papan PCB	61
Gambar 3.12 Hasil akhir dari pengolahan PCB	61
Gambar 3.13 Rangkaian pemancar tahap awal.....	62
Gambar 3.14 Rangkaian pemancar yang sudah di perbaiki.....	63
Gambar 3.15 Rangkaian penerima tahap awal.....	65
Gambar 3.16 Rangkaian penerima yang telah di perbaiki	66
Gambar 4.1 Pengukuran masukan pin atau <i>primary transformator</i>	71
Gambar 4.2 Pengukuran keluaran atau <i>secondary transformator</i>	71
Gambar 4.3 Pengukuran tegangan pada <i>power supply</i>	72
Gambar 4.4 Pengukuran arus pada <i>power supply</i>	72

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kode Warna pada Kapasitor	14
Tabel 2. Nilai Warna pada Hambatan	24
Tabel 3. Karakteristik Regulator Tegangan Positif 78xx	48
Tabel 3.1 Bagian <i>Power Supply</i>	52
Tabel 3.2 Bagian Transmitter	53
Tabel 3.3 Bagian Receiver	53
Tabel 4.1 Pengukuran tegangan transformator pada <i>power supply</i>	71
Tabel 4.2 Pengukuran <i>output power supply</i>	72
Tabel 4.3 Pengukuran pada transmitter	73
Tabel 4.4 Pengukuran pada receiver	73

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan teknologi tanpa kabel atau wireless dewasa ini semakin meningkat pesat. Peningkatan ini dilandasi dengan berbagai hal, seperti semakin meningkatnya teknologi pada perangkat elektronik, kebutuhan telekomunikasi, sampai pada gaya hidup dari umat manusia. Kebutuhan akan pengiriman daya listrik tanpa kabel ini berawal dari ketergantungan umat manusia terhadap pemakaian kabel untuk mengisi ulang baterai yang dipakai pada perangkat elektronik.

Dalam kehidupan sehari-hari sekarang ini, umat manusia tidak bisa lepas dari kebutuhan mereka akan peralatan listrik tersebut, dari telepon genggam untuk berkomunikasi, laptop untuk mengerjakan tugas dan terhubung dengan internet, sampai kepada pemutar mp3 untuk mendengarkan lagu, yang semua peralatan elektronik tersebut menggunakan baterai yang dapat diisi ulang sebagai sumber utamanya. Oleh karena ketergantungan manusia terhadap baterai, sering terdapat adaptor atau charger baterai yang terus menerus terpasang pada sumber listrik utama untuk memudahkan dalam proses pengisian ulang baterai.

Jika dapat mengirimkan daya listrik tanpa melewati suatu kabel, tentunya hal ini akan sangat membantu di dalam pengisian baterai dan juga akan menjadi lebih efektif serta efisien jika dapat mengisi ulang lebih dari satu baterai dalam suatu waktu bersamaan tanpa harus menggunakan kabel lagi yang terpasang ke sumber listrik. Dengan adanya alat yang dapat mengirimkan daya listrik tanpa

kabel ini, nantinya juga diharapkan dapat menggantikan peran baterai selama ini, selama masih berada di dalam jangkauan atau area alat tersebut.

Sebagai suatu contoh lain, prinsip induksi pada trafo, dapat mengirimkan daya listrik dari kumparan satu tanpa bersentuhan dengan kumparan yang lain, meskipun jaraknya masih sangat dekat. Selain trafo, prinsip radiasi elektromagnetik pada gelombang radio juga dapat mengirimkan energi listrik tanpa kabel, akan tetapi karena efisiensi yang kecil, gelombang radio ini hanya berperan penting untuk dunia telekomunikasi dalam mengirimkan informasi dan tidak dapat digunakan untuk mengirimkan daya listrik dalam jumlah besar (menggantikan peran kabel). Ilmuwan juga telah mencoba untuk memusatkan gelombang elektromagnetik seperti laser (tidak menyebar seperti halnya gelombang elektromagnetik pada gelombang radio), akan tetapi hal ini juga belum praktis dan bahkan dapat merusak dan membahayakan umat manusia. Akhirnya ditemukan suatu cara untuk dapat mengirimkan energi listrik tanpa kabel, yaitu dengan menggunakan prinsip resonansi magnet.

Rancang bangun transfer daya listrik tanpa kabel ini merupakan suatu sistem pengiriman daya listrik tanpa kabel. Dengan merancang suatu rangkaian pengirim dan penerima yang baik, maka akan diperoleh jarak yang cukup jauh (jika dibandingkan dengan trafo) dalam mentransmisikan daya listrik, dan tentunya besar energi yang dikirimkan juga dapat meningkat.

Dari penjelasan diatas penulis merancang suatu alat yang diberi judul "Metode pengiriman dan penerima daya listrik kecil tanpa kabel" sebagai bahan

penulisan tugas akhir untuk menyelesaikan kuliah sarjana (S1) pada Jurusan Elektro Program Studi Teknik Listrik di Universitas Muhammadiyah Makassar

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana membuat rangkaian pengirim dan penerima transfer daya listrik tanpa kabel
- Bagaimana prinsip kerja dari transfer daya listrik tanpa kabel

C. Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan akhir ini penulis hanya membahas cara membuat rangkaian pengirim dan penerima transfer daya listrik tanpa kabel dan prinsip kerja dari transfer daya listrik tanpa kabel.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui rangkaian pengirim dan penerima transfer daya listrik tanpa kabel
- Mengetahui cara transfer daya listrik tanpa kabel

E. Manfaat Penelitian

Manfaatnya adanya sebagai berikut:

- Dapat mengetahui rangkaian pengirim dan penerima pada transfer daya listrik tanpa kabel
- Dapat mengetahui cara transfer daya listrik tanpa kabel

F. Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan adalah studi kepustakaan, pembuatan alat dan pengamatan data - data hasil percobaan pengukuran yang dilakukan.

G. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab 1 merupakan pengantar untuk bab selanjutnya. Pada bab ini dijelaskan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, metode penulisan, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 akan dijelaskan secara umum mengenai teori dasar yang digunakan, yaitu konsep dasar pengiriman, induktor, kapasitor, resistor, FET, Transformator, Rectifier, dan Regulator.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab 3 akan dijelaskan mengenai tahapan pembuatan alat yang meliputi, diagram blok, perancangan elektronik, perancangan mekanik, untuk pembuatan alat transfer daya listrik tanpa kabel.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab 4 akan dijelaskan adalah membuat rangkaian pengirim dan penerima transfer daya listrik tanpa kabel dan cara transfer daya listrik tanpa kabel.

BAB V PENUTUP

Pada bab 5 berisi kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Pengiriman Daya Listrik Tanpa Kabel

1. Daya listrik

Daya listrik adalah jumlah energi listrik yang digunakan tiap detik. Besar daya listrik dirumuskan sebagai berikut.

$$P = W/t \dots\dots\dots(2.1)$$

Karena $W = VIt$, maka persamaan daya listrik dapat ditulis sebagai berikut.

$$P = VI \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan mensubstitusikan Hukum Ohm ($V = IR$) sehingga persamaan daya juga dapat ditulis sebagai berikut.

$$P = I^2R \dots\dots\dots (2.3)$$

Atau

$$P = V^2/R \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan:

P = daya listrik satuannya watt (W)

V = tegangan listrik satuannya volt (V)

I = kuat arus listrik satuannya ampere (A)

R = hambatan listrik satuannya ohm (Ω)

Satuan daya listrik dalam SI adalah watt (W). Untuk daya listrik yang besar menggunakan satuan kilowatt (kW) atau megawatt (MW), dimana

$$1 \text{ kW} = 1.000 \text{ watt} = 10^3 \text{ watt}$$

$$1 \text{ MW} = 1.000.000 \text{ watt} = 10^6 \text{ watt}$$

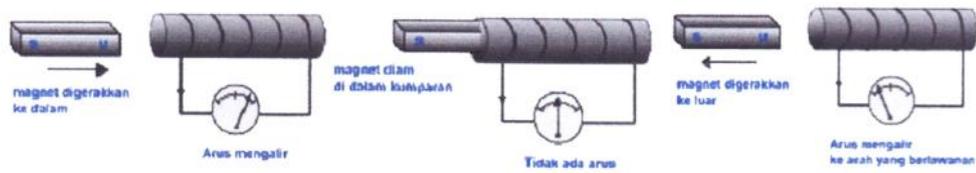
2. Prinsip Induksi Elektromagnetik

Ketika kutub utara magnet digerakkan memasuki kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke salah satu arah (misalnya ke kanan). Jarum galvanometer segera kembali menunjuk ke nol (tidak menyimpang) ketika magnet tersebut didiamkan sejenak di dalam kumparan.

Ketika magnet batang dikeluarkan, maka jarum galvanometer akan menyimpang dengan arah yang berlawanan (misalnya ke kiri). Jarum galvanometer menyimpang disebabkan adanya arus yang mengalir dalam kumparan. Arus listrik timbul karena pada ujung-ujung kumparan timbul beda potensial ketika magnet batang digerakkan masuk atau keluar dari kumparan. Beda potensial yang timbul ini disebut gaya gerak listrik induksi (ggl induksi).

Ketika magnet batang digerakkan masuk, terjadi penambahan jumlah garis gaya magnetik yang memotong kumparan (galvanometer menyimpang atau ada arus yang mengalir). Ketika batang magnet diam sejenak maka jarum galvanometer kembali ke nol (tidak ada arus yang mengalir). Ketika batang magnet dikeluarkan terjadi pengurangan jumlah garis gaya magnetik yang memotong kumparan (galvanometer menyimpang dengan arah berlawanan).

Jadi, akibat perubahan jumlah garis gaya magnetik yang memotong kumparan, maka pada kedua ujung kumparan timbul beda potensial atau ggl induksi. Arus listrik yang disebabkan oleh perubahan jumlah garis gaya magnetik yang memotong kumparan disebut arus induksi.



Gambar 2.1. Percobaan menggunakan galvanometer

3. Faktor Besarnya GGL

Faktor-faktor yang menentukan besar GGL. Besarnya ggl induksi tergantung pada tiga faktor, yaitu ;

- a) banyaknya lilitan kumparan
- b) kecepatan keluar-masuk magnet dari dan keluar kumparan
- c) kuat magnet batang yang digunakan

4. Hukum Lenz

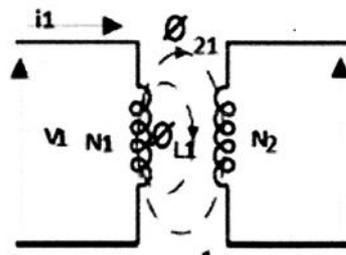
Sesuai dengan hukum *Faraday*, yaitu apabila fluksi yang melalui atau berhubungan dengan rangkaian tertutup diubah, ggl akan diinduksikan dan menyebabkan arus mengalir dalam rangkaian. Arah arus induksi mempunyai hubungan dengan perubahan medan yang menghasilkannya. Hubungan ini diwujudkan dalam hukum induksi *Lenz* yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

Ggl induksi akan menyebabkan arus mengalir dalam rangkaian tertutup dengan arah sedemikian rupa sehingga pengaruh magnetnya akan melawan perubahan yang menghasilkannya. Aturan ini mengikuti secara langsung hukum kekekalan energi, yaitu untuk mengalirkan arus induksi diperlukan pemakaian energi

5. Induktansi Bersama

Ketika dua buah kumparan didekatkan atau digandengkan, maka akan timbul suatu induksi. Dengan kata lain, kalau dua buah kumparan terpasang dalam masing-masing loop, maka interaksi antara dua buah loop yang didalamnya terdapat kumparan yang digandengkan akan menimbulkan medan magnet induksi atau kopling magnet.

- Ketika terjadi perubahan arus i_1 , maka fluks magnet dikumparan 1 berubah (ϕ_{11})
- Bagian fluks magnetik yang hanya melingkupi kumparan 1 disebut fluks bocor (ϕ_{L1})
- Sisa fluks magnetik yang melingkupi kumparan 1 dan kumparan 2 disebut fluks bersama (ϕ_{21})



Gambar 2.2 Fluks induktansi bersama

Sehingga secara umum dikatakan bahwa fluks magnetik yang disebabkan oleh arus i_1 , adalah :

$$\phi_1 = \phi_{L1} + \phi_{21}$$

Tegangan induksi di kumparan 2 :

$$V_2 = N_2 \frac{d\phi_{22}}{dt} = M_{21}$$

Sehingga:

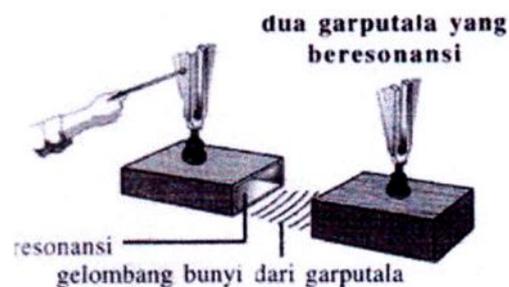
$$V_2 = M_{21} \frac{d\dot{x}_1}{dt}$$

$$N_2 \frac{d\phi_{22}}{dt} = M_{21} \frac{d\dot{x}_1}{dt}$$

$$M_{21} = N_2 \frac{d\phi_{22}}{dt}$$

6. Resonansi

Fenomena resonansi sudah secara luas berada di alam ini. Perbedaan jenis resonansi juga berisikan energi yang berbeda pula. Suara dari garpu tala dihasilkan dari suatu resonansi, begitu pula dengan suatu gempa bumi dihasilkan dari suatu resonansi, akan tetapi energi dari gempa bumi jauh lebih besar dari pada suara garpu tala.

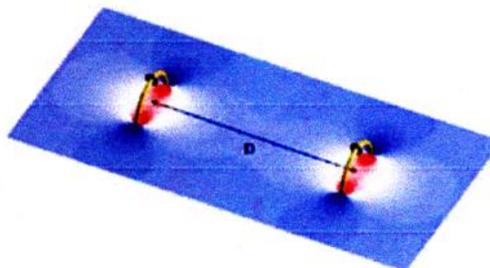


Gambar 2.3. Garpu Tala

Resonansi adalah suatu gejala suatu sistem yang dalam suatu frekuensinya cenderung untuk menyerap lebih banyak energi dari lingkungan. Dengan kata lain, resonansi adalah sebuah fenomena dimana jika suatu objek atau benda bergetar, maka benda lain dengan frekuensi yang sama akan ikut bergetar juga. Resonansi dapat mengirimkan energi. Sebagai sebuah contoh sederhana, jika kita mempunyai 2 buah garpu tala dengan frekuensi yang sama dan jarak yang cukup, maka jika kita memukul garpu tala A" sehingga timbul

bunyi, maka ketika kita menahan garpu tala A sampai bunyinya berhenti, garpu tala B akan berbunyi juga meskipun tidak kita pukul. Ini merupakan fenomena resonansi akustik. Energi yang membuat garpu tala B ini bergetar dihasilkan dari gelombang bunyi dari garpu tala A, media pengirimannya adalah medan bunyi. Dapat dikatakan bahwa inti dari propagansi getaran ini adalah suatu pengiriman energi. Mirip dengan medan bunyi, ini juga dapat dimungkinkan pada medan elektromagnetik.

Prinsip dasar induksi elektromagnetik adalah pada saat arus bolak balik melewati suatu kumparan, disekitar kumparan tersebut akan menghasilkan suatu medan magnet. Jika pada kondisi ini diletakkan suatu kumparan lain di dekat kumparan tersebut, maka medan magnet dari kumparan yang pertama akan timbul juga di sekitar kumparan yang kedua. Ini merupakan alasan kenapa pengiriman energi tanpa kabel dapat terjadi diantara kedua kumparan tersebut. Sama seperti yang telah diuraikan sebelumnya, resonansi bersama adalah suatu keadaan khusus dari pengiriman energi tanpa kabel. Letak dari kekhususannya adalah semua kumparan yang digunakan untuk beresonansi bersama beroperasi pada kondisi resonansi.



Gambar 2.4. Resonansi Bersama

Resonansi terjadi ketika frekuensi resonansi sendiri dari kumparan-kumparan tersebut bernilai sama dengan frekuensi sumber arus bolak balik, saat rangkaian ekuivalen dari kumparan-kumparan tersebut di frekuensi tinggi memiliki impedansi paling kecil. Pada saat kondisi seperti inilah energi paling banyak dapat dikirimkan melalui jalur resonansi. Gambar diatas menunjukkan terjadinya proses resonansi magnetic bersama, warna kuning menunjukkan kumparan yang memiliki frekuensi resonansi yang sama, warna biru dan merah menunjukkan medan magnet yang disebabkan pada kumparan tersebut, yang keduanya adalah identik satu sama lain, inilah gambaran sederhana dari resonansi bersama.

Frekuensi yang menyebabkan kondisi tersebut terjadi disebut dengan frekuensi resonansi (ω_0) atau sering digunakan juga, f_0 . Suatu rangkaian dikatakan beresonansi ketika tegangan terpasang V dan arus yang dihasilkan dalam kondisi satu fasa.

Misalkan:

$$V = A \angle \alpha^\circ$$

$$I = B \angle \beta^\circ$$

Dalam kondisi satu fasa : $\alpha^\circ = \beta^\circ$, sehingga :

$$Z = \frac{V}{I}$$

Terlihat bahwa ketika V dan I satu fasa, impedansi yang dihasilkan seluruhnya komponen real atau impedansi kompleks hanya terdiri dari komponen resistor murni (R). Dengan kata lain konsep resonansi adalah menghilangkan komponen *imajiner/reaktansi*, saling meniadakan.

B. Induktor

1. Definisi

Induktor/kumparan (Coil) adalah suatu gulungan kawat diatas suatu inti, Tergantung pada kebutuhan, yang banyak digunakan pada radio adalah inti udara dan *intiferrite*. Induktor sering kali disebut sebagai lilitan, kumparan, atau belitan. Induktor mempunyai sifat dapat menyimpan energi dalam bentuk medan magnet. Satuan induktor adalah Henry (H).

2. Karakteristik

Arus yang mengalir pada induktor akan menghasilkan fluks magnetik (Φ) yang membentuk loop yang melingkupi kumparan. Jika terdapat N lilitan, maka total fluks adalah :

$$\lambda = L \cdot I$$

$$L = \frac{\lambda}{I}$$

$$V = L \frac{di}{dt}$$

Dari k v-i, dapat diturunkan sifat penyimpanan energi pada induktor. karakteristik

$$p = \frac{dw}{dt}$$

$$\frac{dw}{dt} = p$$

$$W = \int_0^T p dt = \int_0^T v i dt = \int_0^T L \frac{di}{dt} i dt = L \int_0^T i di$$

Misalkan :

Pada saat $t = 0$ maka $i = 0$

Pada saat $t = T$ maka $i = I$

Sehingga : $h = \int_0^L i \cdot dl = \frac{1}{2} L i^2$ merupakan energi yang disimpan pada induktor L dalam bentuk medan magnet.

Jika induktor dipasang arus konstan/DC, maka tegangan sama dengan nol. Sehingga induktor bertindak sebagai rangkaian hubung singkat (*short circuit*). Rangkaian hubung singkat (*short circuit*) mempunyai sifat bahwa nilai tegangan pada kedua titik tersebut selalu sama dengan 0, sehingga nilai tahanan pada rangkaian tersebut kecil sekali. Rangkaian hubungan singkat tidak tergantung dari arus I yang mengalir pada rangkaian tersebut.

$$V_{ab} = 0$$

$$R_d = 0$$

C. Kapasitor

1. Definisi

Kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi energi didalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidak seimbangan internal dari muatan listrik. Komponen ini ditemukan oleh *Michael Faraday* (1791-1867).Kapasitor memiliki satuan yang disebut Farad. Satu farad = 9×10^{11} , luas permukaan kepingan tersebut menjadi 1 Farad sama dengan 106 mikro Farad (uF). Jadi $1 \mu F = 9 \times 10^5 \text{ cm}^2$.

Kemampuan kapasitor dalam menyimpan muatan disebut kapasitansi (bersimbol C).Kapasitansi irti diukur berdasarkan besar muatan yang dapat disimpan pada suatu kenaikan tegangan.

$$\text{Kapasitansi } C = \frac{\text{muatan } Q}{\text{tegangan } V}$$

atau $C=Q/V$

kapasitansi dapat dihitung lewat rumus :

$$C = \epsilon A/d$$

Dimana $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$; ϵ_0 = tempat yang tersedia (permitivitas tempat), berupa bilangan konstanta; ϵ_r = permitivitas relatif, berupa faktor perkalian yang tergantung pada medium penyekat atau bahan dielektris yang digunakan di antara kedua plat.

Satuan-satuan sentimeter persegi (cm^2) jarang sekali digunakan karena kurang praktis, satuan yang banyak digunakan adalah :

$$1 \text{ Farad} = 1.000.000 \mu\text{F} \text{ (mikroFarad)}$$

$$1 \mu\text{F} = 1.000.000 \text{ pF} \text{ (pikoFarad)}$$

$$1 \mu\text{F} = 1.000 \text{ nF} \text{ (nanoFarad)}$$

$$1 \text{ nF} = 1.000 \text{ pF} \text{ (pikoFarad)}$$

Seperti halnya resistor, kapasitor mempunyai kode warna untuk menentukan besarnya kapasitansi. Pada tabel berikut kode warna dari kapasitor.

Tabel 1. Kode Warna pada Kapasitor

Warna	Nomor	Faktor perkalian	Toleransi	Volume maksimum
Hitam	0	100 V		
Coklat	1	$\times 10^1$		250V
Merah	2	$\times 10^2$		250V
Jingga	3	$\times 10^3$		400V
Kuning	4	$\times 10^4$		400V
Hijau	5	$\times 10^5$		630V
Biru	6			630V
Ungu	7			630V
Abu-abu	8			630V
Putih	9		$\pm 10\%$	630V

Adapun cara memperluas kapasitor dengan jalan :

- menyusunnya berlapis-lapis
- memperluas permukaan variabel
- memakai bahan dengan daya tembus besar

2. Wujud dan Macam Kapasitor

Berdasarkan kegunaannya, kapasitor terdiri atas kapasitor tetap (nilai kapasitansinya tetap tidak dapat diubah) dan kapasitor variabel yang nilai kapasitansinya dapat berubah-ubah.

Kapasitor tetap ialah suatu kapasitor yang nilainya konstan dan tidak berubah-ubah. Kapasitor tetap ada empat macam yaitu sebagai berikut.

- Kapasitor Keramik

Bentuknya ada yang bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, coklat, dan lain-lain. Dalam pemasangan di papan rangkaian (PCB), boleh dibolak-balik karena tidak mempunyai kaki positif dan negatif. Kapasitor jenis ini, mempunyai kapasitas mulai dari beberapa piko Farad sampai dengan ratusan kilo piko Farad (kpF), dengan tegangan kerja maksimal 25 Volt sampai 100 Volt, tetapi ada juga sampai ribuan volt.



Gambar 2.5. Kapasitor keramik

- Kapasitor Polyester

Pada dasarnya sama saja dengan kapasitor keramik begitu juga cara menghitung nilai kapasitannya. Bentuknya persegi empat seperti permen. Biasanya mempunyai warna merah, hijau, coklat dan sebagainya.



Gambar 2.6 kapasitor Polyester

- Kapasitor Kertas

Kapasitor kertas ini sering disebut juga kapasitor padder. Misalnya pada radio dipasang seri dari spul osilator ke variabel kapasitor. Nilai kapasitas yang dipakai pada sirkuit oscilator antara lain :

- a. Kapasitas 200 pF - 500 pF untuk daerah gelombang menengah =
190meter - 500meter
- b. Kapasitas 1.000 pF - 2.200 pF untuk daerah gelombang pendek =
40meter- ISOmeter
- c. Kapasitas 2.700 pF - 6.800 pF untuk daerah gelombang 1,2,3, dan 4 =
15meter - 49meter



Gambar 2.7. Kapasitor kertas

- Kapasitor Elektrolit (Elco)

Kapasitor elektrolit atau Electrolytic Condenser (sering disingkat Elco) adalah kapasitor yang biasanya berbentuk tabung, mempunyai dua kutub kaki berpolaritas positif dan negatif, ditandai oleh kaki yang panjang positif, sedangkan yang pendek negatif atau dekat tanda minus (-) adalah kaki negatif. Nilai kapasitansya dari $0,47\mu\text{F}$ (mikroFarad) sampai ribuan mikroFarad dengan voltase kerja dari beberapa volt hingga ribuan volt



Gambar 2.8 Kapasitor Elektrolit

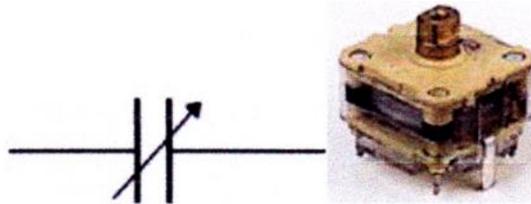
Selain kapasitor elektrolit yang mempunyai polaritas pada kakinya, ada juga kapasitor yang berpolaritas, yaitu kapasitor solid tantalum. Kerusakan umum pada kapasitor elektrolit, diantaranya adalah :

- a. Kering (kapasitansya berubah)
- b. Korsleting
- c. Meledak, yang disebabkan salah dalam pemberian tegangan positif dan negatifnya, jika batas maksimum voltase dilampaui juga bisa meledak.

- Kapasitor Variabel

Kapasitas variabel adalah jenis kapasitor yang kapasitansya bisa diubah-ubah. Kapasitor ini dapat berubah kapasitansya karena secara fisik mempunyai poros yang dapat diputar dengan menggunakan

obeng. Kapasitor variabel terbuat dari logam, mempunyai kapasitas maksimum sekitar 100 pF (pikoFarad) sampai 500 pF ($100 \text{ pF} = 0,0001$



Gambar 2.9. Kapasitor variabel serta simbolnya

- Kapasitor Trimer

Kapasitor trimer dipasang paralel dengan variabel kapasitor berfungsi untuk menepatkan pemilihan gelombang frekuensi tersebut. Kapasitor trimer mempunyai kapasitas dibawah 100 pF (pikoFarad).



Gambar 2.10 Kapasitor trimer serta simbolnya

Kerusakan umumnya terjadi jika :

- a. Korsleting
- b. Setengah korsleting (penangkapan gelombang pemancar menjadi tidak normal)

3. Karakteristik Kapasitor

Sifat-sifat kapasitor pada umumnya :

- Kapasitor terhadap tegangan dc merupakan hambatan yang sangat besar
- Kapasitor terhadap tegangan ac mempunyai resistansi yang berubah-ubah sesuai dengan frequency kerja.
- Kapasitor terhadap tegangan ac akan menimbulkan pergeseran fasa, dimana arus 90^o mendahului tegangannya.

Resistansi dari sebuah kapasitor terhadap tegangan ac disebut reaktansi.

Disimbolkan dengan X_c , besarnya reaktansi kapasitor ditulis dengan rumus :

$$X_c = 1/2\pi fe$$

Dimana:

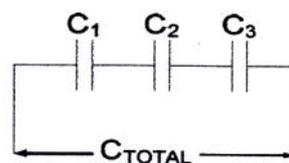
X_c = Reaktansi kapasitif (ohm)

f = frekuensi kerja rangkaian dalam satuan hertz

e = kapasitansi (farad)

4. Kapasitansi Pada Rangkaian Kapasitor

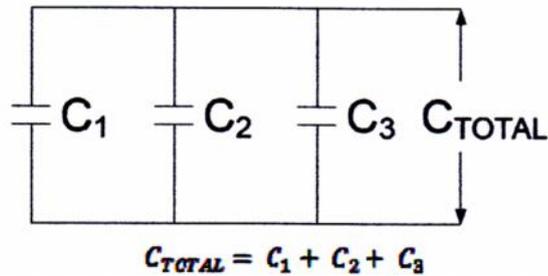
Besarnya kapasitansi atau kapasitas total (C_t) pada kapasitor yang dirangkai sen seperti gambar dibawah dapat dirumuskan sebagai berikut.



$$\frac{1}{C_{TOTAL}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

Gambar 2.11. Rangkaian Kapasitor dipasang Seri

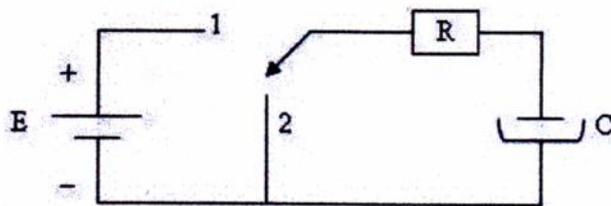
Untuk kapasitor yang dirangkai seri nilai kapasitansi atau kapasitas total (C_t) untuk rangkaian seperti berikut adalah.



Gambar 2.12. Rangkaian Kapasitor dipasang Paralel

5. Pengisian Dan Pengosongan Kapasitor

Saat pengisian dan pengosongan muatan pada kapasitor, lamanya pengisian dan pengosongan muatannya tergantung dari besarnya nilai resistansi dan kapasitansi yang digunakan pada rangkaian. Pada saat saklar menghubungkan ketitik 1 arus listrik mengalir dari sumber-sumber tegangan melalui komponen R menuju komponen C. Tegangan pada kapasitor meningkat dari 0 volt sampai sebesar tegangan sumber, kemudian tak terjadi aliran, saklar dipindahkan posisinya ke titik 2 maka terjadi proses pengosongan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah,



Gambar 2.13. Rangkaian pengisian dan pengosongan kapasitor

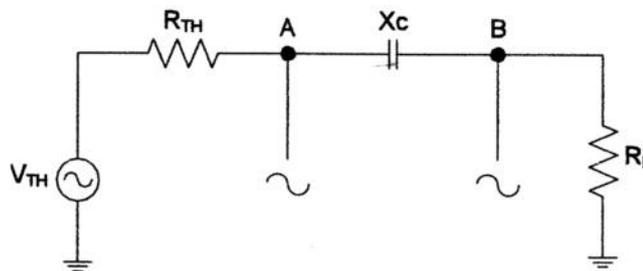
Tegangan kapasitor menurun, arah arus berlawanan dari arah pengisian. Tegangan pada R menjadi negatif dan berangsur-angsur tegangannya

menjadi 0 volt. Pengisian dan pengosongan masing-masing memerlukan $5 R.C$ (*time constan*).

6. Kapasitor sebagai *Coupling* dan sebagai *Bypass*

Sebuah kapasitor penggandeng melewati sinyal ac dari satu titik ke titik yang lain. Misalnya pada gambar dibawah ini, tegangan ac pada titik A diteruskan ke titik B. Agar dapat terlaksana, rekatansi kpasitif X_c harus jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan resistansi sen. Seperti yang telah dipelajari dari teori rangkaian dasar, besarnya arus bolak-balik dalam rangkaian RC satu-simpal:

$$I = \frac{V}{R^2 + X_c^2}$$

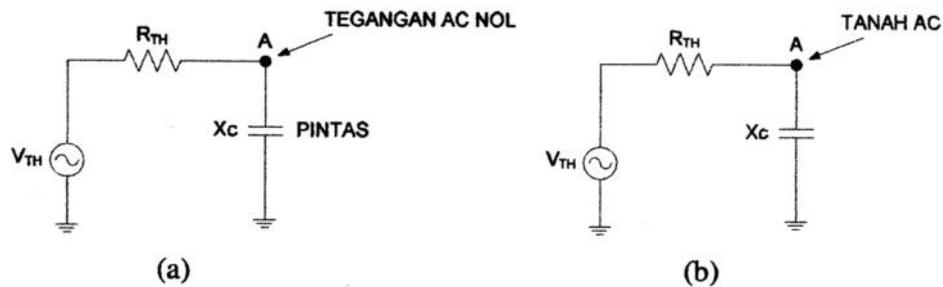


Gambar 2.14. Kapasitor penggandeng diantara sumber dan beban

Dimana R adalah resistansi total dari simpal. Pada gambar diatas, $R = R_{TH} + R_L$ Bila frekuensi naik, X_c turun sampai menjadi lebih kecil dari pada R . Dalam hal ini arus mencapai harga maksimumnya, yaitu V/R . Dengan kata lain, kapasitor penggandeng sinyal dari A ke B sebagaimana mestinya bila $X_c \ll R$.
Gandengan Kaku (*STIFF COUPLING*)

Ukuran kapasitor penggandeng tergantung pada frekuensi terendah dari sinyal yang harus digandeng. Kita akan menggunakan aturan berikut ini untuk frekuensi masuk terendah pada penguat: $X_c \ll 0,1R$

Aturan ini mengatakan bahwa reaktansi kapasitif dari kapasitor penggandeng harus jauh lebih rendah atau sama dengan sepersepuluh harga resistansi total. Dengan memenuhi aturan 10:1 ini berarti bahwa pada frekuensi terendah arus bolak-balik akan menjadi jauh lebih rendah dari pada 1 persen.



Gambar 2.15 Kapasitor Pintas

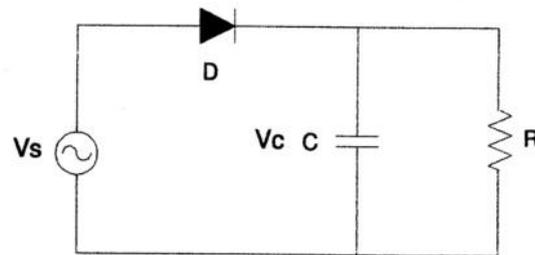
Kapasitor pintas (bypass capacitor) sama dengan kapasitor penggandeng, kecuali bahwa ia menggandengkan titik yang ditanahkan ke titik yang ditanahkan, seperti ditunjukkan pada gambar(a). V_{TH} dan R_{TH} dapat berupa satu sumber dan tahanan, seperti yang ditunjukkan.

Pada gambar (b), kapasitor idealnya tampak seperti terhubung singkat bagi sinyal ac. Oleh karena itu, titik A dihubungkan sepanjang menyangkut sinyal ac ke tanah. Inilah sebabnya mengapa kita menamakan titik A (sebagai tanah ac). Kapasitor pintas tak akan mengganggu tegangan dc pada titik A karena ia seperti terbuka terhadap arus dc. Tetapi, kapasitor pintas menyebabkan titik A menjadi titik tanah ac.

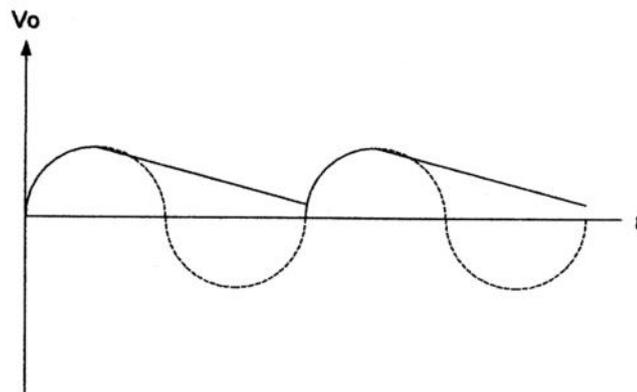
Bila tak ada ketentuan lain, semua kapasitor penggandeng dan kapasitor pintas dianggap kaku, yang berarti bahwa mereka berlaku seolah-olah seperti

rangkaian terbuka bagi arus searah dan rangkaian tertutup bagi arus bolak-balik.

7. Kapasitor Sebagai Filter



Gambar 2. 16. Kapasitor Sebagai Filter



Gambar 2.17. Bentuk Gelombang Tegangan

Pada keadaan $0 < t < T/2$, dioda konduksi dan kapasitor akan terisi muatan. Pada $T/2 < t < T$, dioda off dan kapasitor akan membuang (*discharge*). Berdasarkan sifat kapasitor yang menyatakan bahwa tegangan pada kapasitor tersebut tidak dapat berubah dengan tiba-tiba, dan berdasarkan persamaan $V_o(t) = V_c(f)$, maka diperoleh bentuk gelombang tegangan seperti terlihat pada gambar diatas

D. Hambatan (Resistor)

1. Definisi

Hambatan adalah komponen elektronika yang selalu digunakan dalam setiap rangkaian elektronika karena berfungsi sebagai pengatur arus listrik. Sebuah hambatan mempunyai banyak cincin sebanyak lima yaitu cincin pertama, cincin kedua, cincin ketiga (*multiplier*), cincin keempat (toleransi), cincin kelima (kualitas).

Untuk membaca kode warna hambatan seperti yang dipermasalahkan disamping, kita mulai menerjemahkan satu persatu kode tersebut. Untuk dapat menentukan nilai warna yang terdapat pada hambatan dapat dilihat pada tabel berikut.



Gambar 2.18. Resistor

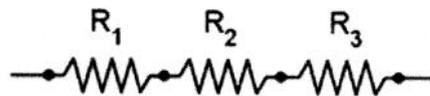
Tabel 2. Nilai Wama pada Hambatan

Warna	Gelang I	Gelang II	Faktor perkalian	Toleransi	Volume maksimum
Merah	1	1	$\times 10^1$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm
Jingga	2	2	$\times 10^2$		15 ppm
Kuning	3	3	$\times 10^3$		25 ppm
Hijau	4	4	$\times 10^4$	$\pm 0.5\%$ (D)	
Biru	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.25\%$ (C)	
Ungu	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.1\%$ (B)	
Abu-abu	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.05\%$ (A)	
Putih	8	8	$\times 10^8$		
Emas	9	9	$\times 10^9$	$\pm 5\%$ (J)	
Perak			$\times 0.1$	$\pm 10\%$ (K)	
Polos			0,01	$\pm 20\%$ (G)	

Untuk mendapatkan nilai hambatan dengan resistansi yang unik atau tidak diproduksi, dapat dilakukan dua cara pertama cara (Seri) dan yang kedua cara (Paralel). Dengan cara demikian, masalah dapat terpecahkan. Bagaimana cara seri dan bagaimana pula cara paralel.

a. Rangkaian Seri

Rangkaian seri terdiri dari dua atau lebih hambatan yang disusun secara berurutan, hambatan yang satu berada dibelakang hambatan yang lain. Hambatan disusun seri dapat dijadikan menjadi satu hambatan, yang disebut dengan hambatan pengganti.



Gambar 2.19. Rangkaian Seri

Dari rangkaian pada gambar diatas dapat diperoleh hubungan, yaitu ;

$$R_p = R_1 + R_2 + R_3 \text{ atau } R_p = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Keterangan :

R_p = hambatan pengganti (ohm)

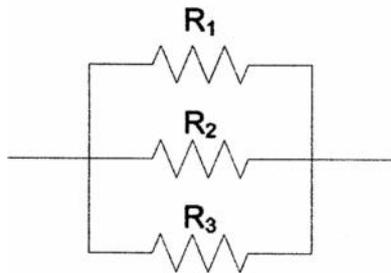
R_1 = hambatan ke-1

R_2 = hambatan ke-2

R_3 = hambatan ke-3

R_n = hambatan ke-n

b. Rangkaian Paralel



Gambar 2.20. Rangkaian paralel

Seperti halnya rangkaian sen, rangkaian paralel dapat juga dijadikan menjadi satu yang disebut hambatan pengganti yang besarnya ;

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Keterangan :

R_p = hambatan pengganti (ohm)

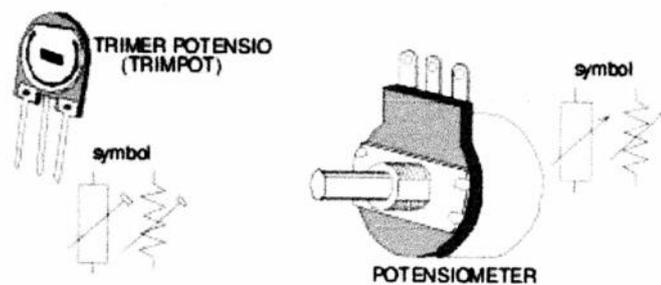
R_1 = hambatan ke-1

R_2 = hambatan ke-2

R_3 = hambatan ke-3

R_n = hambatan ke-n

c. Resistor Variabel (RV)



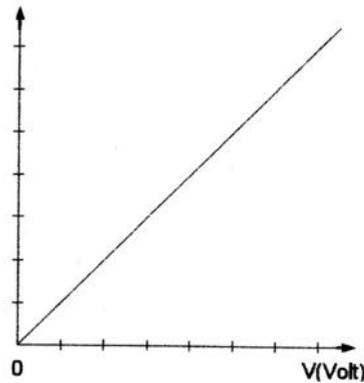
Gambar 2.21. Potensiometer dan Simbolnya

Nilai resistansi resistor jenis ini dapat diatur dengan tangan. Apabila pengaturan dapat dilakukan setiap saat oleh operator (ada tombol pengaturan) dinamakan potensiometer dan apabila pengaturan dilakukan dengan obeng dinamakan trimmer potensiometer (trimpot). Tahanan dalam potensiometer dapat dibuat dari bahan karbon dan ada juga dibuat dari gulungan kawat yang disebut potensiometer wirewound. Untuk digunakan pada voltage yang tinggi biasanya lebih disukai jenis wirewound.

2. Karakteristik Hambatan

Dua karakteristik utama yang perlu diketahui dalam suatu resistor adalah harga resistansinya dan rating dayanya. Resistor tersedia dengan harga resistansi yang cukup banyak, mulai dari beberapa ohm dibelakang koma hingga beberapa mega ohm di depan koma, rating daya yang tertinggi hingga mencapai beberapa ratus watt di terendah sampai 0,1 watt. Rating daya sangat penting, karena ia menunjukkan daya maximum yang bisa ia pastikan tanpa menimbulkan panas yang berlebihan sehingga rusak terbakar. Disipasi artinya bahwa daya sebesar ($I^2 R$) akan di buang padanya, panas yang berlebihan bias membuat resistor itu terbakar dan bias terbuka (*open*). Resistor yang sering digunakan dalam elektronika adalah resistor karbon dan mempunyai rating daya 1 watt atau lebih kecil

Karakteristik hambatan resistor terhadap arus dan tegangan dapat digambarkan dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 2.22. Karakteristik Resistor

Sesuai grafik karakteristik dapat dituliskan persamaan :

$$R = \frac{V}{I}$$

Elemen ini menerima energi dengan cara menyerap sehingga menimbulkan panas. Sering juga disebut dengan tahanan, hambatan, penghantar atau resistansi, dimana resistor mempunyai fungsi sebagai penghantar arus, pembagi arus, dan pembagi tegangan. Nilai resistor tergantung dari hambatan jenis bahan resistor (yang tergantung dari bahan pembuatannya), panjang resistor, dan luas penampang resistor itu sendiri.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Dimana:

ρ = hambatan jenis

l = panjang dari resistor

A = luas penampang

Satuan dari resistor : Ohm (Ω)

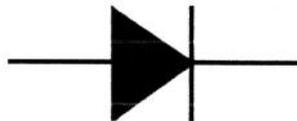
Jika suatu resistor dilewati oleh sebuah arus maka kedua ujung resistortersebut akan timbul beda potensial atau tegangan. Hukum yang didapat dari percobaan ini adalah : Hukum Ohm.

$$V_R = I.R$$

E. Dioda

1. Definisi

Dioda adalah suatu komponen kutub dua, yang kutub-kutubnya dinamakan anoda dan katoda. Bahan dasar yang banyak digunakan untuk membuat piranti elektronik adalah bahan semikonduktor germanium (Ge) dan silikon (Si), yang mana kedua bahan ini mempunyai elektron valensi yang sama. Sambungan bahan semikonduktor P dan N mendasari suatu piranti elektronik aktif yang disebut sebagai Dioda.

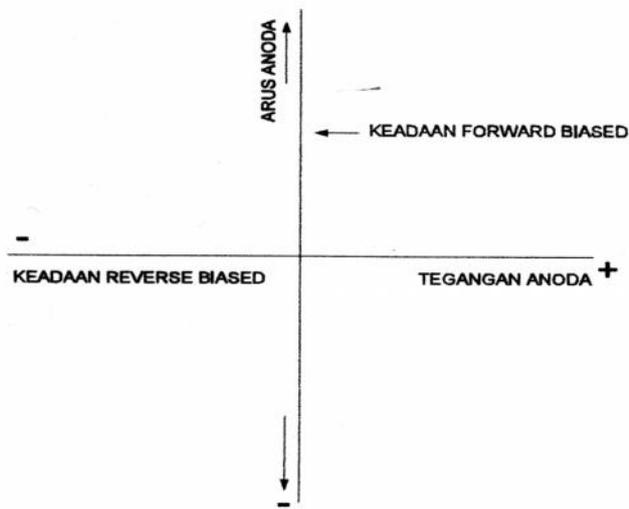


Gambar 2.23 Simbol dioda

Dioda mempunyai elektroda anoda yang berkutub positif dan elektroda katoda yang berkutub negatif. Simbol dioda dapat kita lihat seperti gambar diatas.

2. Karakteristik Dioda

Kurva karakteristik untuk sebuah diode "*ideal*" diperlihatkan pada gambar dibawah, sebagai berikut:



Gambar 2.24. Karakteristik statis dari dioda ideal

Dari karakteristik di atas terlihat bahwa, jika anoda lebih positif dari pada katoda maka dioda akan berfungsi sebagai sebuah switch yang tertutup. Dalam keadaan ini tegangan jatuh pada dioda sama dengan nol untuk setiap arus dan di katakan dioda mendapat "*forward biased mode*" atau "*forward conducting mode*".

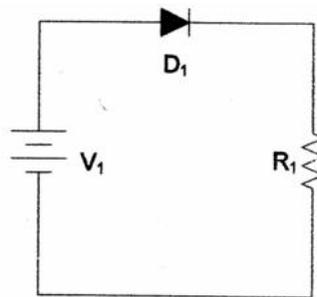
Jika anoda lebih negatif dibanding katoda, dioda akan berfungsi sebagai *switch* yang terbuka akibatnya tidak ada arus yang mengalir melalui dioda untuk setiap harga tegangan. Keadaan ini disebut "*reverse biased mode*" atau "*reverse blocking mode*".

Dioda dapat dianggap sebagai suatu "*voltage sensitive electronic switch*", dimana dia menutup atau on jika anoda lebih positif dari katoda, dan dia terbuka atau *off* jika sebaliknya.

3. Hubungan Dioda

a. Bias maju dioda

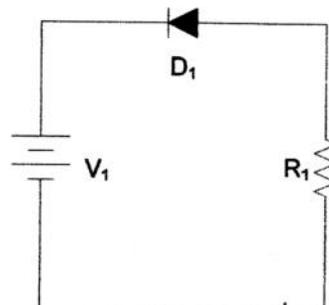
Jika anoda dihubungkan pada polaritas positif baterai, sedangkan katoda pada polaritas negatif seperti gambar dibawah ini, maka keadaan dioda disebut arah maju (*forward-bias*) aliran arus dari anoda menuju katoda, dan aksinya sama dengan rangkaian tertutup.



Gambar 2.25. Bias maju saklar ON

b. Bias mundur dioda

Jika katoda dihubungkan pada polaritas positif baterai, sedangkan anoda pada polaritas negatif seperti gambar dibawah ini, maka keadaan dioda disebut arah mundur (*reverse-bias*) dan aksinya sama dengan rangkaian terbuka.



Gambar 2.26. Bias mundur saklar OFF

Sebagai sifat dioda, pada reverse, nilai tahanan dioda relatif sangat besar dan dioda ini tidak dapat menghantarkan arus. Harga-harga nominal, baik arus maupun tegangan tidak boleh dilampaui karena akan mengakibatkan rusaknya dioda.

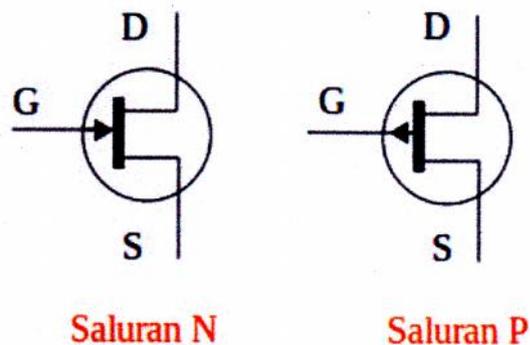
Secara umum dioda digunakan sebagai penyearah (rectifier) arus/tegangan arus bolak-balik (AC) satu fasa atau tiga fasa ke dalam bentuk gelombang arus searah (DC). Pada dasarnya penyearah ini ada dua macam, yaitu :

- Penyearah setengah gelombang (*half wave rectifier*).
- Penyearah gelombang penuh (*full wave rectifier*).

F. FET

1. Definisi

Field Effect Transistor (FET) adalah suatu jenis transistor khusus. Tidak seperti transistor biasa, yang akan menghantar jika diberi arus di basis, transistor jenis FET akan menghantar jika diberikan tegangan (jadi bukan arus). Kaki-kakinya diberi nama Gate (G), Drain (D), dan Source (S).



Gambar 2.27. Field effect transistor [3]

Beberapa kelebihan FET dibandingkan dengan transistor biasa, ialah antara lain penguatannya yang besar, dan desah yang rendah. Karena harga FET yang lebih tinggi dari transistor, maka hanya digunakan pada bagian-bagian yang memang memerlukan. Bentuk fisik FET ada berbagai macam yang mirip dengan transistor. Seperti halnya transistor, ada dua jenis FET yaitu Saluran N dan Saluran P. Selain itu, terdapat beberapa macam -FET di antaranya *Junction FET* (JFET) dan *Metal Oxide Semiconductor FET* (MOS-FET)

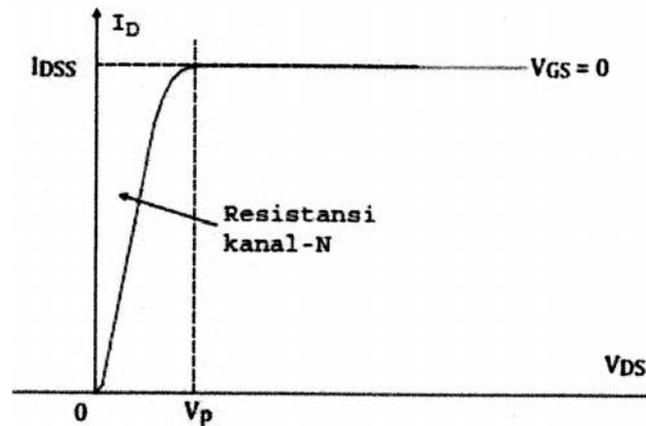
2. Karakteristik FET

Pada saat semua terminal JFET Kanal N belum diberi tegangan bias dari luar, maka pada persambungan P dan N pada kedua gate JFET Kanal N terdapat daerah pengosongan. Hal ini terjadi sebagaimana pada pembahasan *junction dioda*. Pada daerah pengosongan JFET Kanal N tidak terdapat pembawa muatan bebas, sehingga tidak mendukung aliran arus sepanjang kanal.

Apabila antara terminal D dan S JFET Kanal N diberi tegangan positif (V_{DS} - positif) dan antara terminal G dan S diberi tegangan nol ($V_{GS} = 0$), maka persambungan antara G dan D mendapat bias negatif, sehingga daerah pengosongan JFET Kanal N semakin lebar. Sedangkan persambungan antara G dan S daerah pengosongannya tetap seperti semula saat tidak ada bias. Untuk membuat $V_{GS} = 0$ adalah dengan cara menghubungkan terminal G dan terminal S pada JFET Kanal N .

Dengan adanya V_{DS} JFET Kanal N bernilai positif, maka elektron dari S akan mengalir menuju D melewati kanal N, karena kanal-N tersedia banyak pembawa muatan mayoritas berupa elektron. Dengan kata lain arus listrik pada

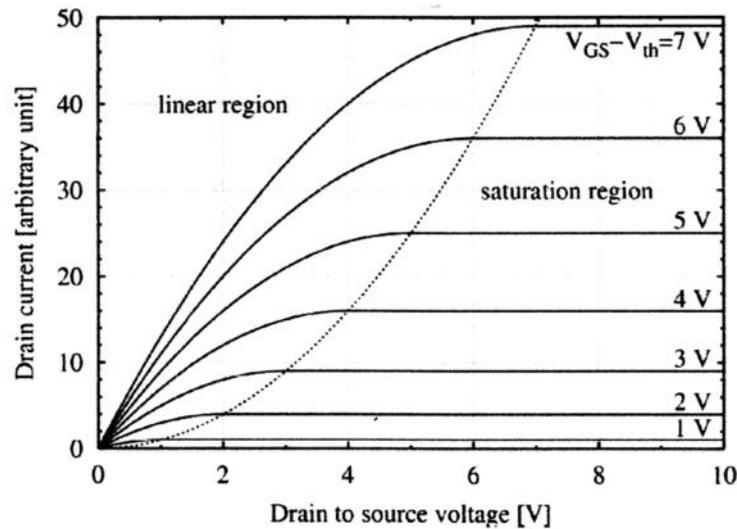
drain (I_D) mengalir dari sumber YDS dan arus pada source (I_S) menuju sumber. Aliran elektron JFET Kanal N ini melewati celah yang disebabkan oleh daerah pengosongan sebelah kiri dan kanan.



Gambar 2.28. Kurva Hubungan ID Dengan VDS

Pada kondisi seperti pada gambar JFET kanal N dengan $V_{GS} = 0$ dan $V_{DS} > 0$, aliran elektron sepenuhnya hanya tergantung pada resistansi kanal antara S dan D. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar Kurva hubungan ID dengan VDS. Pada saat ini hubungan arus ID dan VDS masih mengikuti hukum Ohm. Apabila tegangan VDS diperbesar lagi hingga beberapa volt, maka persambungan G dan D semakin besar mendapat tegangan bias mundur. sehingga daerah pengosongan JFET Kanal N semakin melebar.

Pada *metal-oxide semiconductor field-effect transistor* (MOSFET), lapisan tipis SiO_2 ditambahkan antara kontak G dengan saluran. *Transistor n-channel enhancement-mode* seperti disimbolkan pada gambar dibawah menawarkan kinerja yang sangat baik.



Gambar 2. 29. Karakteristik MosFET

Pada piranti ini tidak dibuat saluran; di sini saluran konduksi akibat adanya medan listrik antara G dan substrat tipe-n. Dengan tanpa adanya tegangan G, arus rendah mengalir melalui dua sambungan p-n. Dengan adanya sedikit tegangan G positif, lubang di dekat material p akan ditolak dan terbentuklah lapisan deplesi. Jika tegangan bertambah positif, elektron yang bergerak akan membentuk lapisan inversion pada permukaan material p dan menjadi tipe-n. Jika kerapatan lubang diperkecil maka elektron yang bergerak akan meningkat. Saat tegangan G mencapai harga ambang v_T (sekitar 4 V pada gambar diatas), konduktivitas pada daerah tersebut telah dinaikkan (*enhanced*) dan transistor telah "dihidupkan" (turned on) dan arus siap mengalir dari p ke S.

Arus D tidak proporsional terhadap besarnya v_{DS} . Saat tegangan pada ujung D dari saluran menjadi lebih positif, secara efektif tegangan G terhadap saluran dan medan listrik yang terjadi akan menurun. Arus listrik pada lapisan inversi akan menurun.

Demikian halnya untuk piranti dengan saluran-p, dimana lubang sebagai muatan yang bergerak, juga banyak digunakan. Namun perlu diingat bahwa karena elektron lebih ringan atau mobilitas elektron lebih besar, maka diperlukan saluran yang lebih sempit pada tipe-n. Transistor saluran-n memberikan kecepatan yang lebih tinggi dan banyak digunakan untuk sistem digital dan penguat frekuensi respon tinggi.

G. Transformator

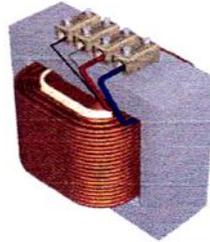
1. Definisi

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaannya dalam sistem tenaga memungkinkan dipilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan

Dalam bidang elektronika, transformator digunakan antara lain sebagai gandengan impedansi antara sumber dan beban, untuk memisahkan satu rangkaian dari rangkaian yang lain, untuk menghambat arus searah sambil tetap melakukan arus bolak-balik antara rangkaian

Transformator (atau yang lebih dikenal dengan nama trafo) adalah suatu alat elektronik yang memindahkan energi dari satu sirkuit elektronik ke sirkuit lainnya melalui pasangan magnet. Trafo mempunyai dua bagian yaitu bagian

input (primer) dan bagian output (sekunder). Pada bagian primer ataupun bagian sekunder terdiri dari lilitan-lilitan tembaga



Gambar 2.30. Trafo

Pada bagian primer, tegangan yang masuk disebut dengan tegangan primer (V_p) dengan lilitannya disebut dengan lilitan primer (N_p), sedangkan pada bagian sekunder tegangan yang masuk disebut dengan tegangan sekunder (V_s) dengan lilitannya disebut dengan lilitan sekunder (N_s).

Dengan demikian didapatkan hubungan bahwa:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_p}{I_s}$$

Keterangan :

V_p = tegangan primer (volt)

V_s = tegangan sekunder (volt)

N_p = jumlah lilitan primer (lilitan)

N_s = jumlah lilitan sekunder (lilitan)

I_s = arus sekunder (ampere)

I_p = arus primer (ampere)

Jenis-jenis trafo:

- *Trafo step down* digunakan untuk menurunkan tegangan
- *Trafo step up* digunakan untuk menaikkan tegangan

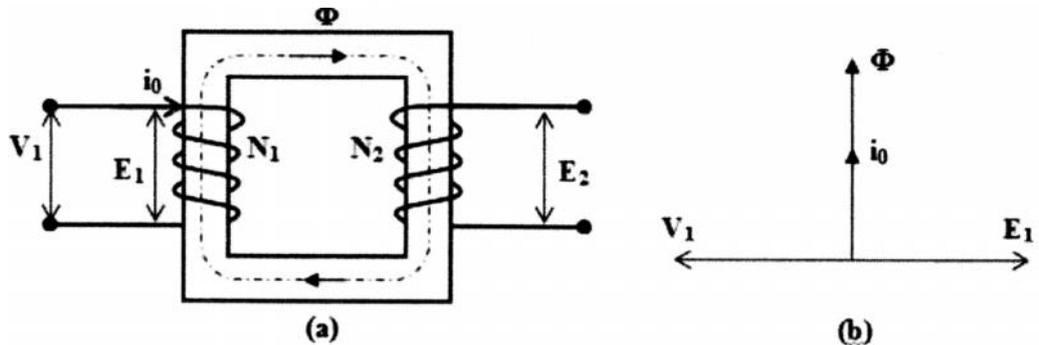
- Trafo *input*
- Trafo *output*
- dan lain-lain.

2. Karakteristik trafo

a. Karakteristik Transformator (trafo) tanpa beban

Bila kumparan primer suatu transformator dihubungkan dengan sumber tegangan V_1 yang sinusoid, akan mengalir arus primer i_0 yang juga sinusoid dan dengan menganggap belitan ini reaktif murni, i_0 akan tertinggal 90° dari V_1 . Arus primer i_0 menimbulkan fluks (ϕ) yang sefasa dan juga berbentuk sinusoid. $\phi = \phi_{maks} \sin \omega t$. Fluks yang sinusoid ini akan menghasilkan tegangan induksi e_1 (Hukum Faraday)

$$e_1 = -N_1 \frac{d\phi}{dt}$$



Gambar 2.31. Transformator tanpa beban

$$e_1 = -N_1 \frac{d(\phi_{maks} \sin \omega t)}{dt} = -N_1 \omega_{maks} \cos \omega t \text{ (tertinggal } 90^\circ \text{ dari } \phi)$$

harga efektifnya :

$$E_1 = \frac{N_1 \cdot 2\pi f \cdot \phi_{maks}}{\sqrt{2}} = 4,44 N_1 \cdot f \cdot \phi_{maks}$$

Pada rangkaian sekunder, fluks (ϕ) bersama tadi menimbulkan :

$$e_2 = -N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

$$e_2 = -N_2 W \phi_{\text{maks}} \cos \omega t$$

$$e_2 = 4,44 N_2 f \phi_{\text{maks}} \text{ sehingga } \frac{E_1 N_1}{E_2 N_2}$$

Dengan mengabaikan rugi tahanan dan adanya fluks bocor,

$$\frac{E_1 - V_1}{E_2 - V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

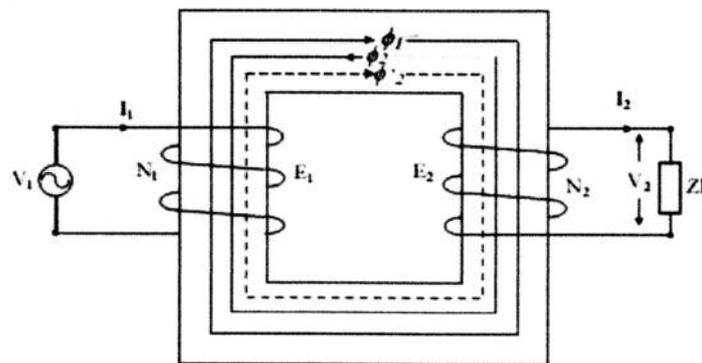
a = perbandingan transformasi

Dalam hal ini tegangan induksi e_i mempunyai kebesaran yang sama tetapi berlawanan arah dengan tegangan sumber V_i . [1]

b. Karakteristik Transformator (trafo) berbeban

Apabila kumparan sekunder dihubungkan dengan beban Z_L , I_2 mengalir pada kumparan sekunder.

$$I_2 = \frac{V_1}{V_2} \text{ dengan } \theta_2 = \text{faktor kerja beban}$$



Gambar 2. 32. Transformator berbeban

Arus beban I_2 akan menimbulkan gaya gerak magnet (ggm) $N_2 I_2$ yang cenderung menentang fluks (ϕ) bersama yang telah ada akibat arus pemagnetan ini. Agar fluks bersama itu tidak berubah nilainya, pada kumparan primer harus mengalir arus I_2 , yang menentang fluks yang

dibangkitkan oleh arus beban I_2 , hingga keseluruhan arus yang mengalir pada kumparan primer menjadi:

$$I_1 = I_0 + I_2$$

Bila rugi besi diabaikan (I_c diabaikan) maka $I_0 = I_M$

Untuk menjaga agar fluks tetap tidak berubah sebesar Φ_m yang dihasilkan oleh arus pemagnetan I_M saja, berlaku hubungan:

$$N_1 I_M = N_1 I_1 - N_2 I_2$$

$$N_1 I_M = N_1 (I_M + I_2) - N_2 I_2$$

Hingga

$$N_1 I_2 = N_2 I_2$$

Karena nilai I_M dianggap kecil maka $I_2 =$

Jadi,

$$N_1 I_1 \text{ atau } \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

H. Rectifier

1. Definisi

Rangkaian penyearah adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). Terdapat beberapa jenis rangkaian penyearah, yang masing-masing jenis memberikan hasil yang berbeda-beda terhadap bentuk tegangan DC yang keluar. Perbandingan antara tegangan DC yang keluar terhadap tegangan AC yang ikut serta pada hasil output-nya, dinamakan faktor ripple (riak). Notasi untuk faktor ripple yang diberikan disini adalah r , Besarnya faktor ripple dapat dihitung dengan rumus

$$r = \frac{\text{Komponen AC}}{\text{Komponen DC}} \times 100\%$$

yang komponen DC-nya adalah harga rata-rata tegangan DC pada output-nya.

Ini dapat dihitung dengan rumus :

$$V_{dc} = \frac{1}{T} \int V_o dt$$

Komponen AC adalah harga rms dari tegangan AC yang keluar. Komponen AC ini tercampur dengan komponen DC-nya, karena harus memisahkan lebih dahulu komponen DC-nya. Untuk menghitung faktor ripple ini. Digunakan suatu rumus pendekatan yaitu :

$$r = \sqrt{\left(\frac{V_{rms}}{V_{ac}}\right)^2} - 1 \times 100\%$$

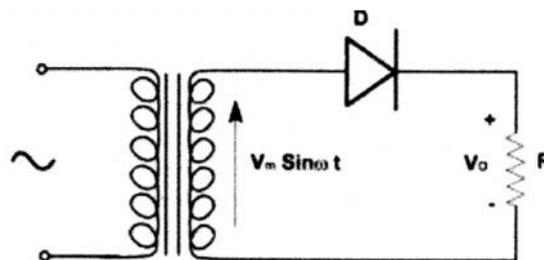
Dimana V_{rms} ini merupakan harga rms total dari tegangan output-nya.. Dan ini dapat dihitung dengan rumus :

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int V_o^2 dt}$$

Pada dasarnya konsep penyearah gelombang dibagi dalam 2 jenis yaitu,

Penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh

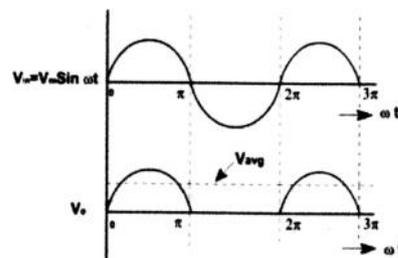
2. Penyearah Setengah Gelombang (*Half Wave rectifier*)



Gambar 2.33. Penyearah setengah gelombang

Penyearah setengah gelombang (*half wave rectifier*) hanya menggunakan 1 buah diode sebagai komponen utama dalam menyearahkan

gelombang AC. Prinsip kerja dari penyearah setengah gelombang ini adalah mengambil sisi sinyal positif dari gelombang AC dari transformator. Pada saat transformator memberikan output sisi positif dari gelombang AC maka diode dalam keadaan *forward* bias sehingga sisi positif dari gelombang AC tersebut dilewatkan dan pada saat transformator memberikan sinyal sisi negatif gelombang AC maka dioda dalam posisi *reverse* bias, sehingga sinyal sisi negatif tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan seperti terlihat pada gambar sinyal output penyearah setengah gelombang berikut.



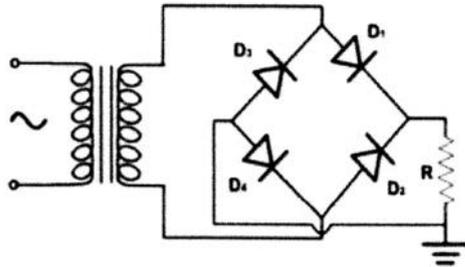
Gambar 2.34. Bentuk setengah gelombang

Formulasi yang digunakan pada penyearah setengah gelombang sebagai berikut.

$$V_{avg} = \frac{V_m}{\pi R}$$

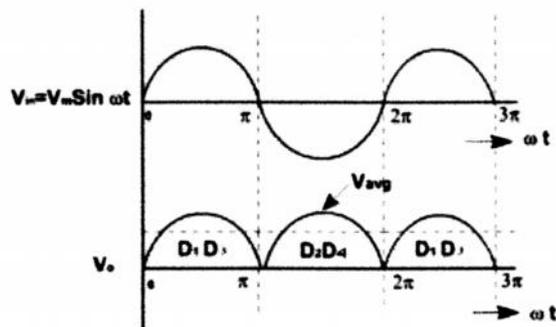
3. Penyearah Gelombang Penuh (*Full wave Rectifier*)

Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu, menggunakan 4 diode dan 2 diode. Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 diode menggunakan transformator non-CT seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2.35. Penyearah gelombang penuh[12]

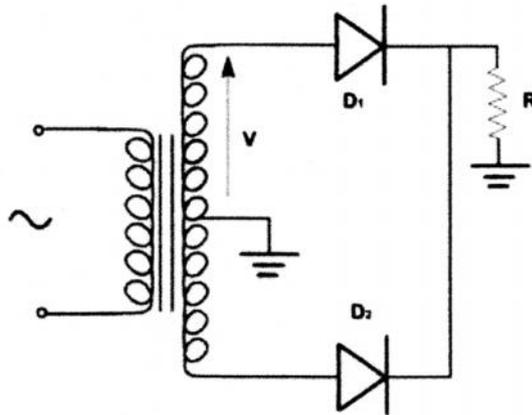
Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 diode diatas dimulai pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi forward bias dan D2, D3 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi forward bias dan D1, D2 pada posisi .reverse bias sehinggalevel tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik output berikut



Gambar 2.36. Bentuk gelombang penuh

4. Penyearah Gelombang dengan 2 Dioda

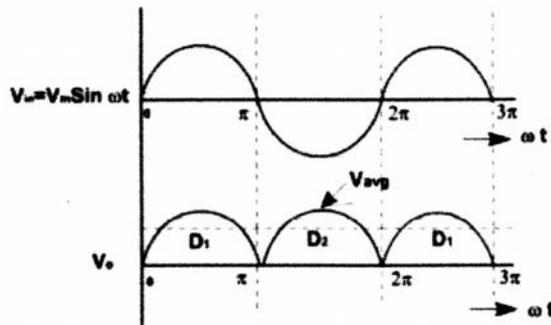
Penyearah gelombang dengan 2 diode menggunakan transformator dengan CT (*Center Tap*). Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 diode dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.37. Penyearah gelombang dengan 2 Dioda

Prinsip kerja rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 dioda ini dapat bekerja karena menggunakan transformator dengan CT. Transformator dengan CT seperti pada gambar diatas dapat memberikan output tegangan AC pada kedua terminal output sekunder terhadap terminal CT dengan level tegangan yang berbeda fasa 180°. Pada saat terminal *output* transformator pada D₁ memberikan sinyal puncak positif maka terminal output pada D₂ memberikan sinyal puncak negatif, pada kondisi ini D₁ pada posisi *forward* dan D₂ pada posisi *reverse*. Sehingga sisi puncak positif dilewatkan melalui DL Kemudian padasaat terminal *output* transformator pada D₁ memberikan sinyal puncak negatif maka terminal *output* pada D₂ memberikan sinyal puncak positif, pada kondisi ini D₁ posisi *reverse* dan D₂ pada posisi *forward*. Sehingga

sinyal puncak positif dilewatkan melalui D2. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar *output* penyearah gelombang penuh berikut

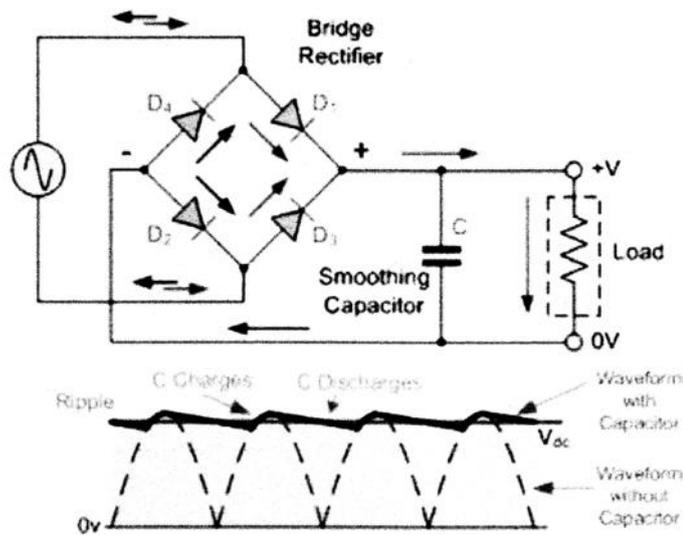


Gambar 2.38. Bentuk gelombang penyearah dengan 2 dioda

Formulasi pada penyearah gelombang penuh sebagai berikut.

$$V_{avg} = \frac{2V_m}{\pi}$$

Penyearah Dilengkapi Filter Kapasitor Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang filter kapasitor pada bagian *output* rangkaian penyearah seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.39. Penyearah dilengkapi dengan filter kapasitor

Fungsi kapasitor pada rangkaian diatas untuk menekan ripple yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang filter kapasitor maka output dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC (*Direct Current*) yang dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$V_{dc} = \frac{2V_{max}}{\pi}$$

Kemudian untuk nilai ripple tegangan yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{Ripple} = \frac{I_{load}}{FC}$$

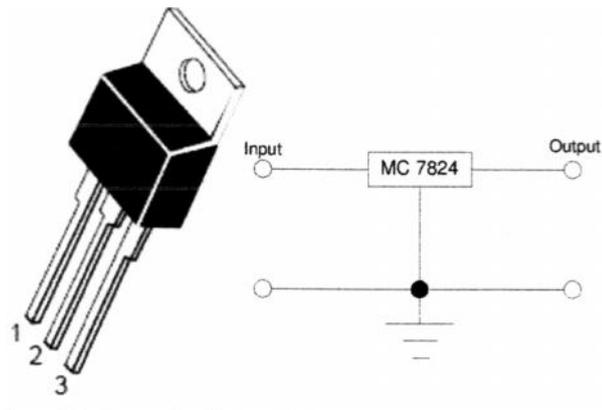
I. Regulator

1. Definisi

Regulator adalah "*Integrated Voltage Regulator Circuit* yang dirancang untuk mempertahankan tegangan *outputnya* tetap dan mudah untuk dirangkai.

Keuntungannya adalah :

- Membutuhkan penambahan komponen luar yang sangat sedikit, ukuran kecil.
- Mempunyai proteksi terhadap arus hubung singkat.
- Mempunyai *automatic thermal shutdown*.
- Mempunyai tegangan *output* yang sangat konstan.
- Mempunyai arus rendah.
- Mempunyai *ripple output* yang sangat kecil.
- Pembiayaan rendah.



Gambar 2.40. Bentuk 1C regulator dan simbol rangka

Sen LM 78XX adalah regulator dengan tiga terminal, dapat diperoleh dengan berbagai tegangan tetap. Beberapa 1C regulator mempunyai kode yang dibuat oleh pabrik pembuat komponen, sebagai contoh: 1C LM.7805 C Z, yang artinya sebagai berikut.

LM Linear Monolithic

78 Bagian nomor dasar yang menyatakan tegangan positif

05 Tegangan output

AC Standar ketetapan

Z Tipe pembungkus, ZTO92 Plastik

Sen LM 78XX dapat diperoleh dalam kemasan TO-3 aluminium, arus keluaran (output) 1A, boleh lebih asalkan 1C regulator dilengkapi dengan pendingin (headsink). Regulator LM 78XXC mudah dipakai dan tambahan komponen-komponen ekstern tidak banyak.

2. Sifat-sifat 1C regulator

Sifat-sifat 1C regulator LM 78XX adalah sebagai berikut:

- Arus keluaran melebihi 1A

- Pengamanan pembebanan lebih termik
- Tidak diperlukan komponen tambahan
- Ada pengamanan untuk transistor keluaran (output)
- Dapat diperoleh dalam kemasan TO-3 aluminium

Arus maksimum regulator 1C yang dikirim ke beban tergantung pada tiga faktor, yaitu :

- Temperatur
- Perbedaan antara tegangan input dan output atau disebut diferensial input output
- Arus beban

3. Karakteristik regulator

Tabel 3. Karakteristik Regulator Tegangan Positif 78xx[10]

Tipe	VOut (V)	I Out (A)			Vin(V)	
		78xxC	78Lxx	78Mxx	Min	Max
7805	5	1	0,1	0,5	7,5	20
7806	6	1	0,1	0,5	8,6	21
7808	8	1	0,1	0,5	10,6	23
7809	9	1	0,1	0,5	11,7	24
7810	10	1	0,1	0,5	12,7	25
7812	12	1	0,1	0,5	14,8	27
7815	15	1	0,1	0,5	18	30
7818	18	1	0,1	0,5	21	33
7824	24	1	0,1	0,5	27,3	38

Angka xx pada bagian terakhir penulisan tipe regulator 78xx merupakan besarnya tegangan output dari regulator tersebut. Kemudian huruf L, M merupakan besarnya arus maksimum yang dapat dialirkan pada terminal output regulator tegangan positif tersebut. Untuk penulisan tanpa huruf L ataupun M (78(L/M)xx) pada regulator tegangan positif 78xx maka arus maksimal yang dapat dialirkan pada terminal outputnya adalah 1 ampere. Karakteristik dan tipe-tipe kemampuan arus maksimal output dari regulator tegangan positif 78xx dapat dilihat pada tabel diatas. Kode huruf pada bagian depan penulisan tipe regulator 78xx merupakan kode produsen (AN78xx, LM78xx, MC78xx) regulator tegangan positif 78xx

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

1. Waktu

Pembuatan tugas akhir ini akan dilaksanakan selama 5 bulan, mulai dari bulan Juli 2017 sampai dengan November 2017 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

JADWAL PELAKSANAAN

No	Kegiatan	bulan ke-				
		1	2	3	4	5
1.	Literatur	■				
2.	Pengmpulan data		■			
3.	Diskusi			■		
4.	Penyusunan Laporan				■	
5.	Seminar					■

2. Tempat

Penelitian ini dilakukan di Makassar.

B. Tahapan penelitian

Literatur

Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, juga dengan melakukan studi dari buku-buku dan perpustakaan yang berkaitan dengan permasalahan serta gambar dan dokumen lainnya

- Pengumpulan data

Pengumpulan data yaitu dengan metode wawancara dan pengambilan data pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar yang berkaitan dengan penyusunan judul tugas akhir ini.

- Diskusi

Penulis melakukan diskusi dengan pihak-pihak yang memahami permasalahan ini.

- Penyusunan

Dalam pembuatan tugas akhir atau karya tulis diperlukan suatu cara untuk menyusun pormulasi untuk mendapatkan hasil dari tugas akhir ini.

C. Persiapan Perancangan

Perancangan adalah tahap terpenting dari seluruh proses pembuatan alat. Pada proses pembuatan alat yang dapat mengirimkan daya listrik tanpa kabel (*wireless power transfer*) dengan prinsip induksi resonansi magnetik, terdapat dua bagian yang utama yaitu,

- Rangkaian Pemancar, yaitu terdiri dari suatu rangkaian pembangkit tegangan arus bolak balik dengan frekuensi tinggi dan rangkaian LC sebagai penghasil frekuensi resonansi magnetik yang akan mengirimkan daya listrik ke rangkaian penerima.
- Rangkaian Penerima, terdiri dari suatu rangkaian LC dengan frekuensi resonansi yang sama dengan rangkaian pemancar, sebagai penangkap induksi

resonansi magnetik dari rangkaian pemancar untuk menerima daya listrik yang akan disalurkan menuju beban.

Sebelum kita merancang rangkaian, kita harus mempersiapkan alat dan bahan serta memahami karakteristik dari komponen apa saja yang akan kita butuhkan dalam perancangan rangkaian nantinya, sehingga dalam perancangan nanti kita tidak akan mengalami kesulitan yang berarti.

1. Alat dan Bahan

Mempersiapkan dan memahami cara kerja dari alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan sebelum kita mulai merancang adalah hal yang harus kita lakukan, sehingga pada saat merancang nanti kita sudah paham tentang apa-apa yang harus dilakukan dan apa-apa yang tidak boleh dilakukan. Berikut ini adalah daftar alat dan bahan yang diperlukan.

Tabel 3.1. Bagian *Power Supply*

Nama Alat	Keterangan	Jumlah
Transformator	3A	1 buah
Transformator	1A	1 buah
Dioda Penyearah	5A10W	1 buah
Regulator	1C 7824	1 buah
Kapasitor	4700MF50V	2 buah
Konektor	<i>Supply</i>	2 buah
<i>Switch</i>	Tunggal	1 buah

Tabel 3.2. Bagian Transmitter

Nama Komponen	Keterangan	Jumlah
Resistor	IK	2 buah
Kapasitor	6,8n 1600V	8 buah
Dioda	Silikon 1A	2 buah
MosFET	IRFZ44N	2 buah
LED	Biru	1 buah
Heatsink	Aluminium	2 buah
Induktor	L00uH	2 buah
Transformator	220/24V	1 buah
Loop antenna	Diameter 28cm	1 lingkaran

Tabel 3.3. Bagian Receiver

Nama Komponen	Keterangan	Jumlah
Resistor	270 0	1 buah
Kapasitor	6,8n 1600V	9 buah
Loop antenna	Diameter 29cm	1 lingkaran

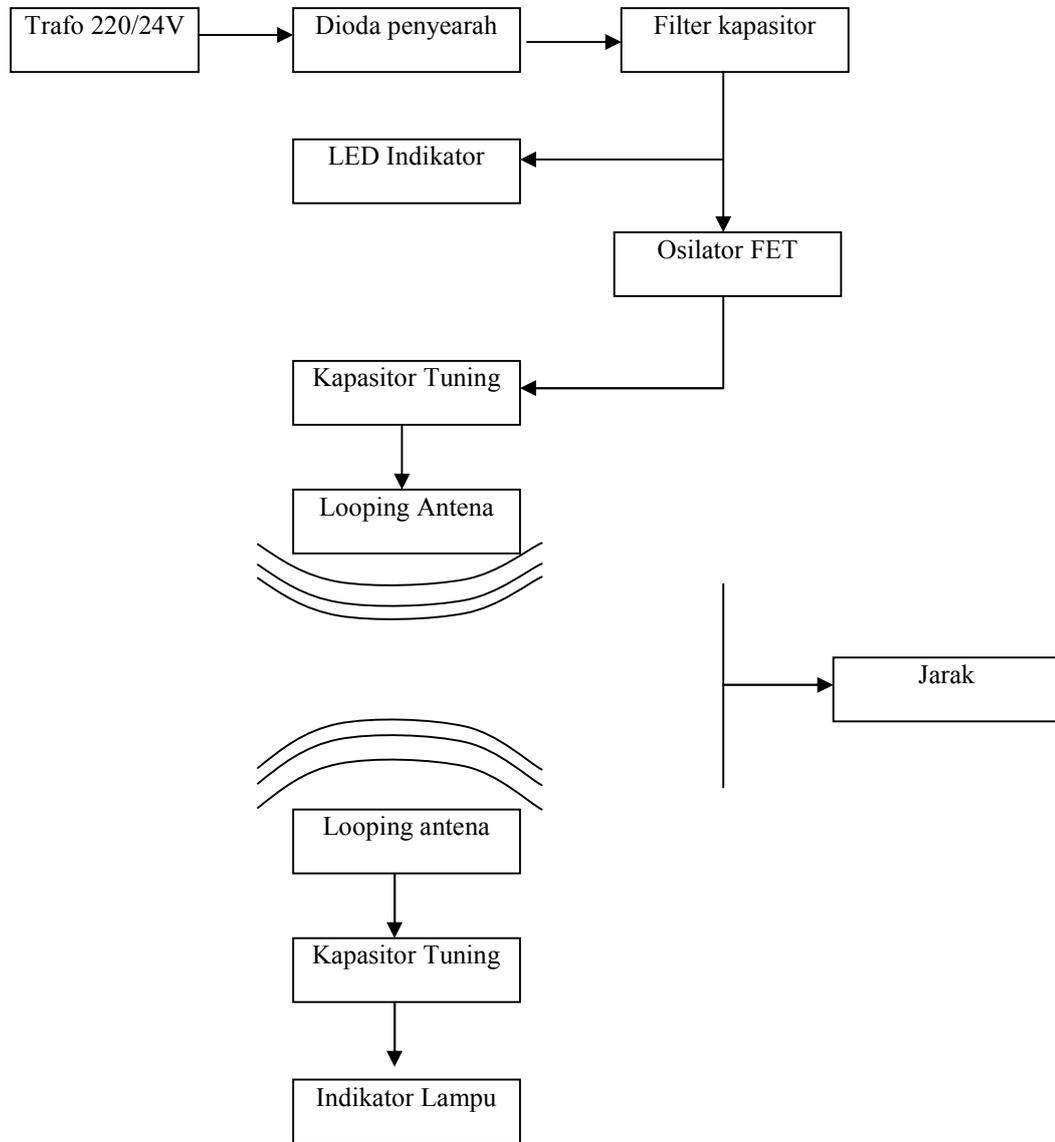
2. Pemilihan komponen

Yang tidak kalah pentingnya sebelum kita perancangan adalah pemilihan komponen, kita diharuskan mengerti dan paham dengan komponen-komponen yang akan kita gunakan nantinya, kita harus memperhatikan pemilihan komponen-komponen yang akan digunakan, seperti kualitas, spesifikasi, kegunaan dan harga.

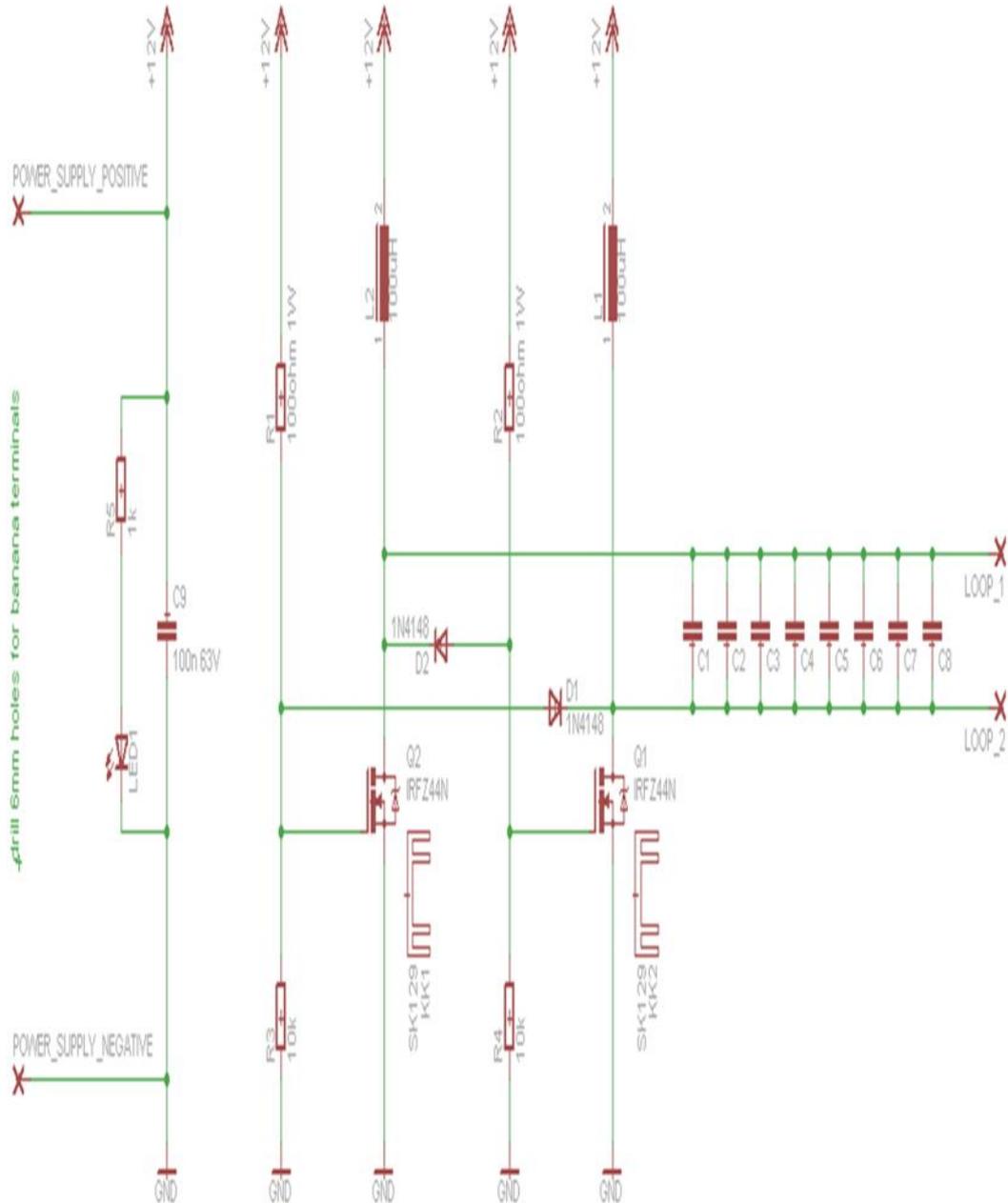
Ada beberapa tips untuk pemilihan komponen, diantaranya adalah:

- a. Belilah komponen di toko yang spesifik menjual komponen elektronika yang kamu maksudkan. Ada beberapa toko elektronika yang hanya menjual komponen-komponen tertentu saja. Misalnya: toko trafo, toko kabel, toko mikrokontroller dan led matrix, dll.. Biasanya di toko seperti ini harga yang ditawarkan lebih murah dan terjamin.
- b. Tanyalah pada penjual bagaimana kualitas komponen yang kamu beli. Karena biasanya komponen yang dijual di pasaran adalah kualitas no 5 ke bawah. Sebab komponen yang bagus kebanyakan adalah hasil import dan lain merk dan kualitas lain juga harga yang ditawarkan, walaupun itu hanya komponen sederhana seperti resistor, transistor maupun trafo.
- c. Apabila ada komponen elektronika yang tidak kita temui saat berbelanja, carilah persamaan komponen atau juga bisa melihat datasheet komponen yang bersangkutan. Kalau masih belum ada juga, gantilah komponen itu dengan komponen yang lainnya tanpa merubah susunan dan prinsip kerja alat.

3. Diagram Blok Rangkaian

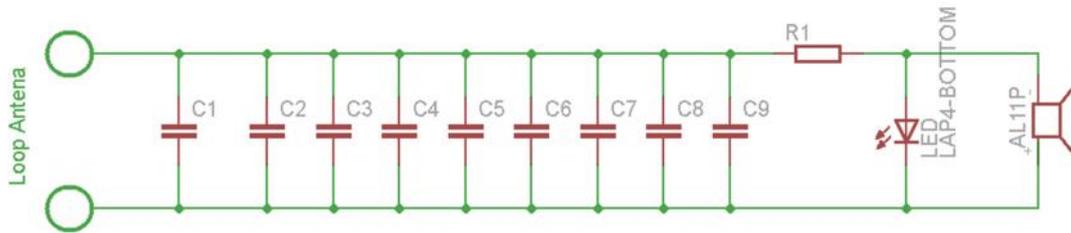


4. Single Line diagram Transmitter (pengirim)



Gambar 3.2 Single Line diagram rangkaian Transmitter

5. Single Line dua diagram Receiver (penerima)



Gambar 3.3 Single Line diagram rangkaian Receiver

D. Perancangan Rangkaian Transfer Daya listrik kecil Tanpa Kabel

1. Perancangan layout PCB

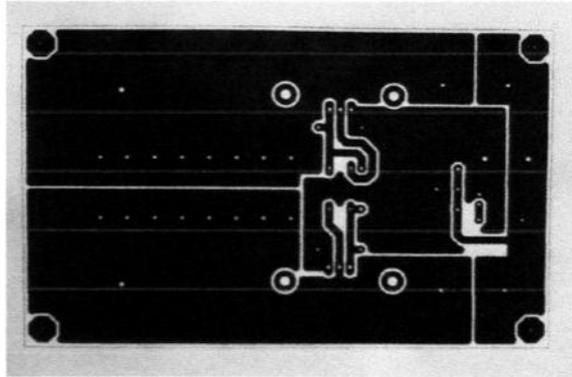
a. Pembuatan Lay Out PCB

PCB adalah tempat dimana nantinya kita akan memasang komponen-komponen untuk menjadi sebuah rangkaian sesuai dengan yang telah kita rencanakan, tetapi sebelum kita menempatkan komponen - komponennya kiat harus membuat jalurnya (layout) terlebih dahulu.

Hal yang harus di perhatikan dalam pembuatan layout adalah sebagai berikut

- 1) Memperhatikan hubungan dan fungsi antar komponen agar tidak terjadi kekeliruan.
- 2) Membuat jalur yang menghubungkan antar komponen sesederhana mungkin
- 3) Tata letak komponen sebaiknya simetris.
- 4) Usahakan tidak terlalu banyak jumper.

Setelah semua poin di atas terpenuhi maka barulah kita mencetak desain layout yang nantinya akan dipasangkan ke PCB.



Gambar 3.4 Hasil desain layout pcb dengan software eagle

b. Proses Pengolahan PCB

Hal yang pertama yang kita lakukan dalam proses ini adalah membersihkan PCB dari kotoran-kotoran yang melekat pada permukaan tembaga. pembersihan di lakukan dengan cara mengamplas permukaan tembaga hingga kotoran hilang, setelah itu cuci bersih PCB dengan menggunakan sabun lalu di keringkan.



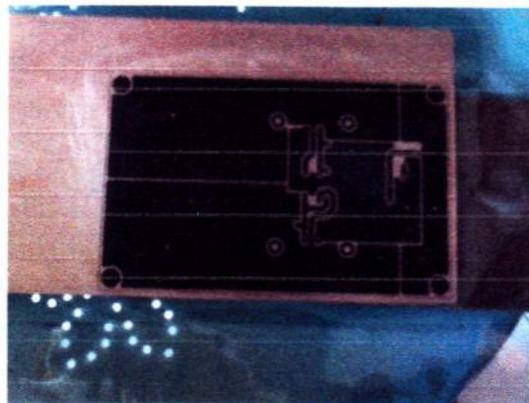
Gambar 3.5 Proses pengamplasan papan pcb

Setelah PCB kering, kita masuk ke dalam proses penempelan Layout pada papan PCB, hal ini dilakukan dengan cara menempelkan

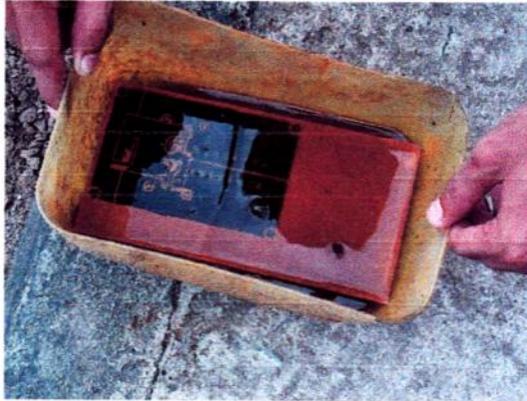
desain layout yang sudah di cetak di plastik UHV, lalu di seterika sampai gambar desain layout berpindah dari plastik UHV ke papan PCB seperti pada gambar 3.6, dan gambar 3.7. Setelah itu periksa apakah ada desain layout yang masih kurang menempel, jika tidak maka dilanjutkan ke proses berikutnya yaitu. pcb kita masukkan ke dalam larutan feritclorit untuk proses pelarutan seperti pada gambar 3.8. Proses ini akan melarutkan permukaan tembaga di sekitar jalur (layout) sehingga hanya akan tersisa jalur (layout) yang telah kita desain sebelumnya. Seperti pada gambar 3.9



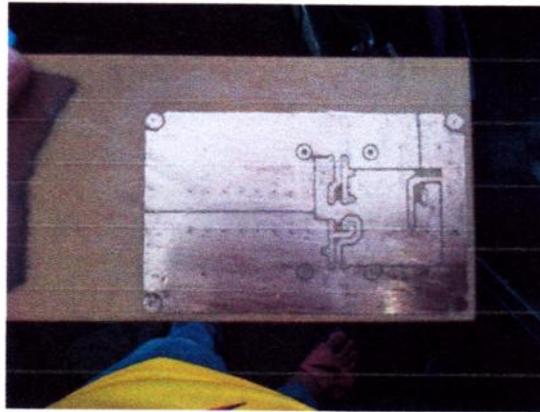
Gambar 3.6 proses penempelan layout ke papan pcb



Gambar 3.7 Papan PCB setelah penempelan layout

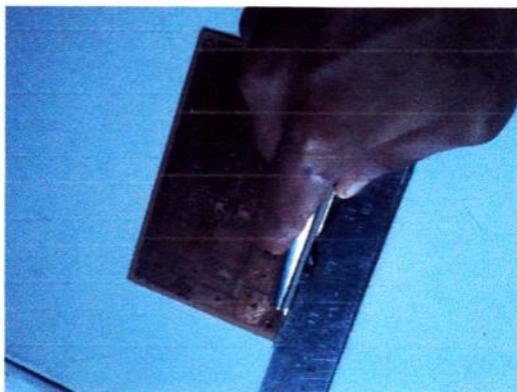


Gambar 3.8 Proses pelarutan papan PCB dengan larutan feritcloril



Gambar 3.9 Papan PCB setelah pelarutan

Proses berikutnya adalah pemotongan PCB sesuai ukuran desain layout yang sudah kita buat sebelumnya. seperti pada gambar 3.10

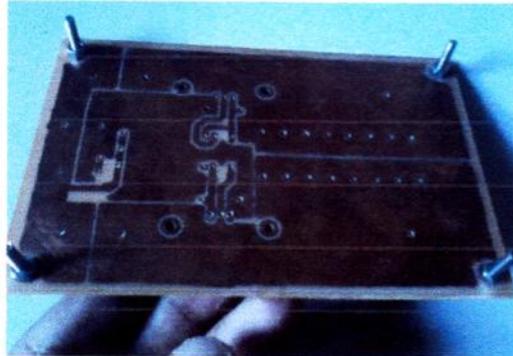


Gambar 3.10 Proses pemotongan papan PCB

Lalu dilanjutkan dengan proses pengeboran. seperti pada gambar3.11. Prosesini bertujuan untuk membuat lubang-lubang dimananantinya akan di pasang komponen-komponen penyusun rangkaian.



Gambar 3.11 proses Pengeboran papan PCB



Gambar 3.12 hasil akhir dari pengolahan PCB

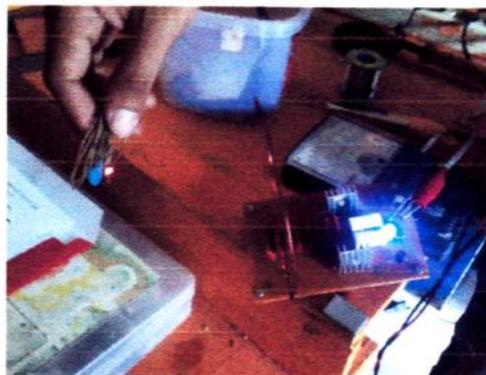
c. Perakitan komponen

Setelah proses diatas dilakukan maka langkah selanjutnya adalah melakukan perakitan komponen. Proses ini dilakukan dengan cara memasang seluruh komponen pada tempat-tempat yang telah di tentukan. Untuk menghindari kerusakan komponen yang mudah rusak akibat panas, maka sebaiknya pemasangan komponen haruslah dilakukan dengan cara

memasang komponen yang tahan panas terlebih dahulu secara berurutan. Misalnya dapat dilakukan dengan pemasangan terminal-terminal pasif seperti resistor dan kapasitor, pemasangan jumper dan yang terakhir pemasangan komponen aktif, misalnya transistor, dioda dan IC.

2. Rangkaian Pemancar (transmitter)

Dalam suatu sistem pengiriman daya listrik tanpa kabel rangkaian pemancar merupakan rangkaian yang sangat penting dalam proses timbulnya resonansi magnetik. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, bahwa rangkaian pemancar terdiri dari suatu rangkaian penghasil arus bolak balik frekuensi tinggi dan suatu rangkaian LC yang berfungsi sebagai penghasil frekuensi resonansi. Pada rangkaian pemancar, semua komponen dirancang untuk mencapai frekuensi resonansi tertentu, agar dapat mengirimkan daya listrik dengan baik. Pada gambar 3.13 berikut ini adalah gambar rangkaian pemancar (transmitter) yang sudah dirancang dan dapat berjalan dengan baik, meskipun rangkaian penerima (receiver) yang masih di buat secara sederhana.



Gambar 3.13 Rangkaian pemancar tahap awal

Pada gambar 3.13 terlihat bahwa rangkaian pemancar awal sudah dapat berfungsi dengan baik dan dapat mengirimkan daya listrik ke rangkaian

penerima yang diindikasikan dengan menyalnya led pada rangkaian penerima, akan tetapi dengan perancangan yang lebih optimal seperti perbaikan pada loop atau antena pemancar, maka daya listrik yang dapat dikirim menjadi lebih jauh dan lebih baik

Kita mengetahui bahwa rangkaian pemancar (transmitter) sudah dapat bekerja dengan baik tetapi belum optimal, dengan perbaikan lagi pada bagian-bagian tertentu maka pengiriman daya akan dapat dilakukan dengan lebih optimal, pada gambar 3.14 Terlihat bahwa setelah di lakukan perbaikan pada antena pemancar, daya yang dapat dikirimkan lebih besar sehingga membuat jarak pengiriman semakin jauh pula.



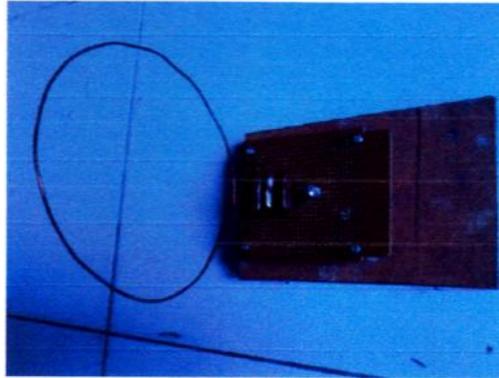
Gambar 3.14 Rangkaian pemancar yang sudah di perbaiki

Setelah mengoptimalkan rangkaian pemancar (transmitter) maka yang selanjutnya kita lakukan adalah mengoptimalkan penerimaan di rangkaian penerima (receiver) sehingga rangkaian akan saling bersinergis dalam pengiriman dan penerimaan.

3. Rangkaian Penerima (receiver)

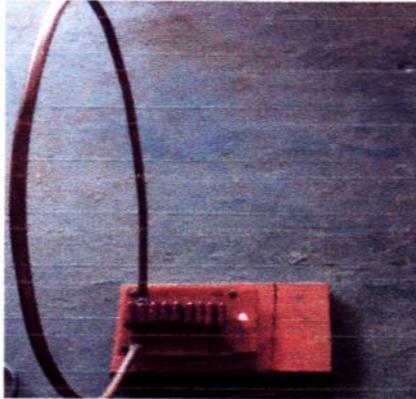
Seperti yang telah di jelaskan sebelumnya rangkaian penerima hanya terdiri dari rangkaian LC saja yang akan terhubung ke beban. Rangkaian LC pada rangkaian penerima berfungsi untuk menerima induksi resonansi magnetik yang dihasilkan oleh rangkaian pemancar. Untuk mendapatkan kinerja yang baik, maka frekuensi resonansi sendiri pada rangkaian penerima harus sama atau mendekati dengan frekuensi resonansi kopling yang ada pada rangkaian pemancar. Bentuk, ukuran, serta nilai tidak harus sama atau identik, asalkan syarat frekuensi resonansi kopling terpenuhi. Dalam suatu system pengiriman daya listrik tanpa kabel, konstruksi dan perancangan pada sisi penerima juga akan sangat mempengaruhi daya listrik yang dapat diterima baik itu dalam hal jarak maupun tegangan keluaran yang dihasilkan ke beban.

Setelah kita mengoptimalkan kinerja dari rangkaian pemancar, maka hasil yang di peroleh akan lebih baik lagi apabila kita juga mengoptimalkan kinerja dari rangkaian penerima itu sendiri, pada gambar 3.15. Terlihat bahwa di bandingkan dengan rangkaian penerima yang sederhana sebelumnya, rangkaian yang sudah dibuat ini lebih unggul dalam hal besar daya yang di terima maupun dalam hal jarak penerimaan.



Gambar 3.15 Rangkaian penerima tahap awal

Akan tetapi kita masih perlu merancang dan membentuk suatu rangkaian penerima yang lebih baik lagi seperti perbaikan pada loop, antena penerima atau dari rangkaiannya sendiri, sehingga nantinya akan didapatkan kinerja yang lebih baik lagi pada sistem tersebut. Setelah dilakukan beberapa perbaikan di beberapa bagian terlihat pada gambar 3.16 Bahwa rangkaian penerima sudah dapat menerima pengiriman daya secara optimal sehingga daya yang dapat dikirim lebih baik dari yang sebelumnya, ini di ikuti oleh bertambahnya jarak maximum daya dapat di terima oleh rangkaian penerima (receiver).



Gambar 3.16 Rangkaian penerima yang telah di perbaiki

E. Prinsip kerja Transmitter

Pada rangkaian diatas tersebut terdapat dua buah transistor FET tipe IRFZ44N. Transistor ini berfungsi sebagai switch flip-flop dengan masing-masing kaki Drain terhubung pada satu kaki heater elektroda yang membentuk induktif. Sebuah kapasitor dengan nilai 6,8 nano x 8 buah akan menyeimbangkan nilai resonansi pada transmitter.

Rangkaian transmitter ini bekerja dengan memanfaatkan metode flip-flop pada FET yakni kaki Gate sebagai pemicu aktif FET akan terhubung dengan feedback kaki Drain pada pasangan FET yang satunya lagi dan sebaliknya. Ketika dinyalakan pertama kali, maka salah satu kaki Gate akan mendapatkan pengaruh tegangan positif dari Drain transistor FET yang satunya melalui komponen induktor yang terhubung pada kaki positif sumber tegangan setelah melewati jembatan dioda. Kondisi ini mengakibatkan hubungan antara Drain dan Source FET yang mendapat pengaruh positif akan terputus sedangkan hubungan Drain Source FET yang satunya masih tetap terhubung hal ini mengakibatkan salah satu FET aktif dan satunya lagi tidak aktif.

Kondisi ini akan berganti dalam interfal beberapa waktu yang sangat cepat dengan kondisi semula aktif menjadi tidak aktif dan sebaliknya kondisi tidak aktif menjadi aktif, kondisi ini berulang secara bergantian melalui prisnsip pengisian kapasitor. Terjadinya peristiwa ini akan mengakibatkan peristiwa pembangkitan listrik bolak-balik secara terus menerus dengan nilai frekuensi yang tinggi.

F. Prinsip kerja Receiver

Pada rangkaian receiver diatas tersebut terdapat sebuah induktor yang membentuk loop antena, loop antena ini terbuat dari bahan tabung yang dilapisi oleh tembaga yang dihubungkan secara parallel dengan sejumlah kapasitor 6,8 nano. Perpaduan antara loop antena dan kapasitor 6,8 nano ini akan membentuk sebuah resonator sehingga dapat merespon pengaruh resonansi yang diberikan oleh rangkaian transmitter.

G. Prinsip kerja alat secara keseluruhan

Pada dasarnya rangkaian diberikan tegangan sumber dari PLN 220V kemudian diturunkan menggunakan transformator menjadi 24V, tegangan keluaran transformator tersebut disearahkan menggunakan dioda penyearah. Setelah melewati penyearah maka tegangan yang dihasilkan adalah tegangan DC yang akan diteruskan menuju FET yang akan mengakibatkan LED indikator menyala dimana LED tersebut sebagai indikator bahwa arus telah mengalir masuk pada rangkaian transmitter yang memicu aktifnya flip-flop pada FET.

Metode flip-flop pada FET yakni kaki Gate sebagai pemicu aktif FET akan terhubung dengan feed back kaki Drain pada pasangan FET yang satunya lagi dan

sebaliknya. Ketika dinyalakan pertama kali, maka salah satu kaki Gate akan mendapatkan pengaruh tegangan positif dari Drain transistor FET yang satunya melalui komponen induktor yang terhubung pada kaki positif sumber tegangan setelah melewati jembatan dioda. Kondisi ini mengakibatkan hubungan antara Drain dan Source FET yang mendapat pengaruh positif akan terputus sedangkan hubungan Drain Source FET yang satunya masih tetap terhubung hal ini mengakibatkan salah satu FET aktif dari satunya lagi tidak aktif.

Kondisi ini akan berganti dalam interfal beberapa waktu yang sangat cepat dengan kondisi semula aktif menjadi tidak aktif dan sebaliknya kondisi tidak aktif menjadi aktif, kondisi ini berulang secara bergantian melalui prinsip pengisian kapasitor. Terjadinya peristiwa ini akan mengakibatkan peristiwa pembangkitan listrik bolak-balik secara terns menerus dengan nilai frekuensi yang tinggi.

Proses ini terjadi akibat terbentuknya gelombang elektromagnetik Proses pengiriman gelombang berdasarkan atas azas perambatan gelombang radio dari transmitter yang dipancarkan menuju receiver sebagai penerima gelombang yang dikonversikan menjadi energi yang dapat menghidupkan indikator LED sebagai indikator bahwa proses pentransferan energi telah terlaksana. Meskipun antara pemancar dan penerima di alami dengan media penghalang selain konduktor, Pelontaran sinyal ini dilakukan melalui komponen induksi (L) yang membentuk suatu loop antena yang akan diterima oleh loop antena pada receiver atau penerima.

Rangkaian receiver diatas tersebut terdapat sebuah induktor yang membentuk loop antena, loop antena ini terbuat dari bahan tabung yang dilapisi

oleh tembaga yang dihubungkan secara paralel dengan sejumlah kapasitor 6,8 nano . Perpaduan antara loop antena dan kapasitor 6,8 nano ini akan membentuk sebuah resonator sehingga dapat merespon pengaruh resonansi yang diberikan oleh rangkaian transmitter.

Peristiwa transmisi ini akan mengakibatkan pengiriman energi listrik yang diarahkan, sebagai pengirim energi listrik telah terlaksanakan ditandai dengan lampu indikator LED yang menyala.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran

Tegangan listrik atau beda potensial listrik antara dua titik, adalah usaha yang dibutuhkan untuk membawa muatan satu coulomb dari satu titik ke titik lainnya. Sumber tegangan yang sering dipakai sehari-hari seperti stop kontak PLN (220V) adaptor (0-12V), accumulator (6V, 12V). Sebuah adaptor menurunkan tegangan AC 220V dengan transformator stepdown, kemudian tegangan AC disearahkan dengan dioda dan hasilnya listrik DC dengan tegangan yang berbeda-beda. Sebuah adaptor menyediakan tegangan DC dari 3V, 6V, 9V dan 12V. Tegangan listrik satuannya Volt, alat ukur tegangan disebut Voltmeter. Bentuk fisik dan simbol Voltmeter dan digabungkan untuk berbagai fungsi pengukuran listrik lainnya disebut Multimeter.

Pengukuran dengan Voltmeter harus diperhatikan, apakah listrik DC atau listrik AC. Pentransferan energi listrik tersebut telah terlaksanakan dengan hidupnya lampu LED sebagai indikator bahwa energi listrik telah ditransfer atau telah berhasil dilaksanakan. Pada pengujian ini dapat dilakukan serangkaian pengujian dengan cara melakukan pengukuran untuk mengetahui tegangan dan arus yang dihasilkan melalui alat ukur multimeter yang hasilnya dapat diketahui dalam bentuk tabel dibawah ini:

1. Pengukuran tegangan pada *power supply*

- Pengukuran pada tegangan AC *power supply*



Gambar 4.1 Pengukuran masukan pin atau primary transformator

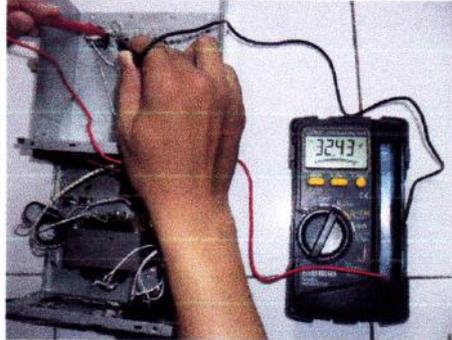


Gambar 4.2 Pengukuran keluaran atau secondary transformator

Tabel 4.1 Pengukuran tegangan transformator pada *power supply*

Sumber dari	Primery	Secondary
PLN	Transformator	Transformator
217,2 volt	217,2 volt	24,33 volt

Pengukuran keluaran pada *power supply*



Gambar 4.3 Pengukuran Tegangan Pada *Power Supply*



Gambar 4.4 Pengukuran Arus Pada *Power Supply*

Tabel 4.2 Pengukuran *Output Power Supply*

Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)
0A	32,43 volt

2. Pengukuran pada Transmitter

Tabel 4.3 Pengukuran Pada Transmitter

Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
1,6 A	13 volt	20,8 watt

3. Pengukuran pada Receiver

Tabel 4.4 Pengukuran pada Receiver

Pengukuran Ke-	Tahanan (Ohm)	Tegangan (Volt)	Jarak (cm)	Daya (mW)
1	270 Ω	4,2 volt	2cm	65,3 mW
2		0,1 volt	6cm	0,003 mW

B. Analisa

Dari hasil pengukuran pada receiver dilakukan pengukuran tegangan di resistor pada beban LED yang dihasilkan. Berdasarkan pengujian dilakukan dengan beberapa kondisi jarak yang telah diubah-ubah didapatkan hasil pengujian dengan nilai tegangan 0,1 volt pada titik terjauh yaitu 6cm dengan daya yang dihasilkan 0,03mW dan tegangan sebesar 4,2 volt pada titik 2cm dengan daya yang dihasilkan 65,3mW.

Berdasarkan hasil pengujian ini bisa diambil analisa dan kesimpulan bahwa besarnya tegangan yang diukur pada receiver berbanding terbalik dengan jarak

antara transmitter dan receiver semakin dekat jarak maka semakin besar tegangan yang dihasilkan dan sebaliknya ketika jarak antara transmitter dan receiver semakin jauh maka tegangan yang dihasilkan semakin kecil.

C. Pembahasan

Pada dasarnya rangkaian diberikan tegangan sumber dari PLN 220V kemudian diturunkan menggunakan transformator menjadi 24,33V, tegangan keluaran transformator tersebut disearahkan menggunakan dioda penyearah. Setelah melewati penyearah, maka tegangan yang dihasilkan adalah tegangan DC sebesar 32,43 tanpa beban, setelah dibebani maka tegangan berubah menjadi yang akan diteruskan menuju FET yang akan mengakibatkan LED indikator menyala dimana LED tersebut sebagai indikator bahwa arus telah mengalir masuk pada rangkaian transmitter yang memicu aktifnya flip-flop pada FET.

Metode flip-flop pada FET yakni kaki *Gate* sebagai pemacu aktif FET akan terhubung dengan *feedback* kaki Drain pada pasangan FET yang satunya lagi dan sebaliknya. Ketika dinyalakan pertama kali, maka salah satu kaki *Gate* akan mendapatkan pengaruh tegangan positif dari Drain transistor FET yang satunya melalui komponen induktor yang terhubung pada kaki positif sumber tegangan setelah melewati jembatan dioda, Kondisi ini mengakibatkan hubungan antara Drain dan Source FET yang mendapat pengaruh positif akan terputus sedangkan hubungan *Drain Source* FET yang satunya masih tetap terhubung hal ini mengakibatkan salah satu FET aktif dan satunya lagi tidak aktif.

Kondisi ini akan berganti dalam interfal beberapa waktu yang sangat cepat dengan kondisi semula aktif menjadi tidak aktif dan sebaliknya kondisi tidak aktif

menjadi aktif, kondisi ini berulang secara bergantian melalui prinsip pengisian kapasitor. Rangkaian receiver diatas tersebut terdapat sebuah induktor yang membentuk loop antena, loop antena ini terbuat dari bahan tabung yang dilapisi oleh tembaga yang dihubungkan secara parallel dengan sejumlah kapasitor 6,8 nano. Perpaduan antara loop antena dan kapasitor 6,8 nano ini akan membentuk sebuah resonator sehingga dapat merespon pengaruh resonansi yang diberikan oleh rangkaian transmitter.

Peristiwa transmisi ini akan mengakibatkan pengiriman energi listrik yang diarahkan terlaksana, sebagai pengirim energi listrik ini telah terlaksanakan ditandai dengan lampu indikator LED yang menyala dengan jarak yang berubah-ubah dan daya yang dihasilkan juga berbeda.

BABV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat di ambil dari Metode Rancangan Pengirim dan Penerima Daya Listrik Kecil Tanpa Kabel adalah sebagai berikut:

1. Sebuah Rancangan Pengirim daya Listrik kecil tanpa kabel dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip resonansi elektromagnetik.
2. Rancangan Pengirim daya Listrik kecil tanpa kabel ini dapat beroperasi dengan jarak 2,5cm - 5cm.
3. Dengan jarak yang berbeda-beda maka daya yang dihasilkan juga berbeda. Berdasarkan pengujian dilakukan dengan beberapa kondisi jarak yang telah diubah-ubah didapatkan hasil pengujian dengan nilai tegangan 0,1 volt pada titik terjauh 5cm dihasilkan daya 0,03mW dan tegangan sebesar 4,2 volt pada titik 2,5cm dihasilkan daya 65,3mW.
4. Pemberian sumber tegangan pada rangkaian yang telah dibuat tidak boleh melebihi dari 24 volt dikarenakan akan mengakibatkan kerusakan pada FET transistor yang digunakan pada rangkaian transmitternya.

B. Saran

Adapun saran yang diberikan penulis adalah sebagai berikut

1. Untuk rangkaian *power supply* sebaiknya menggunakan trafo switching untuk mendapatkan tegangan dan arus yang lebih stabil.

2. Untuk meningkatkan skala jangkauan dan pengiriman, maka kita harus memperbesar daya dari sumber pengiriman, dan menambah jumlah FET yang di gunakan dalam rangkaian.
3. Untuk meningkatkan efektivitas pengiriman, bahan yang digunakan pada penghantar loop antena sebaiknya menggunakan bahan yang terbuat seperti emas, perak, dan tembaga.
4. Jarak pengiriman juga dapat diperbesar dengan memperbesar diameter pada loop antena dan penambahan kipas dapat dilakukan sebagai pilihan apabila dioperasikan dengan waktu yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

Albert Paul Malvino. 1992. *Prinsip-prinsip Elektronika* Edisi Ketiga Jilid 1; terjemahan Prof.M.Barmawi, Ph.D. Jakarta: PENERBIT ERIANGGA

Daryanto. 2010. *Keterampilan Kejuruan Teknik Elektronika*. Bandung: Satu Nusa.

Lister. 1993. *Mesin dan Rangkaian Listrik Edisi Keenam*. Jakarta: Penerbit ERLANGGA

Mohamad Ramdhani, 2008. *Rangkaian Listrik*. Bandung: Penerbit ERIANGGA

Woollard Barry. 2006. *Elektronika Praktis; terjemahan H.Kristono*. Jakarta: Pradnya Paramita

Zuhal. 1977. *Dasar Tenaga Listrik*. Bandung: ITS Bandung.

Zuhal.1988. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Eaya*.Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

<http://witricity.com/vpages/technology.html>

http://fisikon.com/kelas3/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=136

<http://elektronika-dasar.com/omponen/regulator-tegangan-positif-78xx/>

<http://elektronika-dasar.com/teori-elektronika/karakteristik-kapasitor/>

<http://elektronika-dasar.com/teori-elektronika/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>

<http://arsyadrivadi.blogspot.com/2008/17/induksi-elektromagnetik.html>