

HASIAH

ELEKTRONIKA

UNTUK ATT IV

ISBN 978-602-71678-6-6



9 786027 467866

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR

ELEKTRONIKA

Untuk ATT IV

Ir. Hasiah, M.A.P

Diterbitkan oleh

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

2019

ELEKTRONIKA UNTUK ATT IV

Ir. Hasiah, M.A.P

Copyright @ 2019

Diterbitkan oleh :

PIP MAKASSAR (Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar)

- Kampus 1 PIP MAKASSAR : Jl. Tentara Pelajar No. 173
Makassar 90172
- Kampus 2 PIP MAKASSAR : Jl. Salodong, Kelurahan Untia,
Kec. Biringkanaya Makassar

E-mail : pipmks@pipmakasar.ac.id

Telepon : (0411) 3616975 (HUNTING) FAX ((0411) 3616974

Terbit : Agustus 2019

ISBN:

Hak cipta dilindungi oleh Undang – Undang

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi dengan bentuk dan cara apapun tanpa seizin tertulis dari penulis dan penerbit.

KATA PENGANTAR

Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar adalah pendidikan tinggi yang menyelenggarakan pendidikan vokasi dalam lingkup Bidang Pelayaran. Salah satu persyaratan dalam penyempurnaan kegiatan proses Belajar Mengajar di Kelas adalah penyiapan bahan ajar yang menjadi acuan untuk tercapainya tingkat kompetensi yang ingin dicapai.

Penulisan Bahan Ajar di PIP Makassar disesuaikan dengan Standart IMO Model Course dengan tetap menampilkan kekhususan sebagai ciri Modul Bahan Ajar yang ada di PIP Makassar.

Untuk menjamin agar Penulisan Bahan Ajar PIP Makassar ditulis dengan sistematika dan format yang seragam, dan untuk menghindari perbedaan penulisan maka dibuatkan Modul Bahan Ajar ini. Modul Bahan Ajar ini merupakan bahan ajar resmi dan baku bagi segenap peserta Didik khususnya Diklat Penjenjangan ATT IV PIP Makassar yang harus diikuti termasuk hal yang bersifat teknis seperti tata cara pengetikan, *lay out*, pengutipan, pengacuan dan penyusunan referensi.

Terima kasih, semoga memberi manfaat dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Agustus 2019
Politeknik Ilmu Pelayaran Makasar,
Penyusun

(Ir. Hasiah, M.A.P)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	li
DAFTAR ISI	iii
BAB I DASAR- DASAR ELEKTRONIKA.....	1
BAB II KOMPONEN AKTIF (SEMIKONDUKTOR).....	5
BAB III KOMPONEN PASIF.....	26
BAB IV ARUS DAN TEGANGAN LISTRIK	38
BAB V RESISTANSI, KONDUKTOR DAN ISOLATOR.....	43
BAB VI RANGKAIAN LISTRIK	44
BAB VII ARUS DAN TEGANGAN BOLAK BALIK	52
BAB VIII FUNGSI DAN CARA PENGOPERASIAN MULTITESTER	60
DAFTAR PUSTAKA	66



BAB I

DASAR-DASAR ELEKTRONIKA

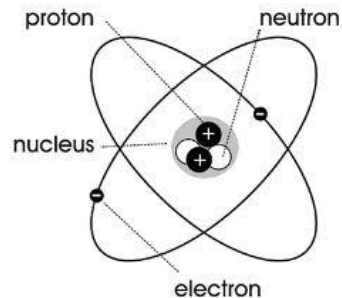
1.1 Struktur Materi dan Teori Elektron

Semua materi tersusun dari atom-atom. **Atom** adalah bangun dasar dari semua benda di alam ini. Besi mempunyai karakteristik yang berbeda dengan kayu hal ini disebabkan karena perbedaan jenis atom yang menyusun kedua benda tersebut.

Partikel terkecil dari sebuah substansi yang masih memiliki karakteristik substansi tersebut disebut **molekul**. Sebuah molekul tersusun dari dua buah atom atau lebih. Misalnya Jika sebuah molekul kapur tulis dibagi lagi ke dalam bagian yang lebih kecil maka molekul tersebut tidak dapat disebut kapur lagi.

Benda yang tersusun dari satu jenis atom disebut dengan **element**, sedangkan benda yang tersusun dari dua jenis atom atau lebih dinamakan **compound**, salah satu contoh compound adalah air dimana air tersusun dari atom hidrogen dan atom oksigen.

Untuk lebih mengerti tentang kelistrikan kita harus mengenal lebih jauh tentang atom dan memecah atom ke bagian-bagian yang lebih kecil lagi. Kita harus lebih familiar dengan 3 partikel utama dari atom yaitu **elektron, proton dan neutron**. Pada gambar 1.2 memperlihatkan sebuah struktur atom helium.

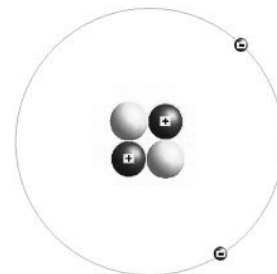


Gambar 1.2
Struktur Atom Helium

pusat atom disebut nukleus yang mengandung proton dan neutron. Elektron berputar mengelilingi nukleus dalam jalur berbentuk ellips. Elektron mempunyai ukuran hampir 2000 kali dari ukuran proton atau neutron akan tetapi massa dari elektron lebih ringan yaitu sekitar $1/2000$ dari berat proton atau neutron.

gambar 1.3 memperlihatkan bentuk penyederhanaan gambar atom helium pada gambar 1.2 sebelumnya dimana kedua elektron pada atom helium beredar pada satu lintasan atau orbit yang sama.

elektron dan proton memiliki muatan listrik dimana elektron memiliki muatan listrik negatif (-) dan proton memiliki muatan listrik positif (+), sedangkan neutron tidak mempunyai muatan listrik, keberadaan neutron ini seringkali diabaikan dalam beberapa analisis masalah. muatan-muatan listrik tersebut menghasilkan gaya medan listrik yang berperilaku seperti gaya medan magnet.

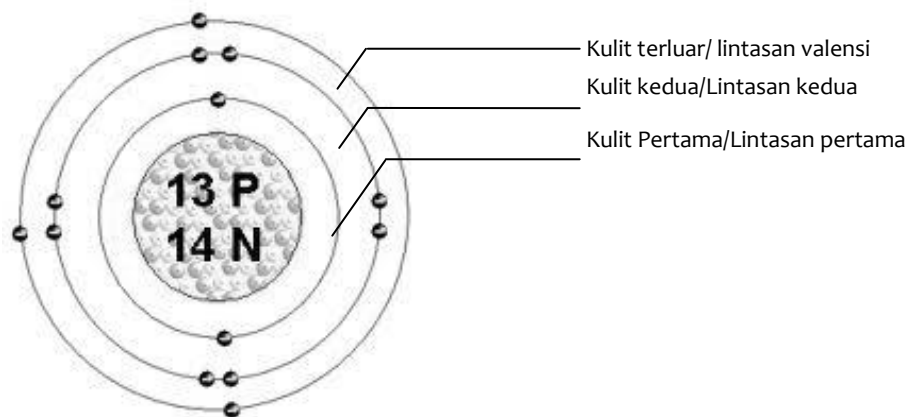


Gambar 1.3
Penyederhanaan gambar dari
Struktur Atom Helium



Muatan listrik yang sama akan saling tolak menolak sedangkan muatan listrik yang berbeda akan saling tarik menarik. Gaya tarik menarik antara muatan positif proton dan muatan negatif elektron merupakan sebab mengapa elektron tetap terjaga mengorbit mengelilingi nukleus.

Sebuah atom pada kondisi normalnya mempunyai muatan listrik nol (0), sebab jumlah proton dan elektronnya sama sehingga masing-masing muatan saling meniadakan. Seperti terlihat pada gambar 1.4 yaitu struktur atom aluminium yang mempunyai 13 elektron dan juga 13 proton.



Gambar 1.4
Struktur atom aluminium

Elektron yang berada pada kulit terluar dari sebuah atom disebut elektron valensi. Elektron valensi adalah partikel atom yang terlibat dalam proses kimia ataupun arus listrik. Gaya tarik menarik antara dua muatan yang berbeda yaitu proton pada inti dan elektron pada kulit atom menyebabkan elektron tetap beredar pada tempatnya masing-masing, akan tetapi semakin jauh elektron dari inti berarti semakin kecil gaya tarik menarik yang terjadi



antara keduanya, hal inilah yang menjadi sebab elektron valensi dapat digunakan dalam proses aliran listrik.

Proses aliran listrik terjadi karena adanya elektron-elektron bebas, elektron bebas adalah elektron valensi yang telah terpisah sementara dari inti atomnya. Hanya elektron pada kulit terluar yang dapat menjadi elektron bebas karena elektron pada kulit bagian dalam sangat erat ikatannya dengan inti atom (nukleus). Sebuah elektron valensi dapat menjadi elektron bebas karena adanya penambahan energi pada atom tersebut, misalnya penambahan energi panas.

Listrik merupakan salah satu bentuk energi, Energi listrik merupakan energi yang ramah lingkungan serta mudah untuk mengubahnya ke bentuk energi yang lain. Coba Anda bayangkan jika di rumah Anda tidak mendapatkan energi listrik? Apa yang dapat Anda lakukan?



BAB II

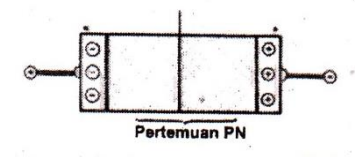
KOMPONEN AKTIF (SEMIKONDUKTOR)

Komponen-komponen yang telah kita bahas selama ini adalah jenis komponen-komponen pasif. Kalau ada komponen pasif tentunya ada komponen aktif. Sekarang akan timbul pertanyaan. Apa yang dimaksud dengan komponen aktif? Sebagai jawabannya adalah demikian. Komponen aktif adalah komponen yang apabila dialiri aliran listrik akan menghasilkan sesuatu tenaga baik berbentuk penguatan maupun mengatur aliran listrik yang melaluinya. Yang termasuk komponen aktif antara lain adalah:

- Dioda
- Transistor
- Thyristor atau SCR (Silicon Controller Rectifier)
- TRIAC
- Integrated Circuit

2.1. DIODA SEMIKONDUKTOR

Dioda adalah termasuk komponen semi-konduktor yang terdiri dari 2 buah elektroda yaitu anoda (bahan P) dan katoda (bahan N).



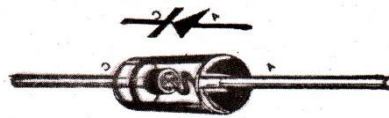


Pengertian semikonduktor adalah bahan yang dibuat dari bahan PN Junction, yaitu bahan campuran yang terdiri dari bahan positif (P Type) yang bermuatan negatif dan bahan negatif (N Type) yang bermuatan negatif.

Bahan positif (P Type) adalah bahan campuran yang terdiri dari germanium atau silikon dengan aluminium dan merupakan bahan yang kekurangan elektron dan bersifat positif

Bahan negatif (N Type) adalah bahan campuran yang terdiri dari germanium atau silikon dengan fosfor dan merupakan bahan yang kelebihan elektron dan bersifat negatif.

Apabila kedua bahan tersebut dipertemukan, maka akan terbentuklah sebuah komponen aktif yang disebut Dioda.



Dalam operasinya, dioda akan bekerja hanya bila diberikan arus bolak-balik (AC) dan berfungsi sebagai penyearah. Selain daripada itu sifat dioda hanya dapat mengalirkan arus listrik hanya dalam satu arah saja, yaitu apabila kutub anoda diberi sumber arus positif (+) dan kutub katodanya diberi sumber negatif (-) sedangkan bila kutub anoda diberi arus negatif (-) dan kutub katodanya diberi arus positif (+) maka dioda akan bersifat menyumbat/menahan arus listrik.

Perlu diketahui bahwa komponen dioda ini pada umumnya hampir selalu dipergunakan dalam rangkaian, terutama pada rangkaian Power Supply. Fungsi dioda dalam suatu rangkaian adalah:

- Penyearah tegangan listrik.



- Pengaman tegangan listrik.
- Memblokir tegangan listrik.

Dalam prakteknya kita mengenal bermacam-macam jenis dioda yang penamaannya disesuaikan dengan bahan dasar yang dipergunakan untuk membuat dioda tersebut. Berdasarkan kegunaannya dioda dapat dibagi menjadi Dioda Umum dan Dioda Khusus.

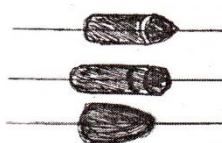
2.2. DIODA UMUM

Yang dimaksud dengan dioda umum adalah dioda yang dipergunakan dalam rangkaian-rangkaian sederhana dan biasanya berfungsi sebagai perata atau sebagai pembatas arus listrik. Dioda umum ini dalam operasinya dapat bekerja bila diberi arus bolak-balik atau arus searah. Arus listrik yang melewati dioda sebagian akan dilewatkan baik tegangan positifnya maupun tegangan negatifnya tergantung cara pemasangannya. Yang termasuk dioda umum di antaranya adalah:

- Dioda Silikon
- Dioda Selenium
- Dioda Germanium
- Dioda Kuprok
- Dioda Rectifier

2.2.1 Dioda Silikon

Dioda silikon pada umumnya banyak digunakan dalam rangkaian Catu Daya/Adaptor/Power Supply. Fungsinya adalah sebagai penyearah. Dioda silikon bentuknya kecil dan dapat dipasang langsung pada papan rangkaian (PCB) seperti terlihat pada gambar.



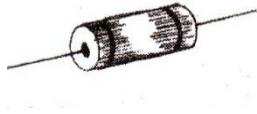


Untuk jenis dioda yang dipakai pada power supply yang berdaya besar, biasanya harus dilengkapi dengan keping pendingin yang dibuat dari bahan logam aluminium atau alloy. Keping pendingin ini fungsinya adalah untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh dioda.

2.2.2. Dioda Germanium

Seperti halnya dengan dioda selenium, dioda germanium bentuknya juga kecil dan sesuai dengan namanya Dioda ini dibuat dari bahan germanium. Bentuknya mirip dengan resistor, sehingga kadang-kala kita sering keliru. Untuk membedakan dengan komponen resistor rang perlu diperhatikan adalah tanda yang melingkar dekat salah satu ujungnya. Bagian ujung yang dekat dengan tanda yang melingkar tanda positif(+) adalah kutub katodanya.

Dioda germanium dalam operasinya banyak dipakai sebagai rangkaian detektor dalam pesawat penerima radio atau sebagai pembatas tegangan listrik (stabilizer).



2.2.3. Dioda Selenium

Disebut dioda selenium karena bahan dasarnya dibuat dari bahan selenium. Dioda jenis ini memiliki keandalan yang tinggi dan mampu dialiri tegangan listrik yang cukup tinggi. Biasanya dioda jenis ini dipergunakan sebagai perata dalam rangkaian power supply. Bentuk fisiknya seperti gambar di samping.

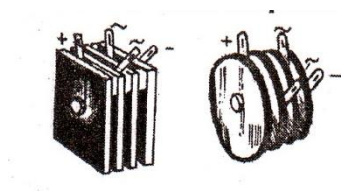




Seperti terlihat pada gambar, dioda selenium dirancang sedemikian rupa dan memiliki 4 buah kaki, 2 buah kaki merupakan bagian inputnya yang diberikan arus bolak-balik (AC) dan 2 buah kaki lainnya yang diberi tanda positif (+) dan negatif (-) adalah bagian outputnya yang menghasilkan arus searah (DC).

2.2.4. Dioda Kuprok

Hampir sama dengan dioda selenium, Dioda kuprok dirancang untuk keperluan tegangan tinggi. Bentuk fisiknya agak unik dan besar seperti pada gambar.



Seperti terlihat pada gambar di atas, dioda kuprok dilengkapi dengan keping-keping pendingin yang dibuat menjadi satu dengan dioda, fungsi dari keping pendingin tersebut adalah untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh dioda tersebut yang selanjutnya panas tersebut akan dialirkan menuju chasis. Sama halnya dengan dioda selenium, dioda kuprok memiliki 4 buah kaki yang terdiri dari 2 kaki untuk bagian input

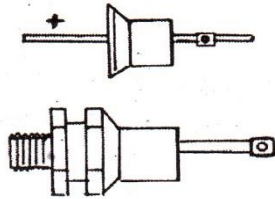
dan 2 kaki lainnya sebagai output. Fungsi kaki-kaki tersebut hampir sama dengan dioda selenium, hanya untuk menentukan mana kaki bagian positif (+) dan mana bagian negatif (-) dapat dilihat tanda-tanda yang terdapat pada bagian kakinya. Yang bertanda merah adalah kaki bagian positif dan yang bertanda hitam



adalah kaki bagian negatif sedangkan kaki-kaki lainnya adalah bagian input yang harus dihubungkan dengan arus bolak-balik (AC).

2.2.5. Dioda Rectifier

Ada satu jenis dioda lagi yang mampu dipergunakan pada arus dan tegangan yang cukup tinggi yang disebut rectifier. Bentuk dari dioda rectifier hampir mirip dengan boud dan dipasang langsung pada keping pendingin atau chasis seperti pada gambar.



Seperti terlihat pada gambar, dioda tersebut dirancang khusus agar mampu mengalirkan arus listrik yang besar. Dalam prakteknya dioda rectifier banyak dipergunakan dalam pembuatan rangkaian power supply berkemampuan tinggi. Oleh karena itu dioda rectifier dirancang dengan konstruksi sedemikian rupa, bagian anodanya terbungkus dengan logam dan bagian katodanya dibuat mirip dengan boud dan sekaligus dilengkapi mur yang dapat dipasang pada plat pendingin atau pada chasis. Banyak tersedia dioda rectifier dengan kemampuan yang bervariasi di antaranya: 1A, 2A, 5A, 10A dan seterusnya.

2.3 DIODA KHUSUS

Dalam rangkaian-rangkaian modern sekarang ini kita banyak menjumpai pemakaian komponen dioda yang dipergunakan secara khusus. Kalau dioda yang pernah kita bahas sebelumnya kebanyakan dipakai sebagai perata dan pembatas arus, maka dioda khusus ini pemakaiannya sangat luas dan bervariasi. Beberapa

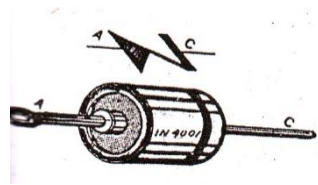


aplikasinya adalah misalnya sebagai sensor, stabilizer, penyearah terkendali dan lain sebagainya. Dalam praktek kita mengenal bermacam-macam dioda khusus di antaranya adalah:

- Dioda Zener
- Dioda LED
- Dioda DIAC
- Dioda Thyristor / SCR
- Dioda TRIAC
- Dioda Photosel (Photo Dioda)
- Dioda Kapasitansi (Varactor)

2.3.1. Dioda Zener atau Zener Dioda

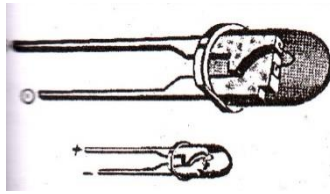
Dioda Zener ini sekilas nampaknya seperti dioda biasa, karena bentuk dan ukurannya kecil. Untuk mengenalinya biasanya dioda zener ditandai dengan nomor tipe dan batas pemakaian tegangan listrik yang dikehendaki.



Apabila nomor tipenya terhapus sebaiknya jangan sekali-kali dipasang karena nomor tipe tersebut adalah menentukan nilai tegangan yang dikeluarkan oleh dioda. Dalam operasinya dioda jenis ini dipergunakan sebagai stabilizer dalam rangkaian catu daya.

2.3.2. Dioda LED atau Dioda Memancarkan Cahaya

Dioda LED ini sangat populer sekali penggunaannya karena dapat menghasilkan cahaya yang berwarna-warni. Prinsip kerjanya hampir sama dengan dioda biasa hanya mempunyai satu keistimewaan yaitu dapat memancarkan cahaya bila dialiri arus listrik.



Intensitas cahaya yang dihasilkan sangat tergantung dari besarnya arus yang diberikan. Perlu diketahui LED adalah singkatan dari Light Emmiting Diode atau dioda yang memancarkan cahaya. Cahaya yang dihasilkan bermacam-macam ada yang merah, kuning, hijau. Dioda LED pada umumnya dipergunakan sebagai pengganti pilot lampu atau rangkaian-rangkaian lampu diskotik atau lampu-lampu reklame yang banyak kita temukan dalam rangkaian hobi. Dioda LED sebagai bahan dasarnya dibuat dari bahan silikon atau germanium.

2.3.3. Dioda DIAC

DIAC adalah singkatan dari Dioda Alternating Current dan termasuk ke dalam jenis dioda khusus.



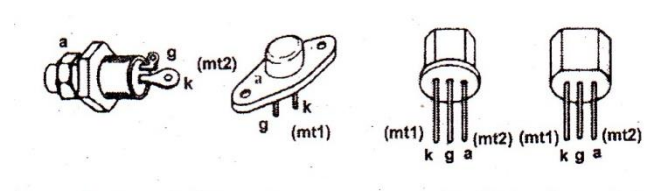
Dalam operasinya fungsi dioda ini adalah sebagai pemicu atau mengendalikan tegangan yang diperuntukkan mensupply komponen SCR (Silicon Control Dioda) atau sebagai pengatur daya. Tegangan yang dikendalikan adalah tegangan arus bolak-balik (AC).

2.3.4. Dioda Thyristor atau SCR

Jenis dioda khusus lainnya adalah yang disebut dioda thyristor atau SCR (Silicon Controlled Rectifier) yang berfungsi sebagai penyearah terkendali silikon.



SCR berfungsi sebagai penyearah yang tegangannya dikontrol oleh tegangan pemacu yang diberikan pada terminal SCR. Tegangan yang diberikan harus sesuai dengan parameter tegangan yang telah ditentukan untuk kebutuhan SCR.

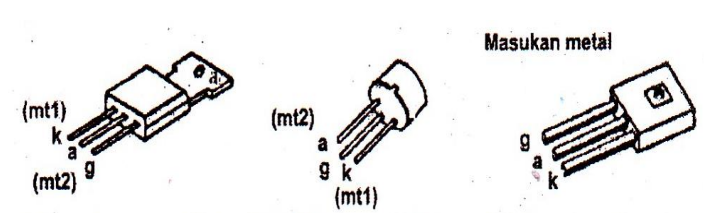


Dalam rangkaian, SCR pada umumnya dipakai sebagai sistem saklar catu jala-jala AC dengan tujuan agar dapat membatasi arus dan tegangan yang dipakai suatu beban.

Karena fungsi SCR ini mirip dengan saklar, maka adakalanya sistem ini mengganggu frekuensi dari semua pesawat penerima baik radio maupun televisi, sehingga dalam penggunaannya harus dilengkapi dengan rangkaian filter.

2.3.5. Dioda TRIAC

TRIAC sebenarnya merupakan pengembangan dari thyristor, fungsinya hampir sama dengan dioda thyristor, hanya mempunyai kelebihan yaitu tidak mengakibatkan gangguan frekuensi terhadap pesawat penerima.



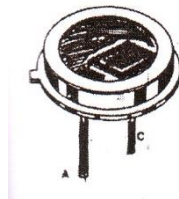


Komponen TRIAC dalam pemakaian biasanya menghasilkan panas yang berlebihan sehingga diperlukan keping pendingin yang terbuat dari logam yang fungsinya adalah untuk meredam panas

Perlu diketahui istilah TRIAC sendiri adalah singkatan dari Trioda Alternating Current yang memiliki prinsip hanya menyambungkan sistem dalam dua arah yaitu arah positif dan negatif, dari separuh siklus gelombang arus bolak-balik, sehingga dapat diperoleh tegangan dan arus pengeluaran yang halus. Dengan menggunakan TRIAC gangguan-gangguan frekuensi seperti pada DIAC dapat diabaikan.

2.3.6. Dioda Photocell (Photo Dioda)

Salah satu dioda khusus lainnya adalah dioda photosel atau dalam operasinya dikenal secara populer dengan nama photo dioda. Prinsip kerjanya adalah berdasarkan intensitas cahaya yaitu nilai tahanannya akan berubah apabila kena cahaya dan besarnya perubahan kapasitas sangat bergantung dari intensitas cahaya yang mengenai permukaan photosel tersebut. Dalam keadaan gelap dioda photosel fungsinya hampir sama dengan jenis dioda lainnya yaitu memblokir arus listrik, namun demikian bila cahaya semakin banyak, maka arus listrik pun akan mengalir.



Umumnya dioda photosel dipergunakan dalam rangkaian-rangkaian modern seperti sekarang ini dan biasanya dipergunakan sebagai sensor seperti rangkaian alarm atau lampu taman. Dengan demikian prinsip kerjanya hampir

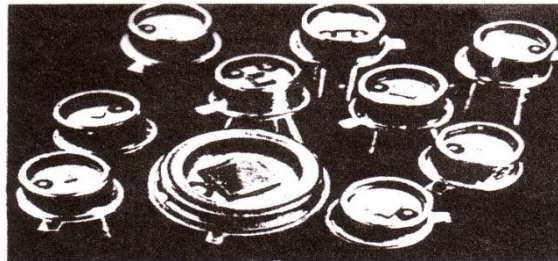


sama dengan CDR hanya kelebihan photosel memiliki kepekaan yang tinggi terhadap cahaya.

2.3.7. Dioda Kapasitansi atau Dioda Varactor

Pada dasarnya dioda varactor termasuk dioda khusus yang banyak digunakan dalam aplikasi frekuensi tinggi seperti radio atau pesawat televisi dan pengendalian motor listrik.

Prinsip dari dioda varactor adalah jenis dioda yang dilengkapi dengan komponen kapasitor, sehingga kapasitor tersebut akan dimuati arus apabila ada arus yang mengalir melalui dioda tersebut.



2.4. DIODA SEMIKONDUKTOR

2.4.1. Bahan Semikonduktor Type -P

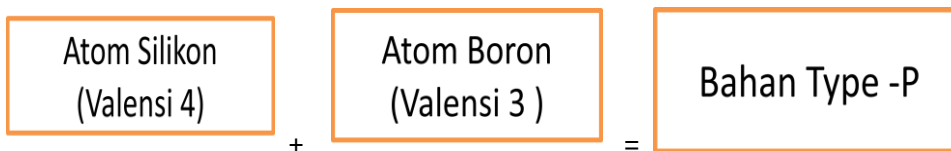
Bahan Semikonduktor Type -P (positif) dapat diperoleh dengan mencampurkan atom Silikon atau Germanium yang bervalensi 4 dengan atom lain yang bervalensi 3 misalnya atom yang bervalensi 3 adalah Boron dan Indium.

Dari istilah teknik mencampurkan atom bervalensi 3 (boron, indium) ini disebut mengotori (Impurity), karena Silikon atau Germanium mempunyai valensi 4, maka bahan atom indium yang bervalensi 3 akan menerima 4 elektron dari Si,



sehingga kekurangan 1 elektron dan terdapat hole sebagai pembawa muatan mayoritas, sebagai panduan bersama, terbentuk bahan baru yang disebut bahan type -P.

Yang menunjukkan bahwa muatan yang terbanyak adalah hole, yang bermuatan positif (+).



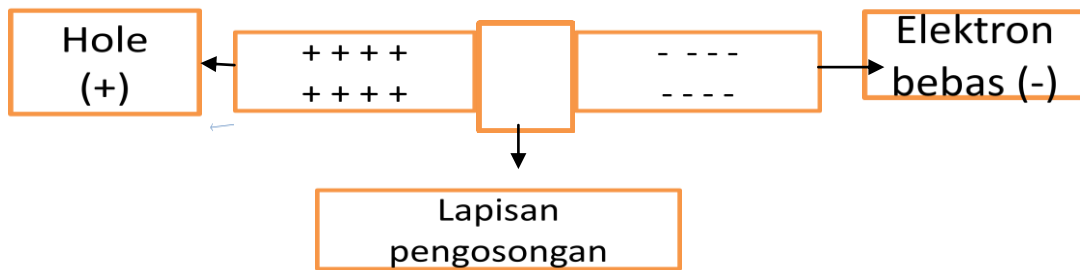
2.4.2. Bahan Semikonduktor type N (negatif)

Bahan Semikonduktor type N (negatif) dapat diperoleh dengan mencampurkan bahan atom Silikon atau Germanium yang bervalensi 4 dengan atom lain yang bervalensi 5, misalnya atom yang bervalensi 5 adalah Arsen, Antimon dan Fosfor, karena Si atau Ge mempunyai valensi 4, maka bahan atom Boron yang bervalensi 5 akan menerima 4 Elektron dari Si sehingga kelebihan elektron.

Sehingga panduan bersama, terbentuk bahan baru yang disebut bahan type - N yang menunjukkan bahwa muatan yang terbanyak adalah elektron bebas yang bermuatan negatif (-)

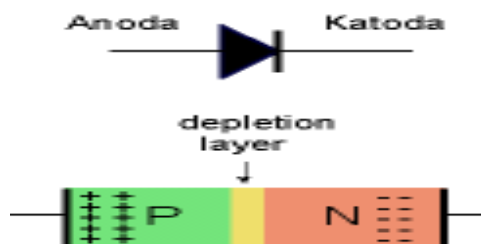


P-N Junction Semikonduktor



Bila antara type P dan type N dilekatkan satu sama lainnya maka akan terjadi suatu gabungan baru yang disebut lapisan PN atau PN junction, sebelum junction dilakukan muatan mayoritas pada P adalah hole yang bermuatan (+) dan pada bahan type N adalah elektron bebas yang bermuatan negatif (-). Setelah penggabungan (junction) maka terjadilah suatu difusi (pergerakan ion) antara P dan N. Akibat difusi ini pada daerah junction P dan N terdapat suatu lapisan pengosongan (deflection region) dan pada daerah tersebut banyak terdapat ion-ion yang mengambang yang bersatu membentuk rekombinasi.

Pada daerah itu juga terdapat potensial penghalang (potensial barrier) seperti pada penjelasan di atas, diode yang dibuat dari bahan semikonduktor type P dan semikonduktor type N yang digabungkan (junction) menjadi satu, susunan dari dua jenis bahan semikonduktor tersebut seperti diilustrasikan seperti gambar dibawah ini :

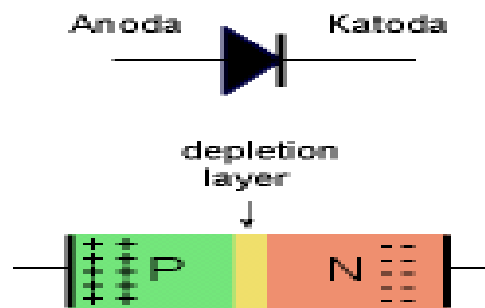


Gambar 1: Simbol dan struktur dioda



Bahan Semikonduktor type P Yang Memiliki banyak hole sebagai pembawa muatan positif disebut Anoda, bahan semikonduktor type N yang memiliki banyak elektron bebas sebagai pembawa muatan negatif disebut Katoda. Pada gambar ilustrasi konstruksi dioda diatas dapat dijelaskan sebagai berikut : Pada daerah persambungan (junction) dari kedua jenis bahan tersebut akan terjadi pergerakan elektron (difusi Elektron) dimana elektron bebas dari bahan type N bergerak menyeberang ke wilayah bahan type P dan bergabung dengan hole dari bahan type P tersebut, dari hasil difusi tadi, pada daerah persambungan akan terbentuk daerah netral yang disebut Deflection Layer.

Juga akan terbentuk ion-ion yaitu ion positif terbentuk pada daerah persambungan bahan type N dan ion bermuatan negatif terbentuk pada daerah persambungan type P. Ion-ion yang terbentuk tadi akan menghasilkan beda potensial yang disebut dengan potensial Barrier



Gambar 2 : Simbol dan struktur dioda

Pada gambar ilustrasi konstruksi dioda diatas seperti dijelaskan sebagai berikut :

Besarnya potensial Barrier berbeda untuk setiap jenis bahan dasar dioda, Untuk dioda yang dibuat dari bahan silikon memiliki potensial Barrier (tegangan penghalang) $> 0,7$ V, artinya bila arus forward dari dioda tersebut akan mulai naik bila tegangan forward yang diberikan sudah $0,7$ V DC. Untuk dioda yang dibuat



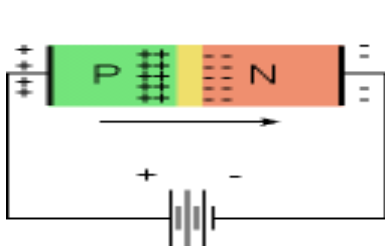
dari bahan germanium memiliki potensial Barrier (tegangan penghalang . 0,3 V artinya bila arus forward dari dioda tersebut akan mulai naik bila tegangan forward yang diberikan sudah $> 0,3$ V DC.

2.5. BIAS TEGANGAN PADA DIODA

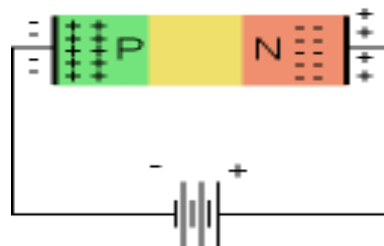
Untuk dapat memahami cara kerja dioda kita hubungkan dioda dengan sumber tegangan DC seperti ditunjukkan pada gambar di bawah :

Pada gambar (a) disebut : bias Forward yaitu ketika Anoda diberi tegangan bias lebih positif daripada Katoda maka akan terjadi aliran arus listrik dari terminal positif (+) sumber tegangan kemudian menuju dioda selanjutnya arus mengalir ke terminal negatif (-) pada keadaan ini Dioda akan bekerja seperti ditunjukkan oleh gambar :

Pada gambar (b) disebut bias reverse yaitu ketika dioda (katoda) diberi tegangan bias lebih positif dari pada Anoda, maka aliran arus listrik terhalang oleh Katoda atau tidak akan terjadi aliran arus listrik pada Dioda sehingga dioda tidak bekerja, seperti pada gambar.



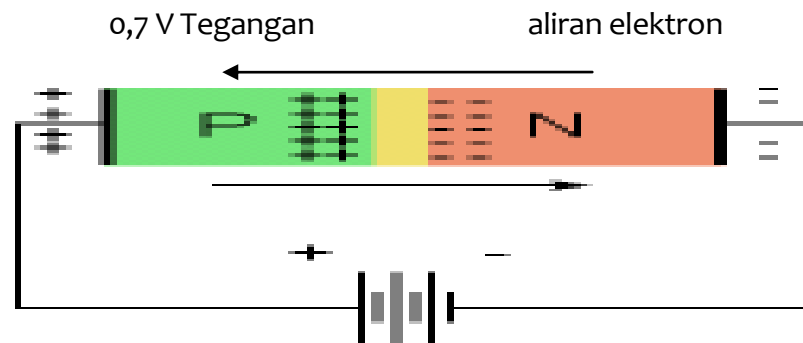
Gambar 3 : dioda dengan bias maju



Gambar 4 : dioda dengan bias negatif

Karakteristik Dioda

Karakteristik dioda dapat digambarkan bagaimana sifat dan prinsip kerja dari dioda



Forward Bias

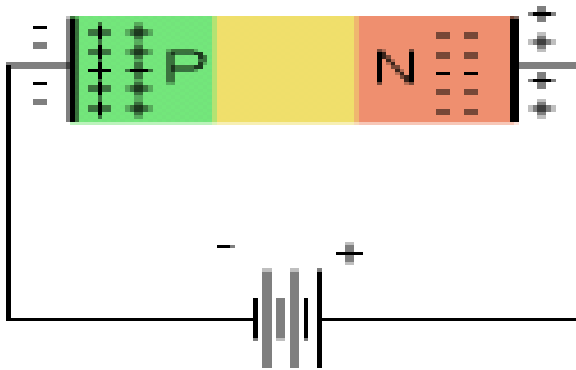
Bila sebuah dioda diberi forward bias (Anoda dihubungkan dengan tegangan positif dan katoda dengan tegangan negatif) apabila tegangan sumber dinaikkan dan sudah mencapai potensial Barrier ($0,7V$) Untuk jenis Dioda yang terbuat dari Silikon dan untuk Dioda yang terbuat dari Germanium Potensial Barriernya ($0,3V$). Maka Deflection Layer (warna kuning) akan mulai menyempit dan menghilang sehingga elektron bebas dari daerah N akan menembus junction dan berkombinasi dengan hole di daerah P membentuk elektron valensi, dan bergerak ke sebelah kiri menuju terminal positif battery.

Pergerakan elektron ini terjadi secara kontinyu, pada saat bersamaan terjadi aliran arus dari terminal (+) battery menuju P menembus persambungan dan terus bergerak menuju daerah N dan selanjutnya ke terminal-terminal battery. Dengan demikian pada kondisi forward bias terjadilah aliran arus kontinyu melalui dioda tersebut.

Karakteristik Dioda



100 V
Tegangan

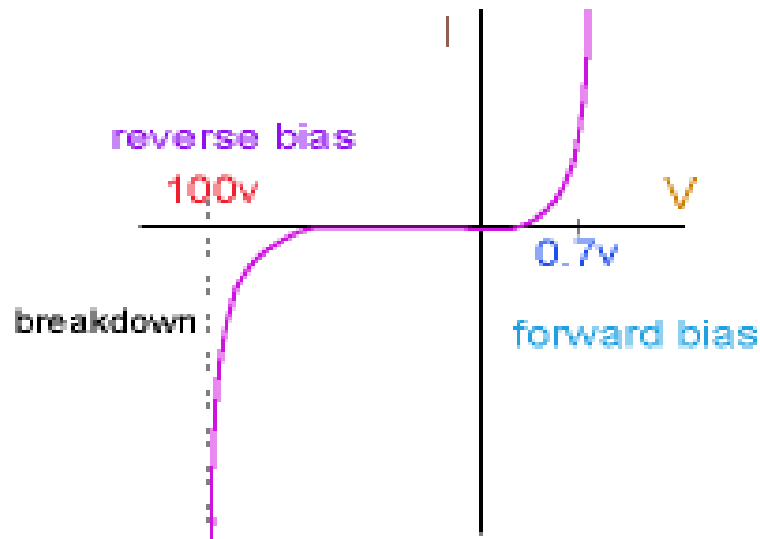


Reverse Bias

Bila sebuah dioda diberi bias reverse (Anoda dihubungkan dengan tegangan negatif dan katoda dengan tegangan positif, pada saat ini elektron pada lapisan N akan ditarik menuju sumber tegangan positif menjauhi persambungan sedangkan hole seolah bergerak ke arah sumber negatif sehingga lapisan pengosongan pada persambungan semakin lebar pada saat reverse bias ini aliran arus tidak dapat terjadi.

Apabila sumber tegangan dinaikkan terus maka pada batas tegangan tertentu mis: mencapai 100 V maka secara tiba-tiba terjadi aliran arus yang cukup besar. Dioda menembus lapisan pengosongan. Kondisi ini disebut dengan breakdown pada dioda penyearah ini tidak diharapkan karena bisa merusak dioda itu sendiri.

Dari penjelasan slide sebelumnya maka dapat digambarkan ilustrasi dari ke 2 kondisi bias forward dan bias reverse dalam bentuk kurva karakteristik seperti gambar dibawah :



Pada gambar karakteristik forward bias, sebelum tegangan mencapai 0,7 V arus masih relatif sangat kecil mendekati 0, setelah tegangan diatas 0,7 V maka arus akan mulai mengalir. Pada reverse bias, kenaikan tegangan belum bisa menaikkan aliran arus (Arus mendekati nol) sampai mencapai tegangan breakdown (misalnya 100 V). Pada saat mencapai tegangan breakdown, maka arus secara tiba-tiba akan mengalir dengan sangat besar, pada kondisi breakdown ini tidak diperkenankan karena akan merusak dioda itu sendiri. Prinsip kerja dioda ini sama seperti dioda lainnya yaitu melalui sirkuit dari rangkaian elektronika, yang terdiri dari jenis p dan n. Pada kedua jenis ini sering dihasilkan 2 tegangan, yaitu:

1. *biased forward*, arus dihasilkan searah dengan nilai 0,707 utk pembagian v puncak, bentuk gelombang di atas (+).
2. *backforward biased*, ini merupakan tegangan berbalik yang dapat merusak suatu komponen elektronika.

2.6. RANGKAIAN-RANGKAIAN DIODA

Sebagian besar rangkaian elektronik membutuhkan tegangan dc untuk dapat bekerja dengan baik. Karena tegangan jala-jala adalah tegangan ac ,maka yang



harus dilakukan terlebih dahulu dalam setiap peralatan elektronika adalah mengubah tegangan ac ketegangan dc

2.6.1. Analisa Gelombang sinus

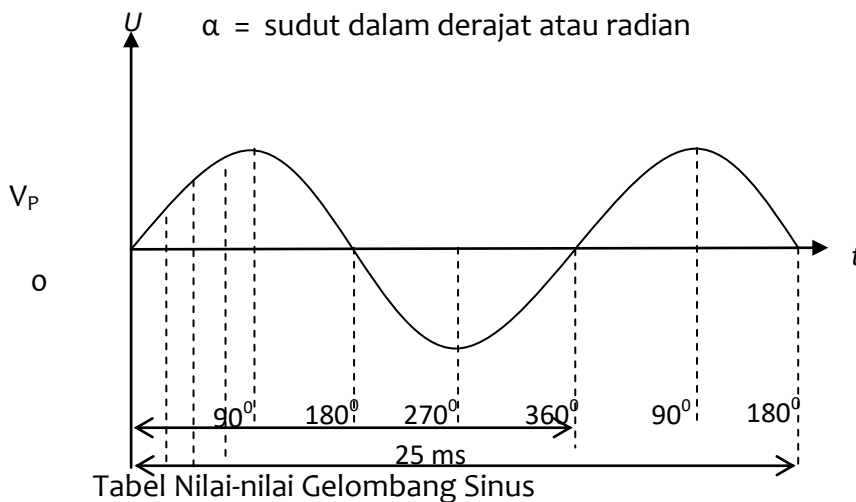
Gelombang sinus adalah signal listrik yang paling dasar .Signal ini sering digunakan misalnya untuk menguji rangkaian-rangkaian elektronika. Lagi pula sinyal-sinyal yang rumit dapat diungkapkan sebagai hasil superposisi dari beberapa gelombang sinus. Pada bagian ini akan ditinjau besaran-besaran berbentuk gelombang sinus yang dibutuhkan dalam pembahasan –pembahasan mengenai rangkaian-rangkaian dioda.

2.6.1.1. Nilai Puncak.

Perhatikan gelombang sinus yang ditunjukkan dalam gambar 8-1-1 . Gambar ini adalah grafik $V = V_P \sin \alpha$

Dimana v = tegangan sesaat V_P = tegangan puncak

α = sudut dalam derajat atau radian



Tabel Nilai-nilai Gelombang Sinus

Gambar. 8.1.1
Gelombang Sinus



A	V
0°	0
30°	0.5 V _P
45°	0.707 V _P
60°	0.866 V _P
90°	V _P

2.6.1.2. Nilai Puncak Ke Puncak

Nilai puncak – kepuncak suatu sinyal adalah perbedaan aljabar antara maximum dan minimumnya :

$$V_{PP} = V_{maks} - V_{min}$$

Untuk gelombang sinus pada gambar 8.1.1., nilai puncak kepuncaknya adalah :

$$V_{PP} = V_P - (-V_P) = 2 V_P$$

Dengan kata lain nilai puncak-ke puncak gelombang sinus adalah dua kali nilai puncaknya . Bila nilai puncak suatu gelombang sinus 18 V, maka nilai puncak kepuncaknya adalah 36 Volt

2.6.1.3. Nilai Akar Rata-Rata Kuadrat (RMS)

Jika suatu tegangan sinusoidal (sama dengan gelombang sinus) dilakukan pada sebuah tahanan, ia menghasilkan arus sinusoidal yang sephasa melalui tahanan. Perkalian tegangan sesaat dan arus sesaat menghasilkan daya siklus sesaat yang bila dirata-ratakan dalam suatu siklus menghasilkan pembuangan



daya rata-rata. Dengan kata lain tahanan itu mengeluarkan sejumlah panas yang tetap, seakan-akan ada tegangan dc yang dilakukan padanya.

Nilai *rms* (Root Mean Square = Akar rata-rata kuadrat) suatu gelombang sinus yang disebut juga nilai efektif atau nilai panas, ditetapkan sebagai tegangan dc yang menghasilkan sejumlah panas yang sama dengan yang dihasilkan tegangan gelombang sinus. Pada suatu pelajaran dasar ditunjukkan bahwa :

$$V_{rms} = 0.707 V_P \quad \dots\dots\dots (8-3)$$

2.6.1.4. Tegangan Jala-jala

Sistem tegangan jala-jala di Indonesia adalah 220 V_{rms} pada frekuensi 50 Hz. Dengan persamaan (8-3) kita dapat menghitung nilai puncaknya sebagai berikut :

$$220 V = 0.707 V_P$$

$$V_P = 220 V / 0.707 = 311 V$$

(Pada buku ini semua bilangan dibulatkan menjadi 3 angka kecuali bila ada catatan lain. Nilai puncak 311 V, yang menyatakan nilai puncak ke puncak 622 V, merupakan tegangan yang benar-benar berbahaya. Jika anda secara tidak sengaja menyentuh kedua sisi jaringan jala-jala, anda tidak akan pernah melupakannya, bila anda masih tetap hidup



BAB III

KOMPONEN PASIF

Yang dimaksud dengan Komponen Pasif adalah komponen-komponen elektronika yang apabila dialiri aliran listrik tidak menghasilkan tenaga seperti: perubahan tegangan, pembalikan fasa, penguatan dan lain-lain. Beberapa komponen yang termasuk dalam komponen pasif di antaranya adalah:

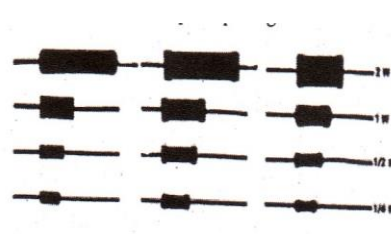
- Resistor atau Tahanan.
- Kapasitor atau Kondensator.
- Trafo atau Transformator.
- Komponen lainnya yang akan dijelaskan lebih lanjut.

3.1. Resistor atau Tahanan

Perlu diketahui bahwa hampir semua rangkaian elektronika pada umumnya menggunakan komponen resistor ini. Dalam prakteknya resistor disebut juga tahanan atau hambatan listrik, ada juga yang menyebut resistance atau werstand (Belanda). Resistor disingkat dengan notasi huruf R.

Fungsi dari tahanan adalah sebagai penghambat arus listrik, memperkecil arus listrik dan membagi arus listrik dalam suatu rangkaian.

Bentuk dari Resistor adalah seperti pada gambar di bawah ini:



Satuan yang dipakai untuk menentukan besar kecilnya nilai Resistor adalah OHM atau disingkat dengan huruf Yunani OMEGA (Ω). Nama Ohm diberikan atas penghargaan kepada yang menemukannya yaitu seorang bangsa Jerman yang bernama GEORGE SIMON OHM (1787-1854).

Nilai satuan terbesar yang dipergunakan untuk menentukan besarnya nilai Resistor adalah:

1 Mega Ohm ($M\Omega$) = 1.000.000 Ohm.

1 Kilo Ohm ($K\Omega$) = 1.000 Ohm.

Dalam bidang elektronika, Resistor dapat dibagi menjadi:

- Resistor Tetap.
- Resistor Tidak Tetap atau Resistor yang dapat berubah nilai

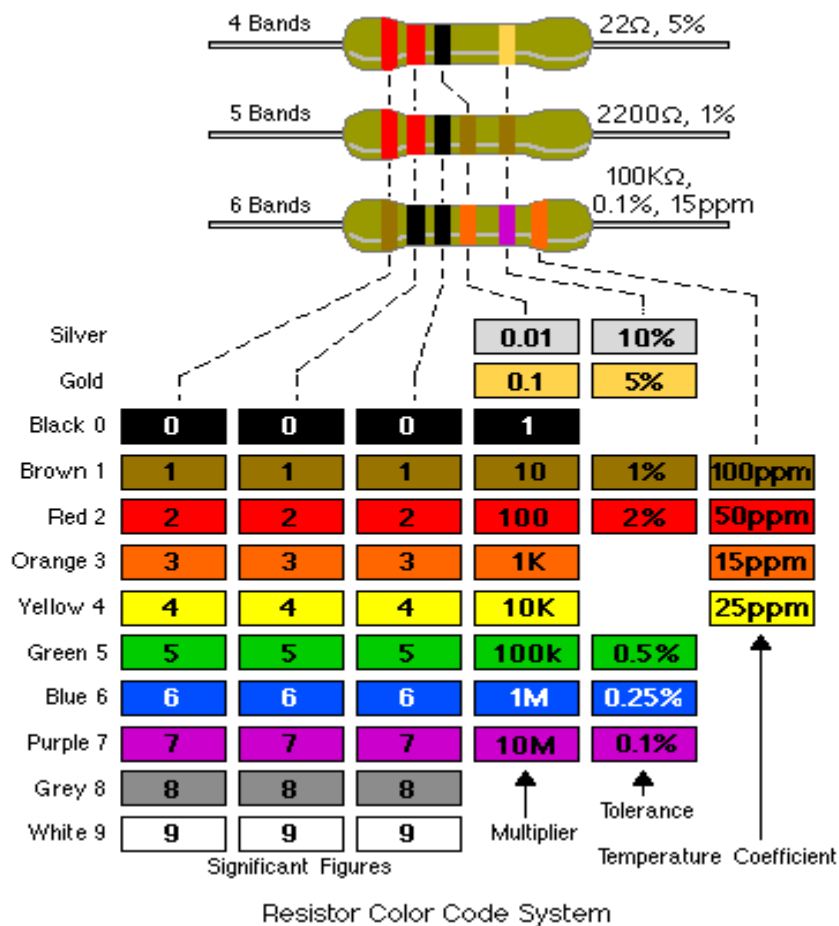
3.2. Resistor Tetap

- Resistor Tetap adalah Resistor yang nilai besarnya sudah ditetapkan oleh pabrik pembuatnya dan tidak dapat diubah-ubah.



Pada umumnya bentuk fisik dari Resistor jenis ini bentuknya kecil, ada yang berbentuk bulat panjang, segi empat dan lain-lain

- Resistor memiliki nilai Resistansi, sebagian nilainya ada yang dicantumkan langsung pada badannya dan sebagian lagi karena bentuk fisiknya kecil, maka pencantumannya dituliskan dalam bentuk kode warna yang melingkari badan Resistor seperti pada gambar berikut ini:





Seperti terlihat pada gambar di atas, penandaan yang dicantumkan pada badan resistor menyerupai gelang dan terdiri dari 4 buah gelang yang pembacaannya dimulai dari sebelah kiri yaitu gelang pertama dengan urutan sebagai berikut :

- Gelang ke-1 : menunjukkan angka pertama
- Gelang ke-2 : menunjukkan angka kedua
- Gelang ke-3 : menunjukkan faktor perkalian yang dinyatakan dengan banyaknya angka (0) setelah angka yang ke 2
- Gelang ke-4 : menunjukkan Toleransi (batas yang diperkenankan) yang dinyatakan dalam persen (%).
- Toleransi dinyatakan dengan kode warna sebagai berikut :
 - Perak – 10% Emas – 5% Merah – 2%
 - Coklat – 1% Tanpa gelang – 20%

3.3.KAPASITOR ATAU KONDENSATOR

- Kapasitor adalah komponen elektronika yang mampu menyimpan arus dan tegangan listrik untuk sementara waktu. Seperti juga halnya Resistor, Kapasitor adalah termasuk salah satu komponen pasif yang banyak digunakan dalam membuat rangkaian elektronika seperti gambar di bawah ini:



- Dalam bidang elektronika komponen Kapasitor adakalanya disebut Kondensator. Kapasitor sendiri berasal dari kata capacitance atau kapasitas yang artinya adalah kemampuan untuk menyimpan arus listrik (Dalam istilah elektronika diistilahkan sebagai “Muatan Listrik”). Jadi kapasitor adalah suatu komponen yang dapat diisi dengan muatan listrik kemudian disimpan untuk sementara waktu dan selanjutnya muatan tersebut di-kosongkan/dibuang melalui suatu sistem atau dihubungkan ke bumi.
- Bentuk fisik dan simbol dalam rangkaian elektronika dari komponen Kapasitor adalah seperti gambar di sebelah.

Dalam prakteknya kita mengenal berbagai macam jenis Kapasitor baik dalam bentuk maupun ukuran termasuk jenis Kapasitor yang dapat dirubah nilai kapasitasnya (Kapasitor Variable).

Seperti juga halnya dengan Resistor, komponen Kapasitor juga memiliki nilai satuan yang dinyatakan dengan satuan FARAD. Nama Farad diberikan sebagai penghargaan kepada penciptanya yang bernama Michail Faraday.

Satuan Farad adalah satuan yang sangat besar dan jarang dipergunakan dalam percobaan. Dalam praktek biasanya dipergunakan satuan Farad dalam bentuk pecahan seperti berikut ini:



- 1 Farad (F) = 1.000.000 μ F (mikroFarad)
- 1 mikroFarad (μ F) = 1.000 μ F (nanoFarad)
- 1 nanoFarad (nF) = 1.000 μ F (pikoFarad)

Ada jenis Kapasitor lain seperti Kapasitor Elektrolit yang selain memiliki nilai kapasitas juga memiliki parameter-parameter lain seperti Batas Tegangan Kerja. Batas Tegangan Kerja (Working Voltage) yaitu batas tegangan maksimum di mana Kapasitas tersebut dapat dioperasikan dalam suatu rangkaian. Parameter tersebut biasanya dicantumkan langsung pada badan Kapasitor. Selain daripada itu untuk jenis-jenis kapasitor pada umumnya diberi tanda (+) dan (-). Tanda tersebut adalah menyatakan polaritas yang harus di-hubungkan dengan catu daya. Dalam pemasangannya harus diperhatikan baik-baik jangan sampai kedua tanda tersebut dipasang terbalik sebab apabila sampai terbalik akan mengakibatkan kerusakan pada Kapasitor tersebut dan bahkan akan merusak rangkaian yang akan dibuat.





Trimmer Condensator

Seperti juga halnya Resistor, pemasangan Kapasitor dalam suatu rangkaian elektronika mempunyai maksud dan tujuan di antaranya:

- Sebagai penghubung/coupling yang menghubungkan masing-masing bagian dalam suatu rangkaian.
- Memisahkan arus bolak-balik dari arus searah.
- Sebagai filter yang dipakai pada rangkaian Catu Daya.
- Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian pemancar.
- Menghilangkan bouncing (loncatan api) dalam rangkaian saklar.
- Menghemat daya listrik dalam rangkaian Lampu TL.

Kondensator atau sering disebut sebagai **kapasitor** adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator memiliki satuan



yang disebut Farad dari nama Michael Faraday. Kondensator juga dikenal sebagai "kapasitor", namun kata "kondensator" masih dipakai hingga saat ini. Pertama disebut oleh Alessandro Volta seorang ilmuwan Italia pada tahun 1782 (dari bahasa Itali *condensatore*), berkenaan dengan kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik yang tinggi dibanding komponen lainnya. Kebanyakan bahasa dan negara yang tidak menggunakan bahasa Inggris masih mengacu pada perkataan bahasa Italia "condensatore", bahasa Perancis *condensateur*, Indonesia dan Jerman *Kondensator* atau Spanyol *Condensador*.

- Kondensator diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu **positif** dan **negatif** serta memiliki cairan **elektrolit** dan biasanya berbentuk tabung.



Lambang kondensator (mempunyai kutub) pada skema elektronika.

- Sedangkan jenis yang satunya lagi kebanyakan nilai kapasitasnya lebih rendah, tidak mempunyai kutub positif atau negatif pada kakinya, kebanyakan berbentuk bulat pipih berwarna coklat, merah, hijau dan lainnya seperti tablet atau kancing baju.



Lambang kapasitor (tidak mempunyai kutub) pada skema elektronika.



Namun kebiasaan dan kondisi serta [artikulasi bahasa](#) setiap negara tergantung pada masyarakat yang lebih sering menyebutkannya. Kini kebiasaan orang tersebut hanya menyebutkan salah satu nama yang paling dominan digunakan atau lebih sering didengar. Pada masa kini, kondensator sering disebut kapasitor (*capacitor*) ataupun sebaliknya yang pada ilmu elektronika disingkat dengan huruf (C).



3.4. INDUKTOR

Induktor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnetik, tegangan induksi atau arus induksi. Induktor bekerja menurut hukum Faraday. Induktor tidak lain adalah lilitan kawat pada sebuah coker atau inti logam. Pada saat arus listrik (i) melewati lilitan kawat ini, maka akan timbul fluks magnetik ($N\Phi$) di sekitar induktor yang besarnya proporsional dengan kuat



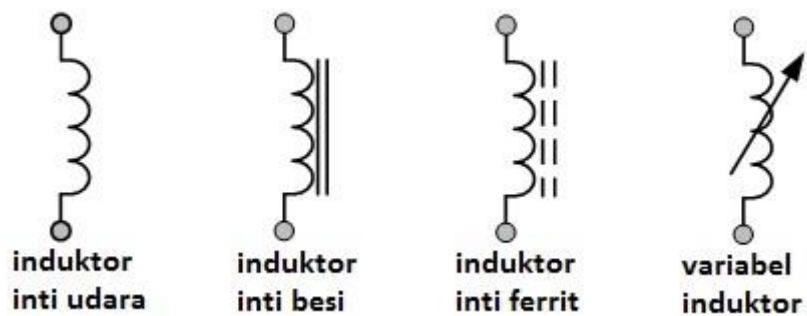
arus listrik yang melewatinya. Gambar berikut ini menunjukkan macam-macam induktor yang sering dijumpai dalam komponen elektronika.

Gambar 1 macam-macam jenis induktor yang ada dipasaran



Induktor sering disebut juga Choke. Simbol induktor sebagai berikut.

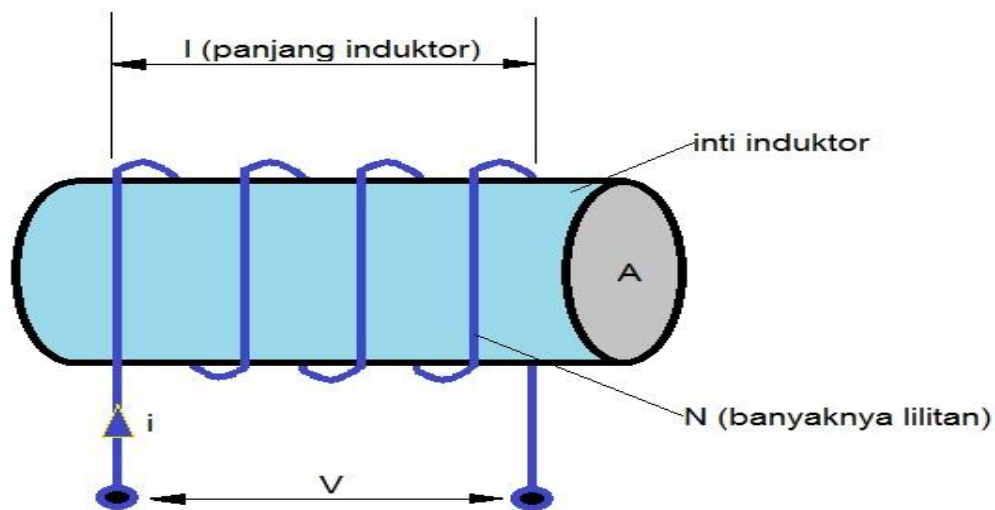
Gambar 2 macam-macam simbol inductor





Induktor terbuat dari lilitan kawat pada sebuah inti. Konstruksi induktor dapat dilihat seperti pada gambar berikut ini.

Gambar 3 konstruksi sebuah induktor sederhana



Arus yang melewati sebuah induktor akan menghasilkan medan magnet yang besarnya berbanding lurus dengan arus listrik yang mengalir. Tidak seperti kapasitor yang terjadi perubahan kenaikan tegangan pada kedua lempeng konduktor ketika sedang diisi muatan listrik, pada konduktor justru timbul perubahan kenaikan arus listrik ketika diberi tegangan listrik, perubahan kenaikan arus listrik ini menciptakan induksi energi di dalam medan magnet. Dengan kata lain induktor mengatur perubahan arus listrik dan dengan tidak mengubah tegangan listrik. Kemampuan induktor ini disebut induktansi induktor



dengan satuan Henry (H) dan diberi simbol L. Untuk ukuran yang lebih kecil biasanya dinyatakan dalam satuan miliHenry (mH), mikroHenry (μH), nanoHenry (nH) dan picoHenry (pH).

Sebuah induktor mempunyai inti dengan luas penampang inti (A), Jumlah lilitan kawat per satuan panjang (l) . Jadi jika sebuah induktor dengan N lilitan kawat dihubungkan dengan sejumlah fluks magnetik (Φ) maka induktor akan mempunyai fluks magnetik total sebesar $N \cdot \Phi$. dan arus sebesar i yang mengalir melewatinya akan menghasilkan induksi fluks magnetik yang arahnya berlawanan dengan arah aliran arus listrik. Menurut hukum Faraday, semua perubahan fluks magnetik akan menghasilkan tegangan induksi yang besarnya :

Di mana : N adalah banyaknya lilitan, A adalah luas penampang inti (m^2), Φ adalah fluks magnetik (Wb), μ adalah permeabilitas material inti, l adalah panjang induktor (m) dan (di/dt) adalah laju perubahan arus dalam satuan A/s.



BAB IV

ARUS DAN TEGANGAN LISTRIK

4.1. ARUS (CURRENT) LISTRIK

Suatu metode sederhana untuk mendefinisikan arus listrik adalah **banyaknya elektron atau banyaknya muatan coulomb yang mengalir melalui konduktor**. Akan tetapi metode ini tidak cukup karena kita akan bertanya berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh sejumlah elektron tersebut mengalir pada sebuah konduktor. Sebagai contoh, sebuah bejana berkapasitas 100 mster kubik diisi air dengan menggunakan pipa yang berdiameter 50 cm, sebuah bejana yang sama juga diisi dengan air menggunakan pipa berdiameter 200 cm, bejana pertama terisi penuh dalam waktu 20 menit, sedangkan bejana kedua terisi penuh hanya dalam waktu 5 menit. Ini berarti bahwa arus yang mengalir pada pipa di bejana kedua lebih besar dibandingkan arus yang mengalir pada pipa di bejana pertama.

Oleh sebab itu kita dapat mendefinisikan bahwa arus listrik adalah banyakya elektron dalam satuan coulomb yang mengalir pada suatu konduktor perdetik. Atau dapat dituliskan dengan persamaan :

$$I = \frac{Q}{t} \quad \dots\dots\dots (\text{Persamaan 3})$$

dimana I = arus, Q = muatan dan t = waktu



Satuan dari arus listrik adalah coulomb persecond atau disingkat dengan ampere. **Jadi 1 ampere sama dengan 1 coulomb persecond.**

Contoh soal 1.5

Berapa banyak waktu yang dibutuhkan untuk $12,5 \times 10^{18}$ elektron meninggalkan terminal negatif dari sebuah baterai jika arusnya 0,5 A?

Diketahui :

Muatan (Q) = $12,5 \times 10^{18}$ elektron

Arus (I) = 0,5 A

Ditanyakan :

Waktu (t) = ...?

Penyelesaian :

$$I = \frac{Q}{t} \text{ atau } t = \frac{Q}{I}$$

Sebelumnya kita harus mengkonversikan satuan elektron ke dalam coulomb

1 coulomb = $6,25 \times 10^{18}$ elektron

$$Q = \frac{12,5 \times 10^{18}}{6,25 \times 10^{18}} = 2 \text{ Coulomb}$$



Maka

$$t = \frac{2}{0,5} = 4 \text{ detik}$$

4.2 Tegangan (Voltage)

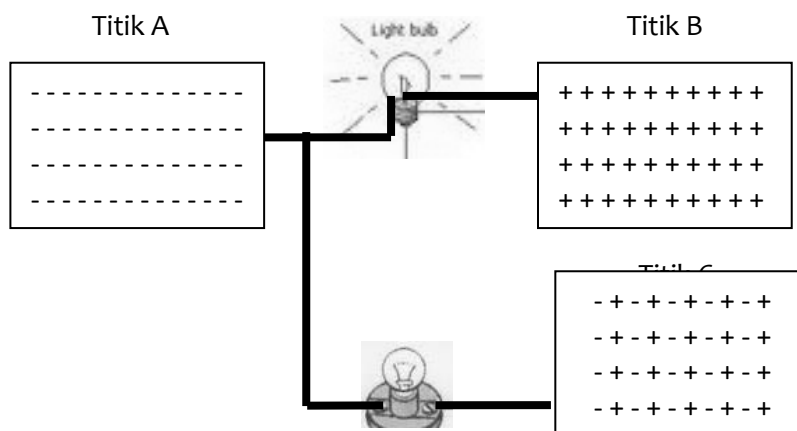
Tegangan juga biasa disebut dengan *electromotive force* (emf) atau dalam bahasa Indonesia disebut gaya gerak listrik (ggl). Atau biasa juga disebut beda potensial. Simbol tegangan adalah V. Untuk lebih memahami tegangan pertama-tama kita harus memahami arti dari energi potensial. Energi ada dua jenis, yaitu energi kinetik dan energi potensial. Energi kinetik adalah energi dari suatu benda yang dimiliki karena pengaruh gerakannya. Benda yang bergerak memiliki energi kinetik. Sedangkan energi potensial adalah energi pada saat diamnya. energi tersebut dapat melakukan suatu kerja jika menemukan kondisi yang tepat. Jika benda tersebut bergerak, maka benda itu mengalami perubahan energi potensial menjadi energi kinetik atau energi gerak. Contoh misalnya seperti buah kelapa yang siap jatuh dari pohonnya. Energi potensial baru dapat bekerja jika ada satu titik yang menjadi tujuan tepat bagi gerakannya dan adanya pemicu yang menyebabkan energi potensial tersebut berubah menjadi energi kinetik.

Sebagai contoh, sebuah buku diletakkan diatas meja memiliki energi potensial terhadap lantai, jika buku tersebut didorong keluar dari meja maka buku tersebut akan jatuh ke lantai pada saat ini terjadi perubahan dari energi



potensial (diam) menjadi energi kinetik (gerak), yang dipicu oleh dorongan tadi. Besarnya energi kinetik yang dihasilkan tergantung dari besarnya energi potensial yang dimiliki oleh buku tersebut, sedangkan besarnya energi potensial buku tersebut terhadap lantai tergantung dari berat, jarak dan gaya gravitasi bumi.

Lalu bagaimana halnya dengan energi potensial listrik?, dalam kelistrikan energi potensial dan beda potensial disebabkan oleh **medan listrik** dan **muatan listrik**. Jika disuatu titik mempunyai jumlah elektron yang lebih banyak dari titik lain yang kekurangan elektron maka dikatakan bahwa pada kedua titik tersebut terdapat beda potensial listrik. Perhatikan gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1
Beda potensial listrik

Pada gambar 2.1 terlihat bahwa elektron hanya bergerak ke titik B dengan lampu yang menyala sebagai indikatornya, sedangkan titik A tidak dapat mengalir ke titik C karena tidak terjadi beda potensial yang menyebabkan mengalirnya arus ke titik C, karena titik C dalam kondisi netral dan tidak memerlukan adanya penambahan elektron padanya. Atau dapat dikatakan



potensial di titik A sama dengan potensial di titik C sehingga tidak ada arus elektron yang mengalir ke titik C tersebut.

Satuan dasar tegangan adalah **joule per coulomb**, atau dapat disingkat menjadi **volt**, jadi 1 volt sebanding dengan **1 joule per coulomb**. Hubungan antara muatan (Q), tegangan (V) dan Energi (W) dapat dituliskan dalam persamaan matematis sebagai berikut :

$$V = \frac{W}{Q} \text{ atau } W = V \times Q \quad \text{..... (Persamaan 4)}$$

Dimana : V = tegangan, W = energi, dan Q = muatan

Contoh soal 1.6

Hitunglah energi potensial yang dimiliki oleh sebuah baterai 6 V yang mempunyai muatan 3000 C.

Diketahui :

Tegangan (V) = 6 Volt

Muatan (Q) = 3000 C

Ditanyakan :

Energi (W) = ...?

Penyelesaian :

$$V = \frac{W}{Q} \text{ atau } W = V \times Q$$

$$W = 6 \text{ V} \times 3000 \text{ C} = 18.000 \text{ joule.}$$



BAB V

RESISTANSI, KONDUKTOR DAN INSULATOR

Perlawanan suatu benda terhadap arus listrik disebut **resistansi** dengan simbol R. Semua material mempunyai perlawanan terhadap arus, namun ada yang perlawanannya besar dan ada juga yang kecil. Benda yang mempunyai resistansi yang kecil dalam kelistrikan disebut **Konduktor** seperti Besi, aluminium, emas dan perak yang merupakan konduktor yang baik. Sedangkan benda yang mempunyai perlawanan arus yang besar disebut **insulator** seperti Kertas, kayu, plastik, gelas, mika dan lain-lain.

Satuan dasar dari resistansi adalah Ohm (Ω). Satu ohm dapat didefinisikan sebagai jumlah resistansi yang melewatkan arus 1 ampere pada tegangan 1 volt. Besarnya nilai resistansi dari sebuah objek ditentukan oleh 4 kondisi yaitu :

1. Tipe material dari sebuah benda
2. Panjang benda
3. Luas penampang benda
4. Suhu benda

Sehingga dapat dituliskan dalam persamaan matematis sebagai berikut :

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad \dots\dots\dots (\text{Persamaan 5})$$

dimana :

R = Resistansi

P = konstanta resistivitas

A = luas penampang



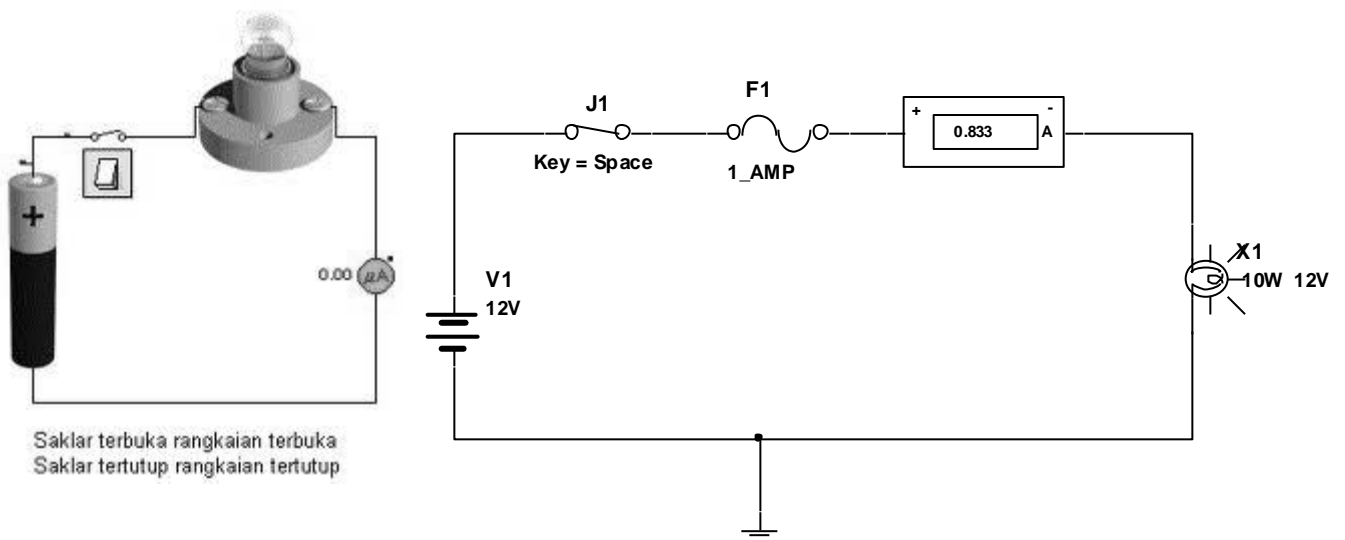
BAB VI

RANGKAIAN LISTRIK

Rangkaian listrik adalah suatu kumpulan elemen atau komponen listrik yang saling dihubungkan dengan cara-cara tertentu dan paling sedikit mempunyai satu lintasan tertutup. Pada suatu rangkaian listrik harus meliputi bagian-bagian tertentu yaitu :

1. Sebuah sumber energi
2. Konduktor yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik dari sumber energi ke beban
3. Insulator berguna untuk menahan arus yang bisa mengakibatkan kecelakaan pada manusia ataupun hewan
4. Beban, seperti lampu, setrika dll.
5. Alat kontrol, seperti saklar dan lain-lain
6. Alat proteksi seperti fuse, pentanahan dan lain-lain

Gambar berikut adalah contoh dari rangkaian listrik yang sederhana





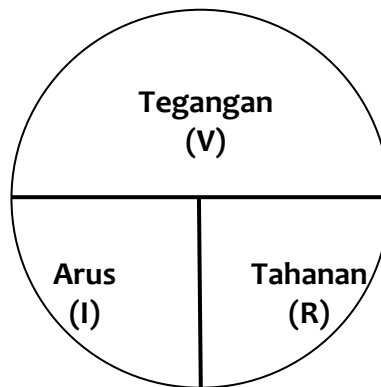
6.1 Hukum Ohm

Hubungan antara arus (I), tegangan (V) dan tahanan (R) disebut dengan hukum Ohm. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$I = \frac{V}{R} \quad \dots\dots\dots (\text{Persamaan 7})$$

Dimana R = tahanan, I = arus dan V = tegangan

Untuk lebih memudahkan kita dalam mengingat hubungan ini dapat digunakan diagraf lingkaran hukum Ohm (gambar 2.2)



Gambar 2.2
Lingkaran Hukum Ohm

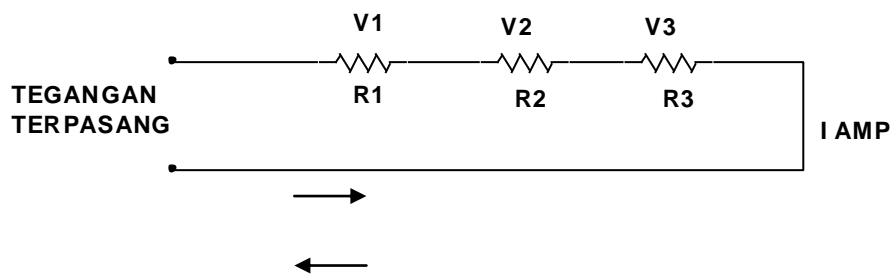


Mempelajari suatu rangkaian listrik mungkin saja kita dapati model rangkaian

- i. Sebuah rangkaian seri
- ii. Sebuah rangkaian paralel
- iii. Sebuah rangkaian kombinasi

6.1.1. Rangkaian Seri

Untuk jelasnya bisa dilihat pada gambar 6.1.1 dengan menggunakan resistor yang lebih banyak; sedangkan kawat penghantar untuk ini tahanannya diabaikan. Pada diagram (Gbr.6.1.1) terlihat sebuah rangkaian seri yang arah dan besar arusnya sama pada setiap tahanan



Gbr.6.1.1. Rangkaian Seri

Untuk gbr.6.1.1, katakanlah arus I ampere adalah arus bersama yang mengalir pada rangkaian. Kemudian dari Hukum Ohm, bahwa jatuh tegangan pada tahanan R_1 adalah V_1 volt $= IR_1$. Hal yang serupa bahwa jatuh tegangan pada R_2 adalah IR_2 dan seterusnya. Jika R adalah merupakan tahanan ekivalen dari rangkaian dan V adalah tegangan terpasang ,

Maka dapat dituliskan $V = IR$

Dengan menggunakan hukum Ohm, tentang tegangan , maka

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\text{Atau } IR = IR_1 + IR_2 + IR_3 = I(R_1 + R_2 + R_3)$$



6.1.2 Rangkaian Paralel

Total tahanan dalam rangkaian paralel selalu lebih kecil dari nilai tahanan terkecilnya. Jumlah total tahanan dalam rangkaian paralel dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots dst$$

Contoh soal 2.8

hitunglah (a) berapa tahanan total (R_T), (b) arus total dan arus pada masing-masing beban (c) serta hitunglah daya pada masing-masing beban dan daya totalnya pada gambar 2.19.

Diketahui :

$$R_1 = 10 \Omega$$

$$R_2 = 50 \Omega$$

$$R_3 = 30 \Omega$$

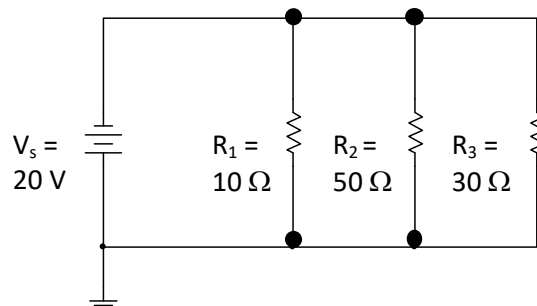
$$V_s = 20 \text{ Volt}$$

Ditanyakan :

(a). Tahanan Total (R_T) = ...?

(b). I_{tot} , I_{R1} , I_{R2} , I_{R3} = ...?

(c). P_{tot} , P_{R1} , P_{R2} , P_{R3} = ...?



Gambar 6.1.2



Penyelesaian :

a. Tahanan total (R_{tot})

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{50} + \frac{1}{30} = \frac{15}{150} + \frac{3}{150} + \frac{5}{150} = \frac{23}{150}$$

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{23}{150} \quad \text{maka } R_{tot} = \frac{150}{23} = 6,52 \Omega$$

Maka $R_{tot} = 6,52 \Omega$

b. Arus (I)

$$I_{tot} = \frac{V_s}{R_{tot}} = \frac{20}{6,52} = 3,07 A$$

$$I_{R1} = \frac{V}{R_1} = \frac{20}{10} = 2 A$$

$$I_{R2} = \frac{V}{R_2} = \frac{20}{50} = 0,4 A$$

$$I_{R3} = \frac{V}{R_3} = \frac{20}{30} = 0,67 A$$

c. Daya (P)

$$P_{tot} = I_{tot} \times V = 3,07 \cdot 20 = 61,4$$

$$P_{R1} = I_{R1} \times V = 2 \cdot 20 = 40$$

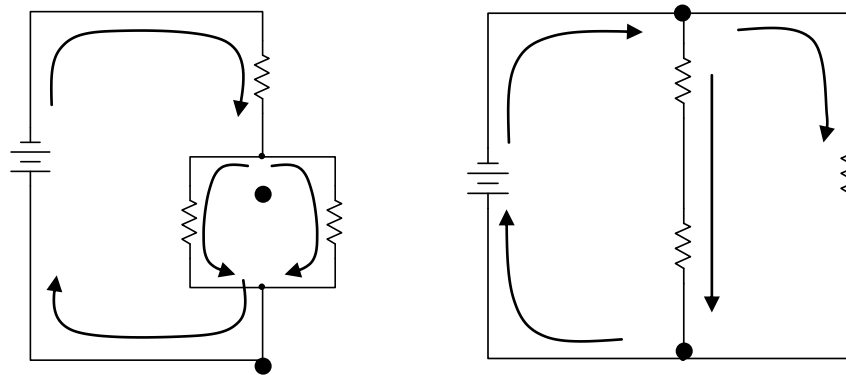
$$P_{R2} = I_{R2} \times V = 0,4 \cdot 20 = 8$$

$$P_{R3} = I_{R3} \times V = 0,67 \cdot 20 = 13,4$$



6.1.3 Rangkaian Kombinasi (Seri – Paralel)

Pada kondisi tertentu terkadang kita menggunakan rangkaian kombinasi yang terhubung secara seri dan paralel seperti pada gambar 2.20.

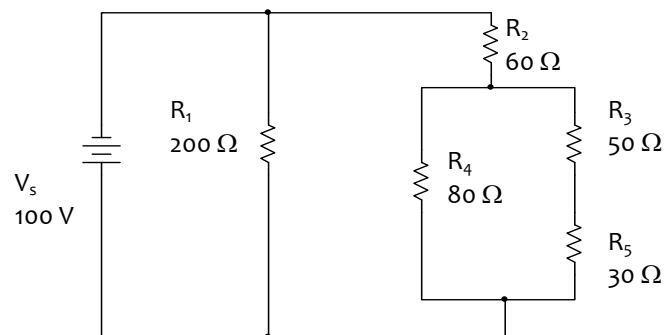


Gambar 6.1.3
Arus Listrik pada Rangkaian
Kombinasi Seri dan Paralel

Penggunaan Hukum Kirchoff pada rangkaian kombinasi Seri-Paralel

Contoh soal 2.9

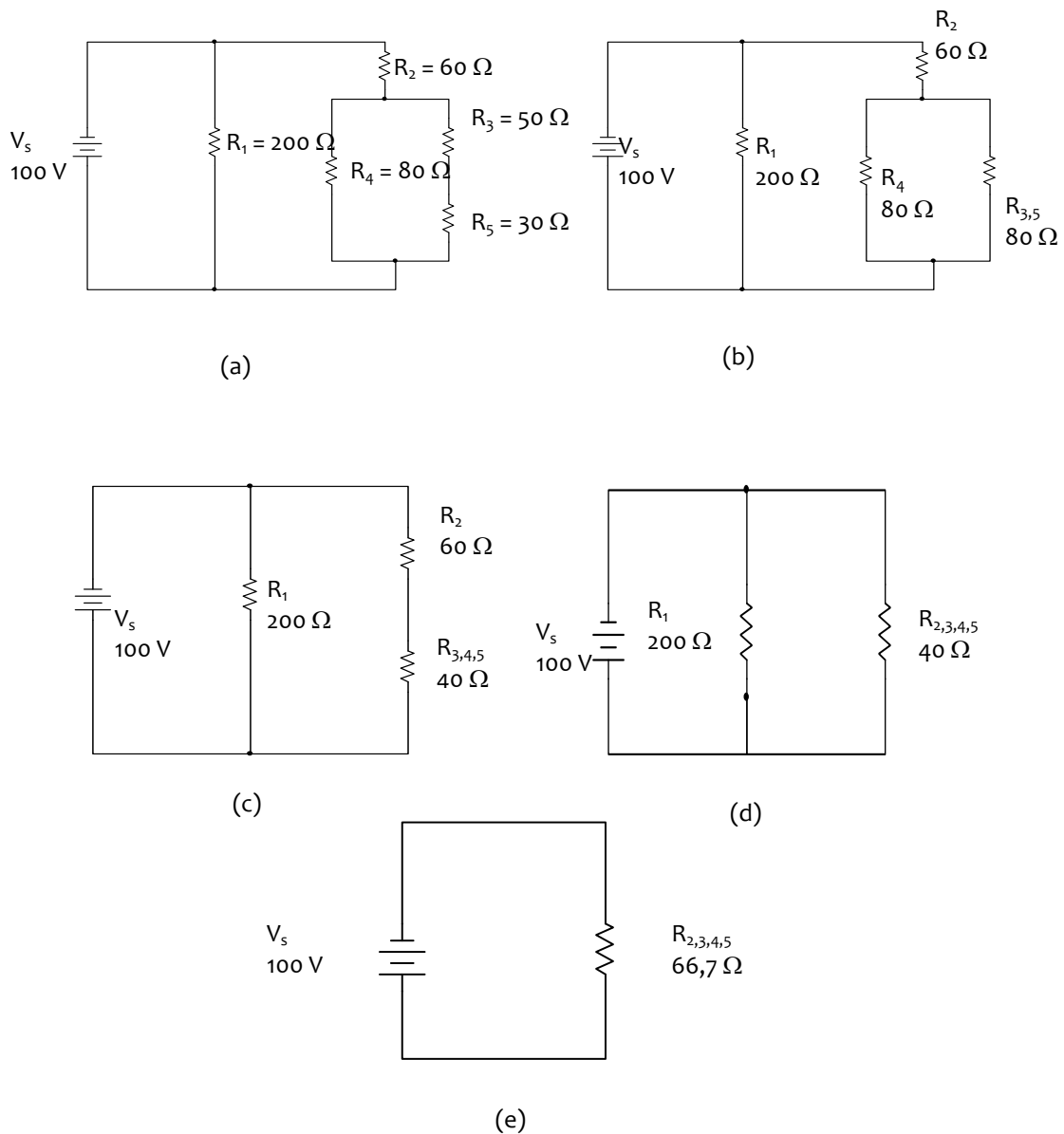
hitunglah tahanan total (R_T) beban pada gambar 6.1.4 berikut:



Gambar 6.1.4



Untuk menghitung tahanan total rangkaian pada gambar 6.1.4 harus dilakukan penyederhanaan gambar dan menghitung satu demi satu bagian seperti pada gambar 6.1.5 a sampai 6.1.5 e.



Gambar 6.1.5



R3 dan R5 terhubung seri, maka

$$R_{3,5} = R_3 + R_5 = 50 + 30 = 80 \Omega$$

R3,5 dan R4 terhubung paralel, maka

$$\frac{1}{R_{3,4,5}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_{3,5}} = \frac{1}{80} + \frac{1}{80} = \frac{2}{80}$$

$$R_{3,4,5} = \frac{80}{2} = 40\Omega$$

R3,4,5 dan R2 terhubung seri, maka

$$R_{2,3,4,5} = R_2 + R_{3,4,5} = 60 + 40 = 100 \Omega$$

R1 dan R2,3,4,5 terhubung paralel, maka

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_{1,2,3,4,5}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{2,3,4,5}} = \frac{1}{200} + \frac{1}{100} = \frac{1}{200} + \frac{2}{200} = \frac{3}{200}$$

$$R_{tot} = R_{1,2,3,4,5} = \frac{200}{3} = 66,7\Omega$$



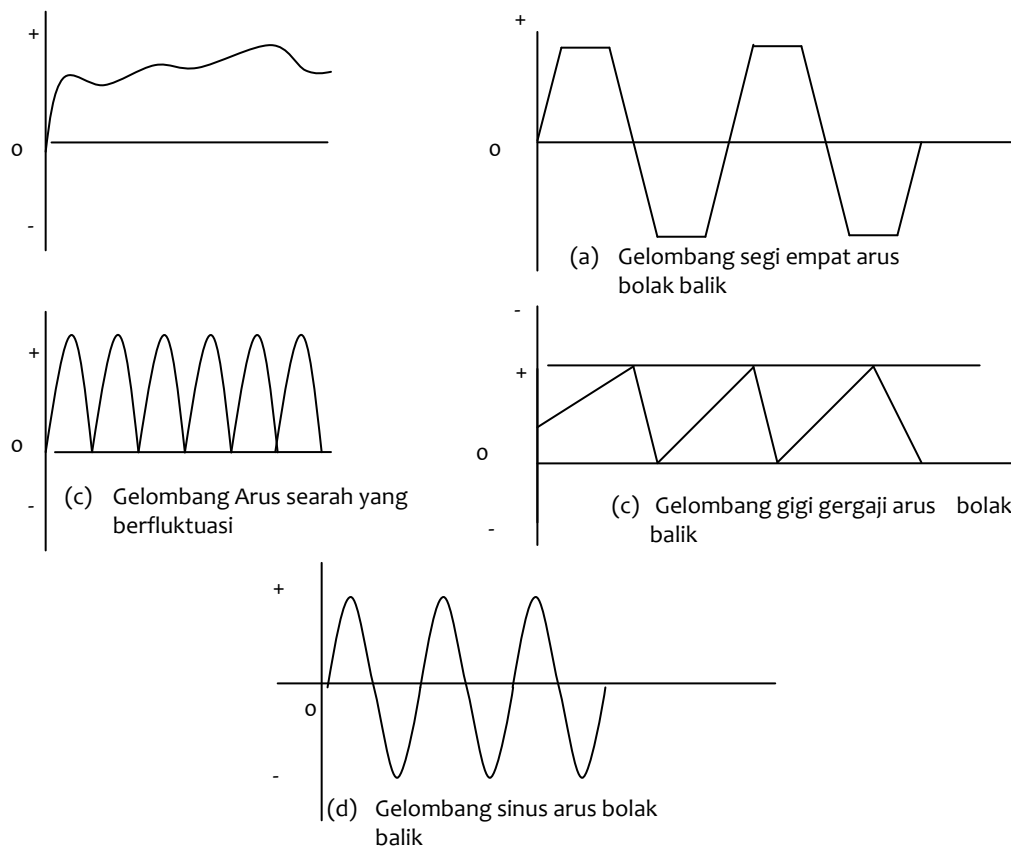
BAB VII

ARUS DAN TEGANGAN BOLAK BALIK (ALTERNATING CURRENT (AC))

Kebanyakan energi listrik didistribusikan dalam bentuk arus dan tegangan bolak-balik. Listrik dirumah kita juga mendapatkan supply energi listrik bolak-balik dari perusahaan listrik.

7.1 Istilah-Istilah dalam arus bolak-balik (AC)

Dinamakan arus bolak-balik karena arusnya setiap periode tertentu berubah arahnya. Seperti pada gambar 7.1 (c) sampai 7.1 (d).

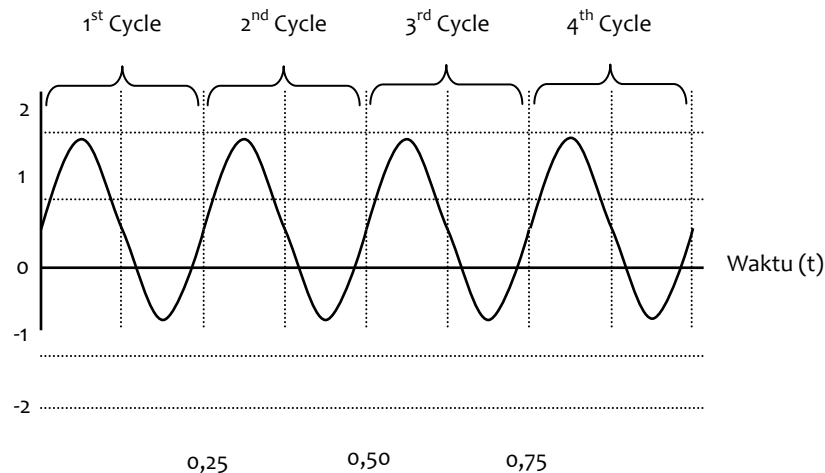


Gambar 7.1
Bentuk-bentuk gelombang



Cycle

Bentuk gelombang pada gambar 7.2 memperlihatkan gelombang arus bolak balik dengan 4 cycle. Satu cycle terdiri atas 1 gelombang positif dan 1 gelombang negatif.



Gambar 7.2
Gelombang arus bolak balik sinusoidal

Periode (T)

Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk membentuk satu gelombang penuh atau satu cycle. Pada gambar 4.2 di atas waktu yang dibutuhkan untuk membentuk 1 gelombang penuh adalah 0,25 detik atau dapat dikatakan bahwa periode (T) adalah 0,25 detik.

Frekuensi

Frekuensi adalah banyaknya gelombang yang dibentuk dalam satu detik, satuan frekuensi adalah Hertz atau disingkat Hz. satu hertz sebanding dengan satu cycle per detik. Dalam persamaan matematisnya ditulis :

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{atau} \quad f = \frac{1}{T}$$

Jadi frekuensi untuk gelombang sinusoidal pada gambar 4.2 di atas adalah :



$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ Hz}$$

Contoh soal 7.1

Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk membentuk satu gelombang penuh jika frekuensinya 60 Hz?

Diketahui :

Frekuensi (f) = 60 Hz

Ditanyakan :

Peiode (T) = ...?

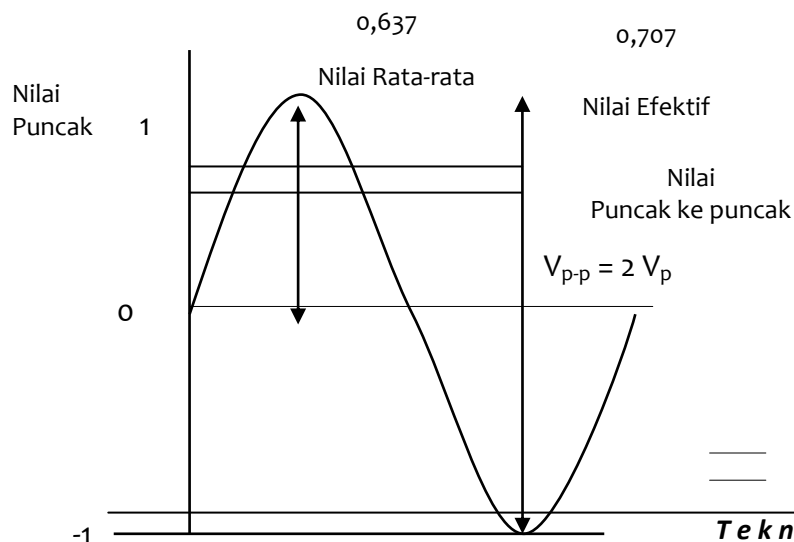
penyelesaian :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60} = 0,0167 \text{ detik}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk membentuk satu gelombang penuh adalah 16,7 ms

Amplitudo, Nilai Efektif (RMS) dan Nilai Rata-Rata Gelombang AC

Amplitudo didefinisikan sebagai jarak terjauh dari garis kesetimbangan dari gelombang sinusoide. Untuk sebuah tegangan AC yang sinusoidal kita dapat menuliskan nilai-nilainya sebagai berikut :



Gambar 7.3
Nilai dari sebuah gelombang sinusoidal



Hubungan antara nilai puncak, nilai efektif dan nilai rata-rata pada gelombang tegangan sinusoidal dapat dituliskan sebagai berikut :

$$V_{av} = 0,637 V_p$$

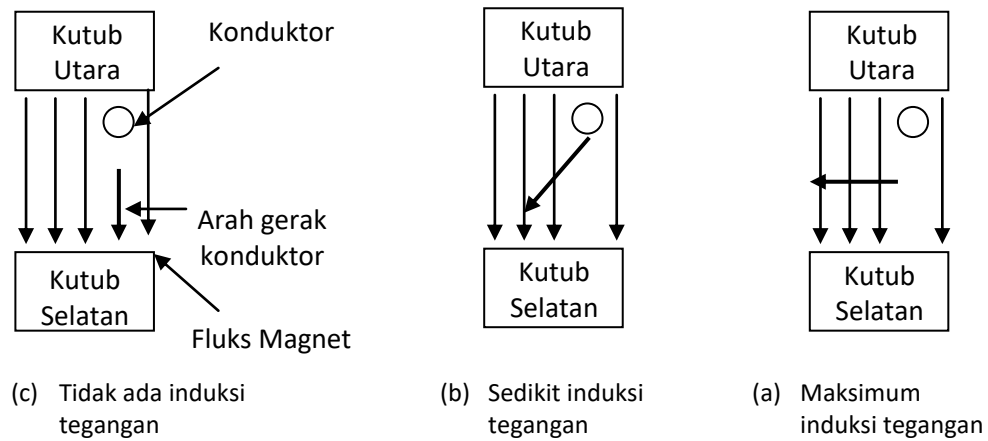
$$V_{rms} = 0,707 V_p$$

7.2 Bagaimana arus bolak-balik itu dihasilkan?

Arus atau tegangan listrik AC dihasilkan dari berputarnya kumparan dalam medan magnet yang diam atau berputarnya medan magnet dalam kumparan yang diam. Dalam proses ini terjadi peristiwa pemotongan fluks-fluks medan magnet sehingga menginduksikan tegangan pada kumparan. Besarnya tegangan yang diinduksikan bergantung pada :

1. Kecepatan dari kumparan/konduktor dalam memotong fluks
2. Kerapatan fluks
3. Sudut dimana konduktor memotong fluks magnet.

Sekarang kita akan mempelajari bagaimana arus listrik itu dihasilkan dalam sebuah generator listrik. Perhatikan bagaimana pengaruh dari sudut pergerakan konduktor dalam memotong fluks terhadap arus atau tegangan yang diinduksikan.



Gambar 7.4

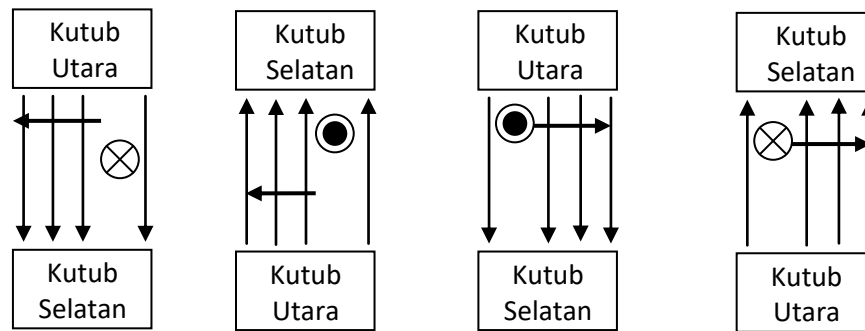
Pergerakan konduktor di dalam sebuah medan magnet. Jumlah arus yang diinduksikan tergantung pada sudut dimana konduktor memotong fluks

Arah dari arus atau tegangan yang dihasilkan ditentukan oleh dua sebab :

1. Arah konduktor memotong fluks
2. Arah garis fluks

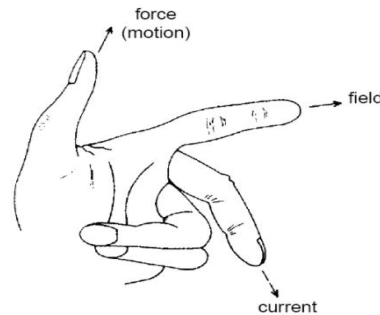
Gambar 7.5 berikut memperlihatkan pengaruh dari gerak konduktor dan arah fluks dalam menentukan arah dari tegangan yang diinduksikan.

- ⊗ Arah arus memasuki kertas
- Arah arus keluar dari kertas



Gambar 7.5
Arah arus / tegangan induksi ditentukan oleh
Arah gerakan konduktor dan arah fluks magnet

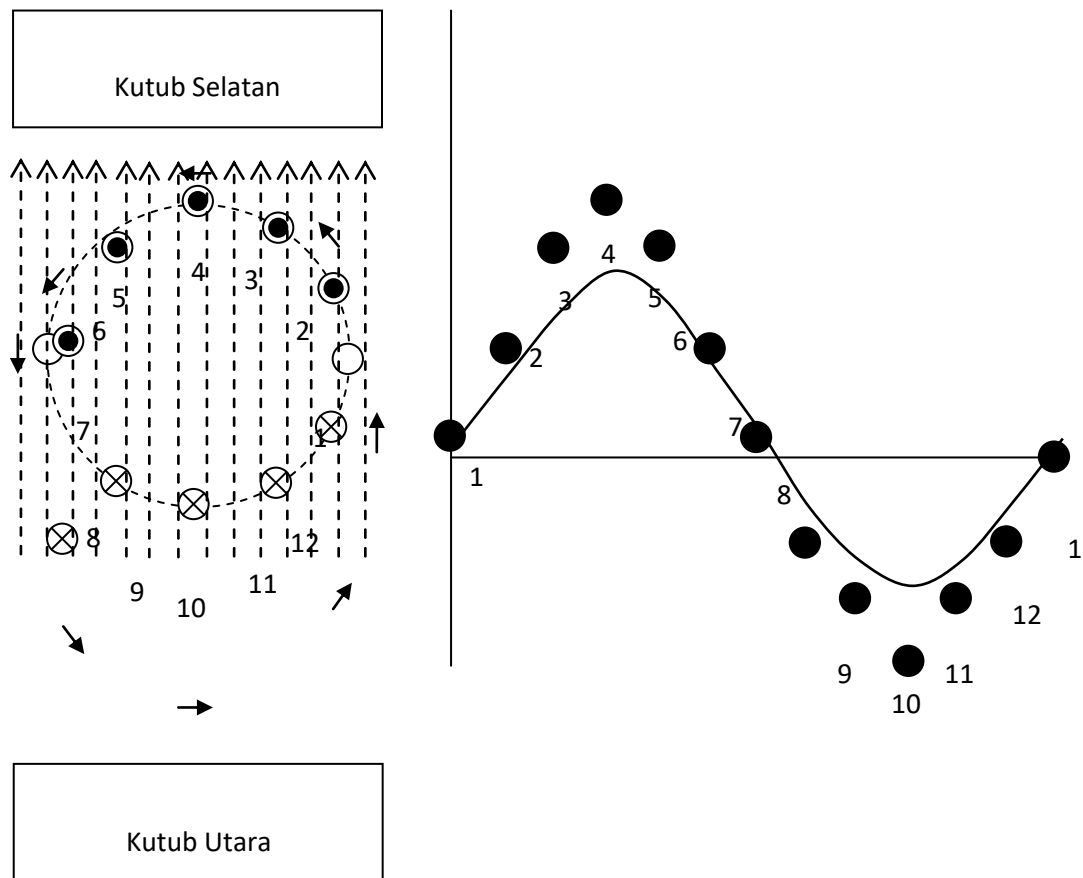
Arah dari arus atau tegangan yang diinduksikan dapat ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kiri seperti pada gambar 4.6 berikut :



Gambar 7.6
Kaidah tangan kiri

Pada gambar 7.6 di atas, ibu jari menunjukkan arah pergerakan konduktor, jari telunjuk menunjukkan arah fluks magnetik, sedangkan jari tengah menunjukkan arah arus yang diinduksikan.

Sebuah arus bolak balik dihasilkan ketika sebuah konduktor berputar di dalam sebuah medan magnet seperti diperlihatkan pada gambar 7.7.



Gambar 7.7
Pembangkitan arus / tegangan bolak-balik oleh berputarnya
sebuah konduktor di dalam sebuah medan magnet

Pada gambar 7.7 di atas, pada posisi 1, konduktor bergerak sejajar dengan fluks sehingga tidak ada tegangan yang diinduksikan, kemudian konduktor berputar dari posisi 1 ke posisi 2, pada posisi ini sudah ada sedikit tegangan yang diinduksikan ke dalam konduktor, arah arus/tegangan yang dihasilkan keluar dari kertas, tegangan maksimum diinduksikan pada posisi 4 dan kembali lagi menurun hingga mencapai nol volt pada posisi 7, pada posisi 8 sampai 12 arah



arus/tegangan yang diinduksikan berubah seperti yang dapat Anda lihat pada gambar 7.7 di atas.

Pada gambar 7.7 terlihat bahwa konduktor berputar sejauh 360° untuk menghasilkan 1 gelombang penuh. Sudut yang dibentuk oleh tegangan bolak-balik sebanding dengan sudut yang dibentuk oleh konduktor yang berputar di dalam medan magnet. Jadi tegangan yang diinduksikan mencapai puncak positif pada sudut 90° , dan mencapai puncak negatif pada sudut 270° .



BAB VIII

Fungsi Dan Cara Penggunaan Multimeter (Multitester)

8.1. MULTIMETER



Pengertian **multimeter** secara umum adalah alat ukur yang dipakai untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik, dan tahanan (resistansi). Sedangkan pada perkembangannya multimeter masih bisa digunakan untuk beberapa fungsi seperti mengukur temperatur, induktansi, frekuensi, dan sebagainya. Ada juga orang yang menyebut multimeter dengan sebutan AVO meter, mungkin maksudnya A (ampere), V(volt), dan O(ohm).

8.2. Fungsi Multimeter :

1. Mengukur tegangan DC
2. Mengukur Tegangan AC
3. Menguat Kuat Arus DC
4. Mengukur Nilai Hambatan Sebuah Resistor
5. Mengecek hubung-singkat/koneksi



6. Mengecek Transistor
7. Mengecek Kapasitor Elektrolit
8. Mengecek, diode, led dan diode Zener
9. Mengecek Induktor
10. Mengukur HFE transistor (type tertentu)
11. Mengukur suhu (type tertentu)

Dengan perkembangan teknologi, kini sebuah **Multimeter** atau Multitester tidak hanya dapat mengukur Ampere, Voltage dan Ohm atau disingkat dengan AVO, tetapi dapat juga mengukur Kapasitansi, Frekuensi dan Induksi dalam satu unit (terutama pada Multimeter Digital). Beberapa kemampuan pengukuran Multimeter yang banyak terdapat di pasaran antara lain : Voltage (Tegangan) AC dan DC satuan pengukuran Volt

1. Current (Arus Listrik) satuan pengukuran Ampere
2. Resistance (Hambatan) satuan pengukuran Ohm
3. Capacitance (Kapasitansi) satuan pengukuran Farad
4. Frequency (Frekuensi) satuan pengukuran Hertz
5. Inductance (Induktansi) satuan pengukuran Henry
6. Pengukuran atau Pengujian Dioda
7. Pengukuran atau Pengujian Transistor

8.3. Bagian- bagian penting Multimeter:

Multimeter atau multitester pada umumnya terdiri dari 3 bagian penting, diantaranya adalah:



1. Display
2. Saklar Selektor
3. Probe

Gambar dibawah ini adalah bentuk **Multimeter Analog** dan **Multimeter Digital** beserta bagian-bagian pentingnya. Cara Menggunakan Multimeter untuk Mengukur Tegangan ,Arus listrik dan Resistansi Berikut ini cara menggunakan Multimeter untuk mengukur beberapa fungsi dasar Multimeter seperti Volt Meter (mengukur tegangan), Ampere Meter (mengukur Arus listrik) dan Ohm Meter (mengukur Resistansi atau Hambatan)



8.4. Cara Mengukur Tegangan DC (DC Voltage)

1. Atur Posisi Saklar Selektor ke DVC
2. Pilihlah skala sesuai dengan perkiraan tegangan yang akan diukur. Jika ingin mengukur 6 Volt, putar saklar selector ke 10 Volt (khusus Analog



Multimeter)

******Jika tidak mengetahui tingginya tegangan yang diukur, maka disarankan untuk memilih skala tegangan yang lebih tinggi untuk menghindari terjadi kerusakan pada multimeter.

3. Hubungkan probe ke terminal tegangan yang akan diukur. Probe Merah pada terminal Positif (+) dan Probe Hitam ke terminal Negatif (-). Hati-hati agar jangan sampai terbalik.
4. Baca hasil pengukuran di display Multimeter dengan menggunakan Rumus

$$HS = \frac{BU}{BS} \times PJ$$

dimana:

HS = Hasil Sebenarnya

BU = Batas Ukur

BS = Batas Skala

PJ = Penunjukan Jarum

8.5. Cara Mengukur Tegangan AC (AC Voltage)

1. Atur Posisi Saklar Selektor ke ACV
2. Pilih skala sesuai dengan perkiraan tegangan yang akan diukur. Jika ingin mengukur 220 Volt, putar saklar selector ke 300 Volt (khusus Analog Multimeter) ******Jika tidak mengetahui tingginya tegangan yang diukur,



maka disarankan untuk memilih skala tegangan yang tertinggi untuk menghindari terjadi kerusakan pada multimeter.

3. Hubungkan probe ke terminal tegangan yang akan diukur. Untuk Tegangan AC, tidak ada polaritas Negati (-) dan Positif (+)
4. Baca hasil pengukuran di Display Multimeter. berdasarkan rumus untuk pengukuran tegangan DC diatas.

8.6. Cara Mengukur Arus Listrik (Ampere)

1. Atur Posisi Saklar Selektor ke DCA
2. Pilih skala sesuai dengan perkiraan arus yang akan diukur. Jika Arus yang akan diukur adalah 100mA maka putarlah saklar selector ke 300mA (0.3A). Jika Arus yang diukur melebihi skala yang dipilih, maka sekering (fuse) dalam Multimeter akan putus. Kita harus menggantinya sebelum kita dapat memakainya.
3. Putuskan Jalur catu daya (power supply) yang terhubung ke beban.
4. Kemudian hubungkan probe Multimeter ke terminal Jalur yang kita putuskan putuskan tersebut. Probe Merah ke Output Tegangan Positif (+) dan Probe Hitam ke Input Tegangan (+) Beban ataupun Rangkaian yang akan kita ukur .Untulebih jelas,silakan lihat gambar berikut ini.



5. Baca hasil pengukuran di Display Multimeter dengan menggunakan rumus tersebut pada pengukuran tegangan AC dan Tegangan DC di atas.

8.7.CaraMengukurResistor(Ohm)

1. Atur Posisi Saklar Selektor ke Ohm (Ω)
2. Pilih Skala dengan perkiraan Ohm yang akan di ukur. Biasanya di awali ke tanda “X” yang artinya adalah “kali”. (Khusus untuk Multimeter Analog)
3. Hubungkan probe ke komponen Resistor, tidak ada polaritas, jadi boleh terbalik.
4. Baca hasil pengukuran di Display Multimeter. (Khusus untuk Analog Multimeter, diperlukan pengalihan dengan setting di langkah ke-2)



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202131087, 1 Juli 2021

Pencipta

Nama : **Ir. Hasiah, M.A.P**
Alamat : Jl. Stl Alauddin Lr. 8/7, Kel. Pa'baeng-baeng, Kec. Tamalate, Kota Makassar, SULAWESI SELATAN, 90241
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar**
Alamat : Jalan Tentara Pelajar No. 173, Kota Makassar, SULAWESI SELATAN, 90241
Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**
Judul Ciptaan : **Elektronika Untuk ATT IV**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 1 Juli 2021, di Kota Makassar
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan : 000257897

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.