



RANGKAIAN LISTRIK 1

(Konsep Dasar dan Analisis Perhitungan)

BUKU AJAR

I GEDE BUDI MAHENDRA, M.Pd
RIDWAN, M.Pd

BUKU AJAR
RANGKAIAN LISTRIK 1 : KONSEP DASAR DAN ANALISIS
PERHITUNGAN

I Gede Budi Mahendra, M.Pd
Ridwan, M.Pd



Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

BUKU AJAR RANGKAIAN LISTRIK 1 : KONSEP DASAR DAN ANALISIS PERHITUNGAN

Penulis:

I Gede Budi Mahendra, M.Pd
Ridwan, M.Pd

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Tahta Media

Proofreader:

Tahta Media

Ukuran:

x,86, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-623-147-139-0

Cetakan Pertama:

September 2023

Hak Cipta 2023, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2023 by Tahta Media Group

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP
(Grup Penerbitan CV TAHTA MEDIA GROUP)
Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

KATA PEGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke haridat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ajar ini. Penulis ucapkan juga rasa terima kasih kami kepada pihak-pihak yang mendukung lancarnya buku ajar ini mulai dari proses penulisan hingga proses cetak, yaitu orang tua kami, rekan-rekan kami, penerbit, dan masih banyak lagi yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Adapun, buku ajar penulis yang berjudul “Bahan Ajar: Rangkaian Listrik I (Konsep dan Analisis Perhitungan)” ini telah selesai Penulis buat secara semaksimal dan sebaik mungkin agar menjadi manfaat bagi pembaca yang membutuhkan informasi dan pengetahuan mengenai Rangkaian Listrik I. Penulis sadar, masih banyak luput dan kekeliruan yang tentu saja jauh dari sempurna tentang buku ini. Oleh sebab itu, kami mohon agar pembaca memberi kritik dan juga saran terhadap karya buku ajar ini agar kami dapat terus meningkatkan kualitas buku.

Demikian buku ajar ini penulis buat, dengan harapan agar pembaca dapat memahami informasi dan juga mendapatkan wawasan mengenai bidang Rangkaian Listrik I serta dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam arti luas. Terima kasih.

Manado, 6 Februari 2023

I Gede Budi Mahendra, M.pd
NIP. 19940705 202203 1 016

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 KONSEP DASAR RANGKAIAN LISTRIK	1
1.1 Diskripsi Singkat	1
1.2 Tujuan Instruksional Khusus	1
1.3 Penyajian	1
1.3.1 Definisi Umum	1
1.3.2 Atom dan elektron	2
1.3.3 Arus Listrik	5
1.3.4 Tegangan listrik.....	7
1.3.5 Energi	11
1.3.6 Daya	12
1.4 Penutup	13
1.4.1 Tugas dan Diskusi	13
Daftar Pustaka	14
BAB 2 ELEMEN RANGKAIAN LISTRIK.....	15
2.1 Diskripsi Singkat	15
2.2 Tujuan Instruksional Khusus	15
2.3 Penyajian	15
2.3.1 Elemen Aktif	15
2.3.2 Elemen Pasif.....	17
2.3.3 Elemen – Elemen Seri dan Paralel	22
2.4 Penutup	30
2.4.1 Tugas dan Diskusi	30
Daftar Pustaka	32
BAB 3 HUKUM DASAR RANGKAIAN LISTRIK.....	33
3.1 Diskripsi Singkat	33
3.2 Tujuan Instruksional Khusus	33
3.3 Penyajian	33
3.3.1 Hukum Ohm	33
3.3.2 Hukum Kirchhoff	36
3.4 Penutup	42
3.4.1 Tugas dan Diskusi	42
Daftar Pustaka	43
BAB 4 IMPEDANSI KOMPLEKS	44
4.1 Diskripsi Singkat	44

4.2	Tujuan Instruksional Khusus	44
4.3	Penyajian	44
4.3.1	Reaktansi resistor (R)	44
4.3.2	Reaktansi Induktor (X_L)	46
4.3.3	Reaktansi Kapasitor (X_C)	48
4.3.4	Bilangan Kompleks	49
4.3.5	Rangkaian RL, RC , RLC Pada Rangkaian Seri ,Paralel	50
4.4	Penutup	57
4.4.1	Tugas dan Diskusi	57
	Daftar Pustaka	58
	BAB 5 METODE ANALISIS RANGKAIAN	59
5.1	Diskripsi Singkat	59
5.2	Tujuan Instruksional Khusus	59
5.3	Penyajian	59
5.3.1	Teorema Mesh.....	59
5.3.2	Teorema Node Voltage	62
5.3.3	Teorema Superposisi	71
5.3.4	Teorema Thevenin.....	75
5.3.5	Teorema Norton	77
5.4	Penutup	85
5.4.1	Tugas dan Diskusi	85
	Daftar Pustaka	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Model sistim tata surya	2
Gambar 1.2 Model atom	3
Gambar 1.3 Efek dinamis antara inti atom dan elektron	4
Gambar 1.4 Efek dinamis muatan-muatan listrik	4
Gambar 1.5 Gambar skema atom	4
Gambar 1.6 Skema pembentukan ion	5
Gambar 1.7 Salah satu bentuk arus DC	7
Gambar 1.8 Salah satu bentuk arus AC	7
Gambar 1.9 Sumber tegangan	8
Gambar 1.10 Tegangan sumber dan tegangan jatuh pada suatu rangkaian	9
Gambar 1.11 Potensial.....	10
Gambar 1.12 Potensial dan tegangan	10
Gambar. 1.13 Rangkaian arus dengan anak panah tegangan.....	11
Gambar 1.14 elemen menyerap energi	12
Gambar 1.15 elemen menyerap energi	12
Gambar 1.16 Arah aliran arus listrik	13
Gambar 2.1 Sumber Tegangan Bebas	16
Gambar 2.2 Sumber Tegangan Tidak Bebas	16
Gambar 2.3 Sumber Arus Bebas	17
Gambar 2.4 Sumber Arus Tidak Bebas	17
Gambar 2.5 Resistor dilewati oleh Arus.....	18
Gambar 2.6 Kapasitor dilewati oleh Arus.....	18
Gambar 2.7 Induktor dilewati oleh Arus	19
Gambar 2.8 Tegangan pada ab	20
Gambar 2.9 Drop Tegangan	20
Gambar 2.10 Contoh Pengukuran Tegangan.....	21
Gambar 2.11 Contoh Pengukuran Arus.....	21
Gambar 2.12 Rangkaian Hubung Singkat	21
Gambar 2.13 Rangkaian terbuka	22
Gambar 2.14 Resistor hubung Seri.....	22
Gambar 2.15 Resistor hubung Paralel	23
Gambar 2.16 kapasitor Hubung Seri	26
Gambar 2.17 kapasitor Hubung Paralel.....	27
Gambar 2.18 I pada rangkaian induktor	28
Gambar 2.19 Induktor hubung seri.....	28
Gambar 2.20 Induktor hubung paralel.....	29
Gambar 3.1 Hubungan dalam hukum ohm.....	33
Gambar 3.2 Gambar yang menjelaskan hukum Kirchhoff I.....	38

Gambar 3.3 Gambar yang menjelaskan hukum Kirchhoff II	39
Gambar 4.1 Rangkaian AC resistif murni	45
Gambar 4.2 Arah arus rangkaian AC resistif murni	45
Gambar 4.3. Tegangan dan arus Rangkaian AC resistif murni	46
Gambar 4.4 Rangkaian Induktif Murni	46
Gambar 4.5 Bentuk gelombang tegangan dan arus rangkaian induktif murni	47
Gambar 4.6 Rangkaian Kapasitif Murni.....	48
Gambar 4.7 Rangkaian RL Seri.....	50
Gambar 4.8 Rangkaian seri resistor - kapasitor: Diagram fasor rangkaian RC.....	51
Gambar 4.9 Rangkaian RLC Seri	52
Gambar 4.10 Diagram fasor rangkaian RLC	53
Gambar 4.11 Rangkaian parallel RL	54
Gambar 4.12 Rangkaian parallel R – C beserta grafik fasornya	54
Gambar 4.13 Gambar Rangkaian parallel R - L– C beserta grafik fasornya	56



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MANADO
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Kampus Unima, Kelurahan Tonsaru, Kecamatan Tondano
Selatan. Telpn : +62431321543. Fax (0431) 321866
Laman: ft.unima.ac.id e-mail: fatek@unima.ac.id

SILABUS MATAKULIAH

1 Identitas Perguruan Tinggi

- a. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Manado
- b. Fakultas : Teknik
- c. Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro
- d. Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro – S1

2 Identitas Mata Kuliah

- a. Nama Mata Kuliah : Rangkaian Listrik I
- b. Kode Mata Kuliah : 5133202KM-1
- c. Status Mata Kuliah : Wajib
- d. Sifat Mata Kuliah : Teori
- e. Pratikum : Tdiak Ada
- f. Dosen Pengampu : I Gede Budi Mahendra, M.Pd.
- g. Semester : II
- h. Bobot SKS : 3 SKS
- i. Jumlah Pertemuan : 14 tatap muka + UTS dan UAS

3 Mata Kuliah Prasyarat

- a. Dasar Teknik Tenaga Listrik

4 Komponen Penilaian/Evaluasi

- a. Kehadiran Perkuliahan, min 75 %
- b. Tugas – Tugas parsial
- c. Take home/Quis
- d. UTS dan UAS

5 Kompetensi dan lingkup materi Perkuliahan

Setelah mengikuti mata kuliah Rangkaian Listrik 1 sebagaimana yang disyaratkan dalam ketentuan pelaksanaan kegiatan akademik di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado, maka mahasiswa diharapkan : Mahasiswa dapat memahami dasar rangkaian listrik, hukum-hukum dasar rangkaian listrik, menerapkan konsep/hukum-hukum dasar tersebut dalam analisis dan perhitungan rangkaian serta mampu membuktikan kebenaran teori dasar rangkaian listrik, analisis dan

karakteristik rangkaian dengan benar.

6 Pokok – pokok materi Pembelajaran

- a. Konsep dasar rangkaian
- b. Elemen rangkaian listrik
- c. Hukum – hukum rangkaian
- d. Impedansi kompleks
- e. Metode analisis rangkaian

7 Pendekatan Pembelajaran

Pelaksanaan pembelajaran dilakukan secara teoritis dan mahasiswa diharapkan sebelum memulai perkuliahan sudah mempelajari pokok bahasan sebelumnya. Pengajaran teoritis dilakukan secara klasikal/kelompok, dengan menggunakan pendekatan metoda ceramah, diskusi dan presentasi kelompok.

8 Media Pembelajaran

Media pembelajaran digunakan menurut sifat dan karakteristik materi perkuliahan yang diajarkan, meliputi penggunaan Laptop, proyektor, white board.

9 Sumber Pustaka/Referensi :

- a. Muhammad Ramdhani “*Rangkaian listrik*” thn. 2008 Penerbit Erlangga.
- b. William H. Hayt, Jr., Jack E. Kemmerly, Steven M. Durbin, 2005 “*Rangkaian Listrik*”, edisi ke enam. Jilid 1 dan 2. Erlangga.
- c. Joseph A. Edminister, 1983, “*Electric Circuit*”, Mc-graw-Hill.
- d. Irwin, J.D., *Basic Engineering Circuit Analysis*, 5th Ed. Upper Saddle River : Prentice Hall International Inc., 1996.
- e. Johnson, D.E. et.al., *Electric Circuits Analysis*, 3th Ed. Upper Saddle River, Prentice Hall International, Inc., 1997.
- f. Mismail, Budiono, *Rangkaian Listrik Jilid Pertama*, Bandung, Penerbit ITB, 1995.
- g. D. E Johnson, 1992, “*electric Circuit Analysis*”, Printice-Hall
- h. Rj, Smitt, 1984, “*Circuit Device ad System*”, John Wiley & Son
- i. W. Hayt, 1986, “*Engineering Circuit Analysis*”, Mc-Graw-Hall
- j. Arzan (2014). *Rangkaian Listrik I*. Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
- k. Grabel, Arvin.dkk. 1981. “*Dasar-dasar Elektro Teknik*”. Jakarta : ERLANGGA
- l. Neidle, Michael. 1991. “*Teknologi Instalasi Listrik*”. Jakarta : ERLANGGA
- m. Zuhri, Zainudin. 2000. “*Analisis Rangkaian*”. Yogyakarta : J & J Learning

BAB 1

KONSEP DASAR RANGKAIAN LISTRIK

1.1 DISKRIPSI SINGKAT

Tujuan dari mempelajari rangkaian listrik adalah untuk dapat memahami suatu kumpulan elemen atau komponen listrik yang saling dihubungkan dengan cara tertentu.

1.2 TUJUAN INSTRUKSIONAL KHUSUS

Setelah materi ini diajarkan mahasiswa dapat menjelaskan konsep dari rangkaian listrik, definisi rangkaian listrik, atom dan elektron, arus, tegangan, energi, daya dan sistem satuan.

1.3 PENYAJIAN

1.3.1 Definisi Umum

Rangkaian listrik adalah suatu kumpulan elemen atau komponen listrik yang saling dihubungkan dengan cara-cara tertentu dan paling sedikit mempunyai satu lintasan tertutup. Elemen atau komponen yang akan dibahas pada mata kuliah Rangkaian Listrik 1 terbatas pada elemen atau komponen yang memiliki dua buah terminal atau kutub pada kedua ujungnya. Pembatasan elemen atau komponen listrik pada Rangkaian Listrik dapat dikelompokkan kedalam elemen atau komponen aktif dan pasif.

Elemen aktif adalah elemen yang menghasilkan energi dalam hal ini adalah sumber tegangan dan sumber arus, mengenai sumber ini akan dijelaskan pada bab berikutnya. Elemen lain adalah elemen pasif dimana elemen ini tidak dapat menghasilkan energi, dapat dikelompokkan menjadi elemen yang hanya dapat menyerap energi dalam hal ini. hanya terdapat pada komponen resistor atau banyak juga yang menyebutkan tahanan atau hambatan dengan simbol R , dan komponen pasif yang dapat menyimpan energi juga diklasifikasikan menjadi dua yaitu komponen atau elemen yang menyerap energi dalam bentuk medan magnet dalam hal ini induktor atau sering juga disebut sebagai lilitan, belitan atau kumparan dengan simbol L , dan kompone pasif yang menyerap energi dalam bentuk medan magnet dalam hal ini adalah kapasitor atau sering juga dikatakan dengan kondensator dengan simbol C , pembahasan mengenai ketiga komponen pasif tersebut nantinya akan dijelaskan pada bab berikutnya.

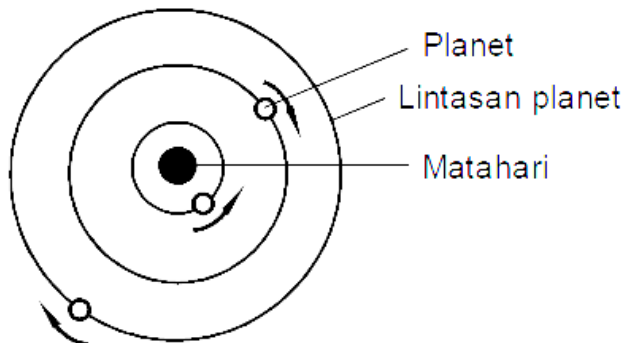
Berbicara mengenai Rangkaian Listrik, tentu tidak dapat dilepaskan dari pengertian dari rangkaian itu sendiri, dimana rangkaian adalah interkoneksi dari sekumpulan elemen atau komponen penyusunnya ditambah

dengan rangkaian penghubungnya dimana disusun dengan cara-cara tertentu dan minimal memiliki satu lintasan tertutup. Dengan kata lain hanya dengan satu lintasan tertutup saja kita dapat menganalisis suatu rangkaian.

Yang dimaksud dengan satu lintasan tertutup adalah satu lintasan saat kita mulai dari titik yang dimaksud akan kembali lagi ke titik tersebut tanpa terputus dan tidak memandang seberapa jauh atau dekat lintasan yang kita tempuh. Rangkaian listrik merupakan dasar dari teori rangkaian pada teknik elektro yang menjadi dasar atau fundamental bagi ilmu-ilmu lainnya seperti elektronika, sistem daya, sistem komputer, putaran mesin, dan teori kontrol.

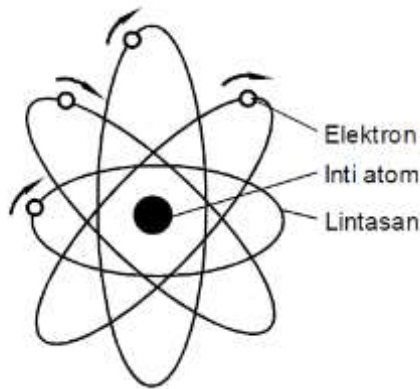
1.3.2 Atom dan elektron

Kita potong-potong suatu benda padat, misalnya tembaga, kedalam bagian bagian yang selalu lebih kecil, dengan demikian maka pada akhirnya kita dapatkan suatu atom. Kata atom berasal dari bahasa Yunani dan berarti “tidak dapat dibagi”. Dalam beberapa waktu kemudian barulah dapat ditemukan buktinya melalui percobaan, bahwa benda padat tersusun atas atom. Dari banyak hasil percobaan ahli fisika seperti Rutherford dan Bohr menarik kesimpulan, bahwa suatu atom harus tersusun mirip seperti sistim tata surya kita (gambar 1.1).



Gambar 1.1 Model sistim tata surya

Dari gambaran model ini atom terdiri atas matahari sebagai inti atom dan disekitar inti pada lintasan berbentuk lingkaran atau ellips beredar planet sebagai elektron-elektron. Lintasannya mengelilingi inti dan membentuk sesuatu yang disebut dengan kulit elektron (gambar 1.2).



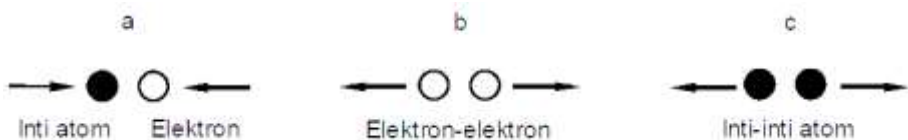
Gambar 1.2 Model atom

Elektron-elektron pada kulit terluar disebut elektron valensi, mereka terletak paling jauh dari inti dan oleh karena itu paling baik untuk dipengaruhi dari luar. Elektron mengelilingi inti atom dengan kecepatan yang sangat tinggi (± 2200 km/det.). Pada gerakan melingkar, meski berat elektron tidak seberapa, maka disini harus bertindak suatu gaya sentrifugal yang relatif besar, yang bekerja dan berusaha untuk melepaskan elektron keluar dari lintasannya. Sekarang tenaga apakah yang menahan elektron tetap pada lintasannya mengitari inti ?

Tenaga yang menahan bumi tetap pada lintasannya adalah gravitasi. Gravitasi antara elektron-elektron dan inti atom belum mencukupi, sebagaimana terbukti secara perhitungan, dan tidak dapat menahan elektron-elektron yang terjauh untuk tetap pada lintasannya. Oleh karena itu disini harus bertindak suatu tenaga lain, yaitu tenaga listrik. Diantara inti atom dan elektron terdapat tenaga listrik.

Tenaga listrik semacam ini sederhana membuktikannya. Kita gosokkan penggaris mika (bahan sintetis/plastik) dengan suatu kain wol, maka pada bahan ini bekerja suatu gaya tarik terhadap kertas, yang pada prinsipnya lebih besar daripada tenaga gravitasi. Yang bertanggung jawab terhadap tenaga listrik kita sebut muatan listrik.

Terhadap inti atom, elektron bersifat menjalankan suatu tenaga listrik. Jadi elektron memiliki muatan listrik. Kita katakan elektron sebagai suatu pembawa muatan. Oleh karena inti atom juga mempunyai sifat menjalankan tenaga listrik, maka inti atom juga mempunyai muatan listrik. Hal ini terbukti bahwa elektron-elektron tidak saling tarik-menarik, melainkan tolak-menolak. Demikian pula tingkah laku inti atom (gambar 1.3).



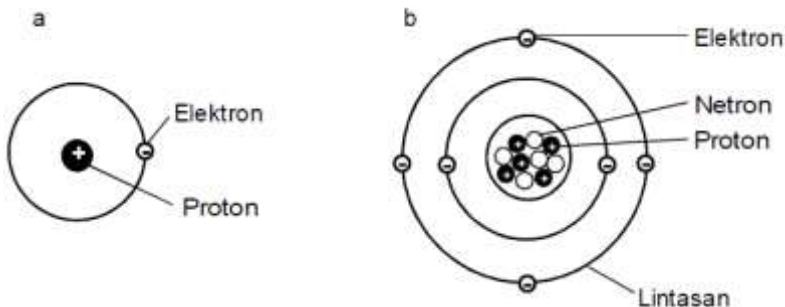
Gambar 1.3 Efek dinamis antara inti atom dan elektron

Oleh karena elektron-elektron saling tolak-menolak, inti atom dan elektron saling tarik-menarik, maka inti atom harus berbeda muatan dengan elektron, artinya membawa suatu jenis muatan yang berbeda dengan muatan elektron. Muatan inti atom dinamakan muatan positif dan muatan elektron dinamakan muatan negatif. Dengan demikian untuk muatan listrik berlaku : **Muatan-muatan yang sama saling tolak-menolak, muatan-muatan yang berbeda saling tarik-menarik.**



Gambar 1.4 Efek dinamis muatan-muatan listrik

Atom hidrogen memperlihatkan susunan yang paling sederhana. Terdiri atas sebuah elektron dan sebuah proton (biasa disebut inti atom). Elektron sebagai pembawa muatan listrik terkecil dinamakan muatan elementer. **Elektron adalah pembawa muatan elementer negatif, proton merupakan pembawa muatan elementer positif.**



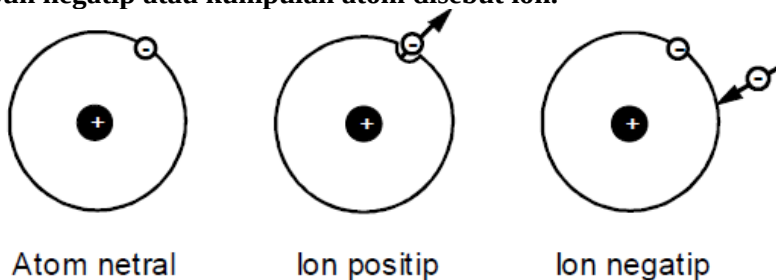
Gambar 1.5 Gambar skema atom

Muatan elementer negatif elektron sama besarnya dengan muatan elementer positif proton. Oleh karenanya muatan-muatan atom memiliki pengaruh yang persis sama. Atom secara listrik bersifat netral. **Atom netral**

terdiri atas muatan positif yang sama banyaknya dengan muatan negatif.

Atom karbon misalnya memiliki 6 elektron dan juga 6 proton. Selain proton inti atom juga mengandung bagian yang secara listrik bersifat netral, yang biasa disebut dengan netron. Proton dan netron menentukan berat atom yang sebenarnya. Atom yang lain semuanya berjumlah 103 buah dengan susunan yang hampir sama. Pembagian elektron pada lintasan elektron berdasarkan pada aturan tertentu. Namun jumlah elektron tetap selalu sama dengan jumlah proton.

Atom kehilangan sebuah elektron, dengan demikian maka atom tersebut memiliki lebih banyak muatan positifnya daripada muatan negatif. Atom yang secara utuh bermuatan positif, melaksanakan suatu reaksi listrik, yaitu menarik muatan negatif. Atom yang ditambah/diberi sebuah elektron, maka secara utuh dia bermuatan negatif dan menarik muatan positif. Atom yang bermuatan seperti ini sebaliknya dapat juga menarik muatan yang berbeda, berarti atom tersebut bergerak. Atas dasar inilah maka atom seperti ini dinamakan ion (ion = berjalan, bhs. Yunani). **Atom bermuatan positif maupun negatif atau kumpulan atom disebut ion.**



Gambar 1.6 Skema pembentukan ion

Dapat disimpulkan bahwa: **Kelebihan elektron menghasilkan muatan negatif, kekurangan elektron menghasilkan muatan positif.**

1.3.3 Arus Listrik

Pada pembahasan tentang rangkaian listrik, perlu kiranya kita mengetahui terlebih dahulu beberapa hal mengenai apa itu yang dimaksud dengan listrik. Untuk memahami tentang listrik, perlu kita ketahui terlebih dahulu pengertian dari arus. Arus merupakan perubahan kecepatan muatan terhadap waktu atau muatan yang mengalir dalam satuan waktu dengan simbol i (dari kata Perancis : *intensite*), dengan kata lain arus adalah muatan yang bergerak. Selama muatan tersebut bergerak maka akan muncul arus tetapi

ketika muatan tersebut diam maka arus pun akan hilang. Muatan akan bergerak jika ada energi luar yang mempengaruhinya. Muatan adalah satuan terkecil dari atom atau sub bagian dari atom. Dimana dalam teori atom modern menyatakan atom terdiri dari partikel inti (proton bermuatan + dan neutron bersifat netral) yang dikelilingi oleh muatan elektron (-), normalnya atom bermuatan netral.

Muatan terdiri dari dua jenis yaitu muatan positif dan muatan negative. Arah arus searah dengan arah muatan positif (arah arus listrik) atau berlawanan dengan arah aliran elektron. Suatu partikel dapat menjadi muatan positif apabila kehilangan elektron dan menjadi muatan negatif apabila menerima elektron dari partikel lain. Coulomb adalah unit dasar dari satuan International yang digunakan untuk mengukur muatan listrik.

Karena arah arus adalah searah dengan arah muatan positif, maka jumlah muatan yang lewat adalah jumlah muatan positif.

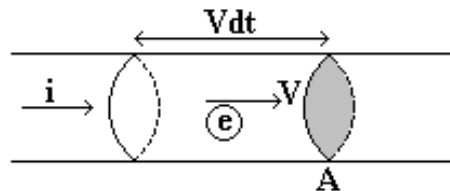
$$i = \frac{dq}{dt}$$

dq = jumlah muatan (Coulomb)

dt = selisih waktu (detik)

i = kuat arus

Satuan dari kuat arus adalah Coulomb/detik yang tidak lain adalah : Ampere. Ditinjau dari dari suatu konduktor dengan luas penampang A dalam suatu interval dt ; maka jumlah muatan yang lewat penampang tersebut adalah jumlah muatan yang terdapat dalam suatu silinder dengan luas penampang A , yang panjangnya $V dt$.



Bila n adalah partikel persatuan volume dan e muatan tiap partikel.

$$dq = n.e.V.A.dt$$

sehingga diperoleh besarnya : $i = \frac{dq}{dt} = n.e.V.A$ Ampere

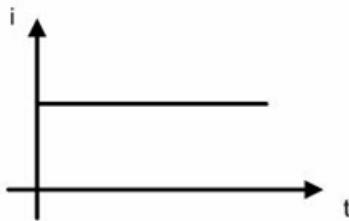
Rapat arus J didefinisikan sebagai kuat arus persatuan luas. $J = \frac{i}{A} = n.e.V$

Ampere/m²

Dalam teori rangkaian arus merupakan pergerakan muatan positif. Ketika terjadi beda potensial disuatu elemen atau komponen maka akan muncul arus dimana arah arus positif mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah dan arah arus negatif mengalir sebaliknya. Macam-macam arus:

1. Arus searah (DC)

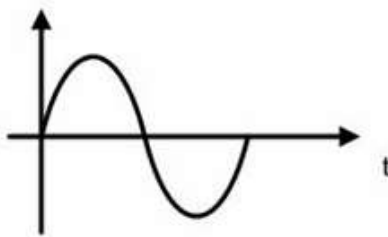
Arus DC adalah arus yang mempunyai nilai tetap atau konstan terhadap satuan waktu, artinya dimana pun kita meninjau arus tersebut pada waktu berbeda akan mendapatkan nilai yang sama.



Gambar 1.7 Salah satu bentuk arus DC

2. Arus bolak-balik (AC)

Arus AC adalah arus yang mempunyai nilai yang berubah terhadap satuan waktu dengan karakteristik akan selalu berulang untuk perioda waktu tertentu (*mempunyai perioda waktu : T*).

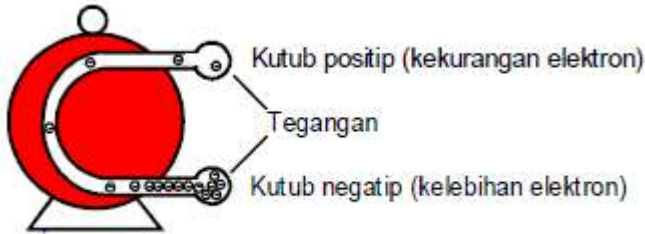


Gambar 1.8 Salah satu bentuk arus AC

1.3.4 Tegangan listrik

Elektron-elektron untuk Bergeraknya memerlukan suatu mesin penggerak, yang mirip dengan sebuah pompa, dimana pada salah satu sisi rangkaian listrik elektron-elektronnya “didorong kedalam”, bersamaan

dengan itu pada sisi yang lain “menarik” elektron-elektron. Mesin ini selanjutnya disebut sebagai pembangkit tegangan atau sumber tegangan. Dengan demikian pada salah satu klem dari sumber tegangan kelebihan elektron (kutub -), klem yang lainnya kekurangan elektron (kutub +). Maka antara kedua klem terdapat suatu perbedaan penempatan elektron. Keadaan seperti ini dikenal sebagai tegangan. Tegangan listrik U adalah merupakan perbedaan penempatan elektron-elektron antara dua buah titik.



Gambar 1.9 Sumber tegangan

Satuan SI yang ditetapkan untuk tegangan adalah Volt

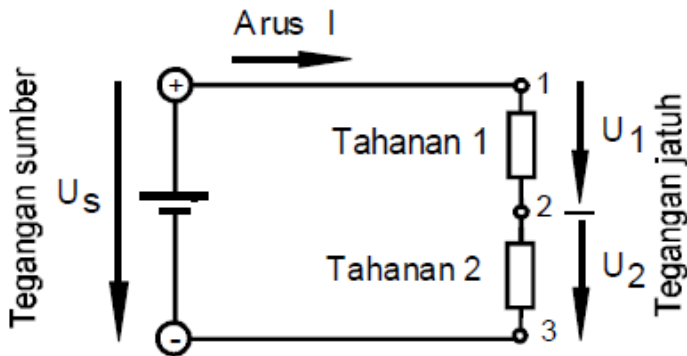
Simbol formula untuk tegangan adalah U

Simbol satuan untuk Volt adalah V

Pembagian dan kelipatan satuan :

1 MV = 1 Megavolt	=	1000000 V = 10^6 V
1 kV = 1 Kilovolt	=	1000 V = 10^3 V
1 mV = 1 Millivolt	=	1/1000 V = 10^{-3} V
1 μ V = 1 Mikrovolt	=	1/1000000 V = 10^{-6} V

Ketetapan satuan SI untuk 1V didefinisikan dengan bantuan daya listrik. Pada rangkaian listrik dibedakan beberapa macam tegangan, yaitu tegangan sumber dan tegangan jatuh (lihat gambar 1.10).



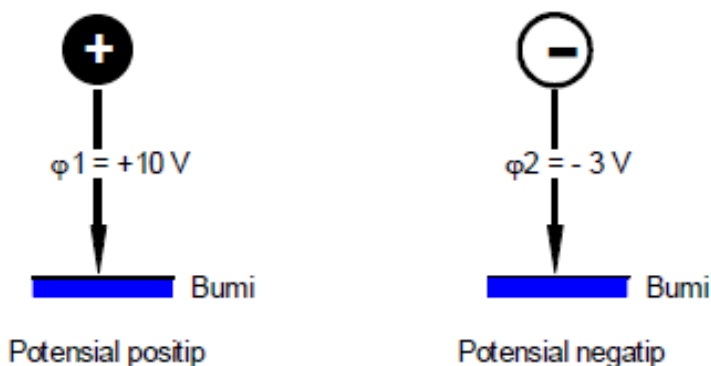
Gambar 1.10 Tegangan sumber dan tegangan jatuh pada suatu rangkaian

Tegangan sumber (simbol U_s) adalah tegangan yang dibangkitkan didalam sumber tegangan. Dan dengan demikian maka tegangan sumber merupakan penyebab atas terjadinya aliran arus. Tegangan sumber didistribusikan ke seluruh rangkaian listrik dan digunakan pada masing-masing beban. Serta disebut juga sebagai : "Tegangan jatuh pada beban." Dari gambar 1.10, antara dua titik yang manapun pada rangkaian arus, misal antara titik 1 dan 2 atau antara titik 2 dan 3, maka hanya merupakan sebagian tegangan sumber yang efektif. Bagian tegangan ini disebut tegangan jatuh atau tegangan saja. Tegangan jatuh atau secara umum tegangan (simbol U) adalah tegangan yang digunakan pada beban.

Kita tempatkan elektron-elektron pada bola logam berlawanan dengan bumi, maka antara bola dan bumi terdapat perbedaan penempatan elektron-elektron, yang berarti suatu tegangan.

Tegangan antara benda padat yang bermuatan dengan bumi
atautitik apa saja yang direkomendasi disebut *potensial* (simbol

Satuan potensial adalah juga Volt. Tetapi sebagai simbol formula untuk potensial digunakan huruf Yunani ϕ (baca : phi). Bumi mempunyai potensial $\phi = 0 \text{ V}$.



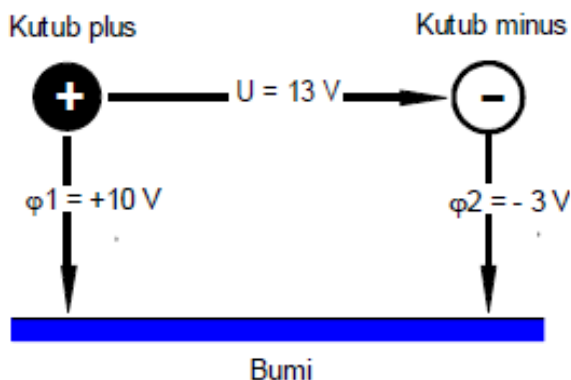
Gambar 1.11 Potensial

Potensial bola menjadi positif terhadap bumi, jika elektron-elektron bola diambil (misal $\phi_1 = +10 \text{ V}$, lihat gambar 1.11).

Potensial bola menjadi negatif terhadap bumi, jika ditambahkan elektron-elektron pada bola (misal $\phi_2 = -3 \text{ V}$). Jika suatu bola $\phi_1 = +10 \text{ V}$ dan yang lain $\phi_2 = -3 \text{ V}$ (gambar 1.11), maka antara dua buah bola tersebut terdapat suatu perbedaan penempatan elektron-elektron dan dengan demikian maka besarnya tegangan dapat ditentukan dengan aturan sebagai berikut :

$$\underline{U} = \phi_1 - \phi_2 = +10 \text{ V} - (-3 \text{ V}) = +10 \text{ V} + 3 \text{ V} = \underline{13 \text{ V}}$$

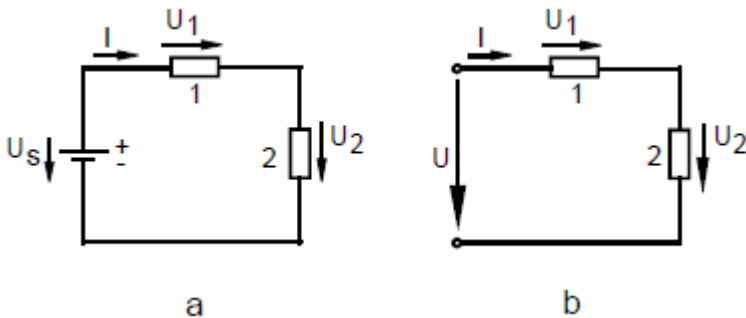
Dalam hal ini bola bermuatan positif dibuat dengan tanda kutub plus dan bola bermuatan negatif dengan kutub minus.



Gambar 1.12 Potensial dan tegangan

Suatu tegangan antara dua buah titik dinyatakan sebagai perbedaan potensial titik-titik tersebut. Tegangan = perbedaan potensial (potensial difference) Tegangan selalu mempunyai arah reaksi tertentu, yang dapat digambarkan melalui suatu anak panah tegangan. Normalisasi anak panah tegangan untuk arah tegangan positif ditunjukkan dari potensial tinggi (misalnya kutub plus) menuju ke potensial rendah (misal kutub minus), dalam hal ini memperlihatkan potensial tingginya adalah positif dan potensial rendahnya adalah negatif.

Untuk menentukan rangkaian arus sangatlah tepat menggunakan normalisasi ketetapan arah tersebut. Pada pelaksanaan praktiknya hal ini berarti : Anak panah tegangan untuk sumber tegangan adalah mengarah dari kutub plus menuju ke kutub minus. Anak panah tegangan untuk tegangan jatuh adalah searah dengan arah arus secara teknik, disini arus selalu mengalir dari potensial tinggi menuju ke potensial rendah (gambar 1.13).



Gambar. 1.13 Rangkaian arus dengan anak panah tegangan

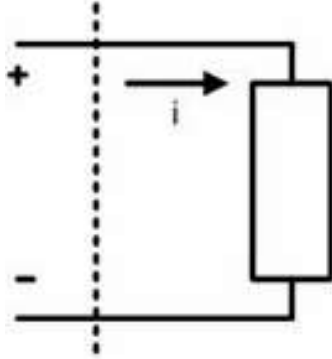
1.3.5 Energi

Kerja yang dilakukan oleh gaya sebesar satu Newton sejauh satu meter. Jadi energi adalah sesuatu kerja dimana kita memindahkan sesuatu dengan mengeluarkan gaya sebesar satu Newton dengan jarak tempuh atau sesuatu tersebut berpindah dengan selisih jarak satu meter.

Pada alam akan berlaku hukum Kekekalan Energi dimana energi sebetulnya tidak dapat dihasilkan dan tidak dapat dihilangkan, energi hanya berpindah dari satu bentuk ke bentuk yang lainnya. Contohnya pada pembangkit listrik, energi dari air yang bergerak akan berpindah menjadi energi yang menghasilkan energi listrik, energi listrik akan berpindah menjadi energi cahaya jika anergi listrik tersebut melewati suatu lampu, energi cahaya akan berpinda menjadi energi panas jika bola lampu tersebut pemakaiannya lama, demikian seterusnya. Untuk menyatakan apakah energi

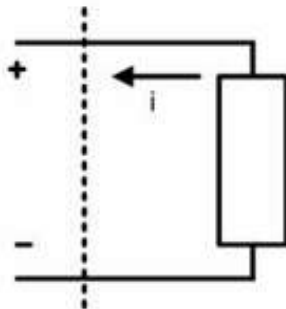
dikirim atau diserap tidak hanya polaritas tegangan tetapi arah arus juga berpengaruh.

Elemen/komponen listrik digolongkan menjadi: Menyerap energi. Jika arus positif meninggalkan terminal positif menuju terminal elemen/komponen, atau arus positif menuju terminal positif elemen/komponen tersebut.



Gambar 1.14 elemen menyerap energi

Mengirim energi. Jika arus positif masuk terminal positif dari terminal elemen/komponen, atau arus positif meninggalkan terminal positif elemen/komponen. Energi yang diserap/dikirim pada suatu elemen yang bertegangan v dan muatan yang melewatinya Δq adalah $\Delta w = v\Delta q$ Satuannya : Joule (J)



Gambar 1.15 elemen menyerap energi

1.3.6 Daya

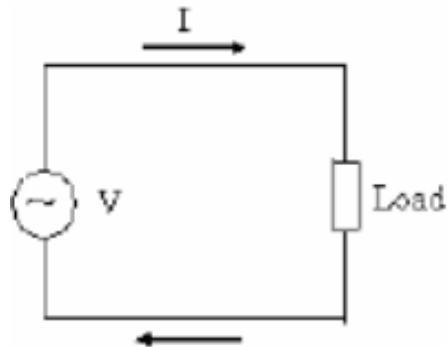
Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk

melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau Horsepower (HP), Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt. Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan :

$$P = V \times I$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \cos \phi$$

$$P = \text{Watt}$$



Gambar 1.16 Arah aliran arus listrik

1.4 PENUTUP

1.4.1 Tugas dan Diskusi

1. Tersusun oleh apakah suatu atom ?
2. Apa yang dimaksud dengan elektron valensi ?
3. Apa satuan dan simbol kuat arus listrik ?
4. Berapakah besarnya 0,1 A; 0,006 A; 2,5 A bila ditransfer kedalam mA ?
5. Berapakah besarnya 0,0025 A; 5 mA; 0,025 A bila ditransfer kedalam A ?
6. Sebuah akkumulator dapat memberikan muatan listrik sebesar 24 Ah. Berapa hari akkumulator tersebut dapat tetap terhubung pada instalasi alarm, jika dia harus terus-menerus memberikan arus sebesar 0,2 A ?
7. Berapa V besarnya 1500 mV; 550 mV; 2,5 kV ?
8. Berapa mV besarnya 0,2 V; 0,0035 V; 15 V ?

DAFTAR PUSTAKA

- Joseph A. Edminister (1984). “Teori dan Soal- soal Rangkaian Listrik” edisi kedua, Ir. Sahat Pakpahan, Seri buku schum..
- Muhammad Ramdhani (2008). “Rangkaian listrik”. Penerbit Erlangga.
- Arzan (2014). Rangkaian Listrik I. Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh

DAFTAR PUSTAKA

- Joseph A. Edminister (1984). “Teori dan Soal - soal Rangkaian Listrik” edisi kedua, Ir. Sahat Pakpahan, Seri buku schum.
- Muhammad Ramdhani (2008). “Rangkaian listrik”. Penerbit Erlangga.
- Arzan (2014). Rangkaian Listrik I. Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
- Grabel, Arvin.dkk. 1981. “Dasar-dasar Elektro Teknik”. Jakarta : ERLANGGA
- Neidle, Michael. 1991. “Teknologi Instalasi Listrik”. Jakarta : ERLANGGA
- Zukhri, Zainudin. 2000. “Analisis Rangkaian”. Yogyakarta : J & J Learning

Buku Bahan Ajar Rangkaian Listrik (Konsep Dasar dan Analisis Perhitungan) merupakan penjabaran dari mata kuliah Rangkaian Listrik dan dapat di implementasikan untuk perkuliahan teori Rangkaian Listrik I pada Jurusan Pendidikan Teknik Elektro di Perguruan Tinggi. Materi Buku Bahan Ajar Rangkaian Listrik (Konsep Dasar dan Analisis Perhitungan) adalah Konsep dasar rangkaian listrik, Elemen rangkaian listrik, hukum-hukum dan teori-teori kelistrikan, impedansi kompleks, dan Teorema Rangkaian yang merupakan pondasi bagi ilmu Pendidikan Teknik Elektro. Pembahasan dimulai dari Konsep dasar rangkaian listrik hingga Teorema Rangkaian listrik. Disamping pembentukan dasar yang kokoh mengenai prinsip- prinsip kelistrikan klasik, ditekankan pula mengenai evaluasi dan pendalaman mengenai materi rangkaian listrik Tteori-teori modern serta kemampuan dalam memecahkan masalah. Dengan pemberian contoh fenomena alam atau kejadian sehari-hari yang berhubungan dengan kelistrikan, mahasiswa akan lebih memiliki rasa ingin tahu (curiosity) dan termotivasi untuk belajar.



CV. Tahta Media Group
Surakarta, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.com
Ig : tahtamedia group
Telp/WA : +62 896-5427-3996

ISBN 978-623-147-139-0 (PDF)



9 786231 471390