ANALISIS DAN TEOREMA
RANGKAIAN LISTRIK DC

Buku ini membahas secara lengkap konsep dasar hingga metode analisis lanjutan dalam rangkaian listrik arus searah (DC). Materi disusun secara sistematis, dilengkapi dengan contoh perhitungan, latihan soal dan pembahasan untuk membantu memahami teori dan penerapannya secara praktis

Pokok Pembahasan

- *Besaran Dasar Listrik*
- *Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff*
- *Rangkaian Seri, Paralel dan Kombinasi*
- *Metode Arus Cabang, Node dan Mesh*
- *Teorema Superposisi*
- *Teorema Thevenin dan Norton*
- *Transformasi Sumber*
- *Transfer Daya Maksimum*
- *Analisis Daya dan Energi*
- *Aplikasi Rangkaian DC*

Penerbit : ISTN

ANALISIS DAN TEOREMA RANGKAIAN LISTRIK DC

2026

ANALISIS DAN TEOREMA
RANGKAIAN LISTRIK DC

HARLAN EFFENDI

ANALISIS DAN THEOREMA RANGKAIAN LISTRIK DC

Konsep Dasar, Metode Analisis, dan Penyelesaian Rangkaian Arus Searah

Harlan Effendi ST.MT

ISTN

2026

Analisa dan Theorema Rangkaian Listrik DC

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Judul:
Analisa dan Theorema Rangkaian Listrik DC

Penulis:
Harlan Effendi, ST.MT

Editor:
Poedji Oetomo, ST. MT

ISBN:

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karuniaNya, buku **Analisis dan Theorema Rangkaian Listrik DC** dapat disusun.

Buku ini disusun sebagai bahan pembelajaran untuk memahami prinsip dasar rangkaian listrik arus searah (Direct Current/DC), mulai dari konsep dasar listrik, hukum - hukum fundamental, metode analisis rangkaian, hingga penerapan berbagai teorema dalam penyederhanaan rangkaian listrik kompleks.

Pemahaman mengenai rangkaian listrik DC merupakan dasar penting dalam bidang teknik elektro, elektronika, sistem kontrol, telekomunikasi, dan berbagai teknologi modern. Konsep seperti Hukum Ohm, Hukum Kirchhoff, analisis node, analisis mesh, Teorema Superposisi, Teorema Thevenin, dan Teorema Norton menjadi dasar dalam menganalisis sistem kelistrikan.

Buku ini dilengkapi dengan penjelasan teori, rumus, contoh penyelesaian, serta latihan soal untuk membantu pembaca memahami konsep secara sistematis.

Semoga buku ini dapat menjadi referensi pembelajaran bagi mahasiswa, siswa teknik, praktisi, maupun siapa saja yang ingin memahami analisis rangkaian listrik DC.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR…… i

DAFTAR ISI……..…. ii

DAFTAR GAMBAR……..…… iv

DAFTAR TABEL……..…. v

BAB 1 PENDAHULUAN RANGKAIAN LISTRIK DC……...… 1

1.1 PengertianRangkaianListrik…… 1
1.2 KonsepArusSearah…….…… 1
1.3 ElemenDasar Rangkaian…….….. 2
1.4 Sistem Satuan Listrik……. 2
1.5 Konsep Dasar Analisis Rangkaian……..…... 3
1.6 Contoh Soal Dasar …….…… 3

BAB 2. BESARAN DASAR LISTRIK ……...……. 5

2.1 Pendahuluan …….. 5
2.2 Muatan Listrik …….. 5
2.3 Arus Listrik ……..…….. 6
2.4 Tegangan Listrik ……..….. 8
2.5 Hambatan Listrik …….. 9
2.6 Hukum Ohm ……. 10
2.7 Daya Listrik …….. 10
2.8 Energi Listrik …… 11

BAB 3 KOMPONEN RANGKAIAN LISTRIK DC ……. 13

3.1 Pendahuluan …….. 13
3.2 Komponen pasif …… 13
3.3 Resistor ……. 13
3.4 Kapasitor …….. 15
3.5 Induktor …… 17
3.6 komponen aktif ……. 18
3.7 Sumber Tegangan ……. 19
3.8 Sumber Arus ……. 19
3.9 tranformasi sumber …….. 19

BAB 4 HUKUM DASAR RANGKAIAN LISTRIK ……..…. 21

4.1 Pendahuluan …….. 21

4.2 Hukum Ohm ……. 21
4.3 Hukum Kirchhoff Arus ……..…… 23
4.4 Hukum Kirchhoff Tegangan ……..…. 24
4.5 Konsep Node dan Loop ……..…… 25

BAB 5 RANGKAIAN SERI DAN PARALEL ……...…. 28

5.1 Pendahuluan …….. 28
5.2 Rangkaian Seri …….. 28
5.3 Rangkaian Paralel ……. 30
5.4 Pembagi Tegangan …… 31
5.5 Pembagi Arus …… 32
5.6 Rangkaian Kombinasi ……..….. 33
5.7 Aplikasi rangkaian seri pararel ……..…… 34

BAB 6 METODE ANALISIS RANGKAIAN …….. 36

6.1 Pendahuluan ……. 36
6.2 Metode Arus Cabang …… 36
6.3 Metode Tegangan Simpul …… 37
6.4 rangkaian Node pada Rangkaian dua node …….. 39
6.5 Metode Arus Loop …… 39
6.6 Perbandingan metode node dan mesh …….. 41
6.7 Supernode …… 41
6.8 Supermesh …… 42
6.9 Pemilian Meode Analisa ……. 42

BAB 7 TEOREMA SUPERPOSISI ……. 44

7.1 Pendahuluan ……. 44
7.2 Pengertian Theorem Superposisi ……. 44
7.3 Syarat Pengunaan teorema superposisi …… 45
7.4 Perinsip dasar superposisi …… 45
7.5 Cara mematikan sumber …….. 45
7.6 Langkah Penyelesaian ……. 46
7.7 Contoh soal ……. 47
7.8 Contoh analisis superposisi dua sumber …….. 48
7.9 Kelebihan theorem super posisi ……..….. 48
7.10 Keterbatasan theorem super posissi ……..…….. 49
7.11 Penerapan super posisi ……..…….. 49

BAB 8 TEOREMA THEVENIN …….. 50

8.1 Pendahuluan ……. 50
8.2 Pengertian theorem thevenin …… 50
8.3 Tujuan theorem thevenin ……. 51

8.4 Konsep dasar Thevenin …… 51
8.5 Langkah menentukan rangkaian Thevenin …….. 52
8.6 perhitungan arus beban menggunakan thevenin ……. 53
8.7 Contoh soal ……. 53
8.8 Perbedaan rangkaian Thevenin …….. 55
8.9 Hubungan Thevenin dengan Norton …….. 55
8.10 Aplikasi ……. 55

BAB 9 TEOREMA NORTON ……. 57

9.1 Pendahuluan …… 57
9.2 Pengertian …… 57
9.3 Tujuan ……. 58
9.4 Konsep …… 58
9.5 Parameter …… 58
9.6 Langkah …….. 59
9.7 Menghitung arus beban …….. 60
9.8 Contoh soal ……..…… 60
9.9 Hubungan Norton degan thevenin ……..…. 62
9.10 Perbandingan thevenin dengan Norton …… 62
9.11 Kelebihan Norton ……. 62
9.12 Keterbatasan Norton ……. 62
9.13 Aplikasi Norton …… 63

BAB 10 TRANSFORMASI SUMBER ……. 64

10.1 Pendahuluan ……..…… 64
10.2 Konsep ……..……. 64
10.3 Sumber tegangan ……..…….. 64
10.4 Sumber arus ……..……. 65
10.5 Prinsip Kesetaraan Transformasi Sumber ……..…… 65
10.6 Trasformasi sumber ……..……. 66
10.7 Tranformasi arus menjaditegangan ……...……. 67
10.8 Hubungan sumber Thevenin dan Norton ……..…… 67
10.9 Contoh trasformasi ……..... 68
10.10 Trasformasi rangkaian komles ……..…... 68
10.11 Kesalahan umum ……...…… 69
10.12 Aplikasi ……..…….. 69

.

BAB 11 TRANSFER DAYA MAKSIMUM ……. 71

11.1 Pendahuluan …….…….. 71
11.2 Trasfer daya maximum …….….. 71
11.4.Daya pada beban …… 72
11.5 Kondisi daya maximum ……. 72
11.6 Penurunan rumus ……... 73
11.7 Nilai daya …….…….. 73
11.8 Contoh soal ……..…… 73

11.9 Effisiensi transfer daya ……..…….. 74
11.10 Perbandingan daya ……... 75
11.11 Aplikasi ……..….. 75
11.12 Hubungan dengan theory thevenin …….……. 76

BAB 12 ANALISIS DAYA DAN ENERGI …… 78

12.1 Pendahuluan …….….. 78
12.2 Pengertian …….….. 78
12.3 Rumus dasar …….….. 79
12.4 Persamaan daya …….. 79
12.5 Daya resistor ……..…. 80
12.6 Daya rangkaian seri …….…... 80
12.7 Daya rangkaian pararel …….…….. 81
12.8 Energi listrik …….…….. 82
12.9 Satuan energy listrik ……. 83
12.10 Efisiensi energy …… 83
12.11 Kekealan energy …….….. 84
12.12 Analisa daya ……. 84
12.13 Aplikasi analisis daya dan energy …….…… 85

BAB 13 LATIHAN DAN PEMBAHASAN …… 87

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Simbol sumber tegangan…… 2
Gambar 1.2 Simbol sumber arus…… 2
Gambar 2.1.Struktur Atom …… 5
Gambar 2.2 Aliran arus konvensional …… 7
Gambar 2.3 Aliran arus Elektron…… 7
Gambar 3.1.Resistor …… 13
Gambar 3.2 Kapasitor …… 15
Gambar 3.3 Induktor…… 17
Gambar 3.4.Sumber arus DC …… 19
Gambar 4.1.Titik hubung (Node)…… 23
Gambar 4.2 Rangkaian tertutup…… 25
Gambar 5.1 Bentuk sederhana rangkaian seri:…… 28
Gambar 5.2 Bentuk sederhana rangkaian pararel…… 31
Gambar 5.3.Rangkaian campuran seri- pararel…… 33
Gambar 6.1 Ground …… 38
Gambar 6.2 Rangkaian tegangan Node…… 39
Gambar 6.3 Rangkaian seri resistor…… 40
Gambar 7.1 Rangkaian super posisi…… 48
Gambar 8.1.Rangkaian Thevenin …… 50
Gambar 8.2 Jaringan kompleks …… 51
Gambar 8.3 Rangkaian perubahan …… 51
Gambar 9.1.Rangkaian Norton …… 57
Gambar 9.2 Rangkaian asli …… 58
Gambar 9.3 Rangkaian perubahan …… 58
Gambar 10.1 Rangkaian umum…… 65
Gambar 10.2 Rangkaian sumber arus…… 65
Gambar 11.1 Transfer daya…… 72

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Besaran listrik……..… 3
Tabel 6.1 Perbandingan metode Node dan Mesh…… 41
Tabel 8.1 Perbedaan rangkaian asli dengan rangkaian Thevenin…… 55
Tabel 9.1 Perbandingan analisa Thevenin dengan analisa Norton…….…..… 62

BAB 1

RANGKAIAN LISTRIK DC

1.1 Pengertian Rangkaian Listrik

Rangkaian listrik adalah susunan beberapa komponen listrik yang saling terhubung sehingga memungkinkan arus listrik mengalir melalui jalur tertentu.

Sebuah rangkaian listrik minimal terdiri dari:

1. Sumber energi listrik
2. Penghantar listrik
3. Beban listrik
4. Sistem pengendali

Contoh sumber energi listrik:

- Baterai
- Aki
- Power supply DC
- Sel surya

Contoh beban listrik:

- Lampu
- Motor DC
- Resistor
- Komponen elektronika

1.2 Pengertian Arus Searah (DC)

Arus searah atau Direct Current (DC) merupakan jenis arus listrik yang mengalir dalam satu arah dengan nilai tegangan yang tetap terhadap waktu.

Pada rangkaian DC, polaritas sumber tegangan tidak berubah. Terminal positif selalu memiliki potensial lebih tinggi dibandingkan terminal negatif.

Contoh sumber DC:

- Baterai 1,5 Volt
- Aki 12 Volt
- Power supply DC

Berbeda dengan arus bolak-balik (AC), arus DC memiliki arah aliran yang tetap sehingga banyak digunakan pada perangkat elektronik.

1.3. Elemen Dasar Rangkaian DC

Dalam analisis rangkaian listrik terdapat dua jenis elemen utama.

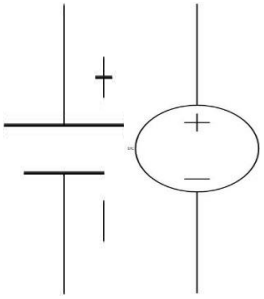
1. Elemen Aktif

Elemen aktif adalah komponen yang mampu menghasilkan energi listrik.

Contoh:

a. Sumber Tegangan

Sumber tegangan menghasilkan beda potensial yang menyebabkan arus mengalir.



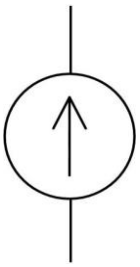
Gambar 1. 1 Simbol sumber tegangan

Contoh:

Baterai 12 Volt memberikan beda potensial sebesar 12 Volt antara terminal positif dan negatif.

b. Sumber Arus

Sumber arus menghasilkan arus tertentu yang mengalir pada rangkaian.



Gambar 1.2 Simbol sumber arus

Contoh:

Sumber arus 2 Ampere akan mempertahankan arus sebesar 2 Ampere pada rangkaian.

1.4 Sistem Satuan Listrik

Besaran listrik menggunakan satuan internasional (SI).

Tabel 1.1 Besaran listrik

Besaran	Simbol	Satuan
Tegangan	V	Volt
Arus	I	Ampere
Hambatan	R	Ohm
Daya	P	Watt
Energi	W	Joule

1.5 Konsep Dasar Analisis Rangkaian

Analisis rangkaian listrik merupakan proses menentukan nilai:

- Arus pada setiap cabang
- Tegangan setiap komponen
- Daya yang digunakan
- Resistansi total rangkaian

Tujuan utama analisis rangkaian adalah mengetahui perilaku sistem listrik berdasarkan hubungan antar komponennya.

Untuk menyelesaikan masalah rangkaian DC digunakan beberapa hukum dan metode:

1. Hukum Ohm
2. Hukum Kirchhoff
3. Metode arus loop
4. Metode tegangan node
5. Teorema rangkaian

1.6. Contoh Soal Dasar

Sebuah resistor memiliki hambatan 10 Ω dan diberikan tegangan 20 Volt. Tentukan besar arus yang mengalir.

Diketahui:

V = 20 Volt

R = 10 Ω

Ditanya:

I = ?

Penyelesaian:

Berdasarkan Hukum Ohm:

$$V = I.R$$

Maka:

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

$$I = \frac{20}{10}$$

$$I = 2\ A$$

Jadi arus yang mengalir pada resistor adalah: **2 Ampere**

Latihan BAB 1

1. Jelaskan pengertian rangkaian listrik DC.
2. Sebutkan tiga contoh sumber listrik DC.
3. Sebuah rangkaian memiliki tegangan 24 Volt dan hambatan 12 Ohm. Hitung arus yang mengalir.
4. Jelaskan perbedaan utama antara listrik DC dan AC.

Kesimpulan BAB 1

Rangkaian listrik DC merupakan sistem kelistrikan dengan arah arus tetap. Pemahaman konsep tegangan, arus, hambatan, dan sumber listrik menjadi dasar sebelum melakukan analisis rangkaian yang lebih kompleks.

BAB 2

BESARAN DASAR LISTRIK

2.1 Pendahuluan

Untuk memahami dan menganalisis rangkaian listrik DC, diperlukan pemahaman mengenai besaran-besaran listrik dasar. Besaran listrik menunjukkan karakteristik suatu sistem listrik dan menjadi dasar dalam melakukan perhitungan rangkaian.

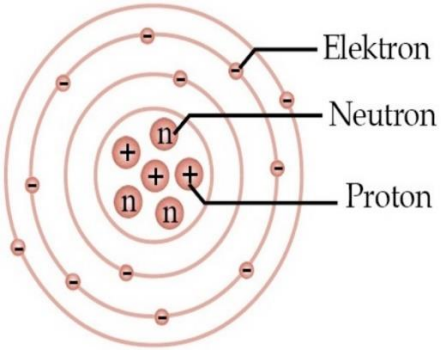
Besaran utama dalam rangkaian listrik meliputi:

1. Muatan listrik
2. Arus listrik
3. Tegangan listrik
4. Hambatan listrik
5. Daya listrik
6. Energi listrik

Setiap besaran memiliki hubungan matematis yang digunakan dalam analisis rangkaian.

2.2. Muatan Listrik

Muatan listrik merupakan sifat dasar yang dimiliki oleh partikel penyusun atom. Muatan listrik menyebabkan terjadinya gaya listrik antar partikel.



Gambar 2.1. Struktur Atom

Atom terdiri dari:

- Proton yang memiliki muatan positif (+)
- Elektron yang memiliki muatan negatif (-)
- Neutron yang tidak memiliki muatan

Dalam sistem satuan internasional, muatan listrik dinyatakan dalam Coulomb (C).

Simbol muatan listrik: Q

Hubungan muatan dengan jumlah elektron:

$Q = n . e$

Keterangan:

Q = muatan listrik (C)

n = jumlah elektron

e = muatan elektron

Nilai muatan elektron:

$e = 1{,}6 . 10^{-19}$ C

Contoh Soal 2.1

Sebuah benda memiliki kelebihan elektron sebanyak:

$n = 5 . 10^{18}$ C

Hitung besar muatannya.

Penyelesaian:

$Q = n . e$

$e = 1{,}6 . 10^{-19}$ C

$Q = 5 . 10^{18}\ 1{,}6 . 10^{-19}$

$Q = 0{,}8$ C

Jadi besar muatan listrik tersebut adalah:

Q = 0,8 Coulomb.

2.3. Arus Listrik

Arus listrik adalah laju perpindahan muatan listrik yang melewati suatu penghantar dalam waktu tertentu.

Secara matematis:

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

Keterangan:

I = arus listrik (Ampere)

Q = muatan listrik (Coulomb)

t = waktu (detik)

Satuan arus listrik adalah Ampere (A).

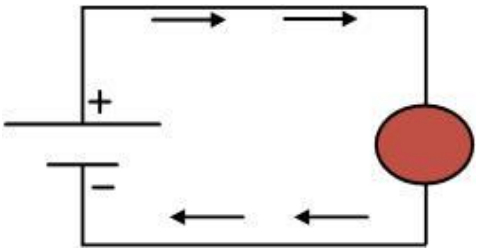
Satu Ampere berarti terdapat perpindahan muatan sebesar satu Coulomb setiap satu detik.

1 A = 1 C / s.

2.3.1 Arah Arus Listrik

Dalam teori rangkaian listrik terdapat dua konsep arah arus:

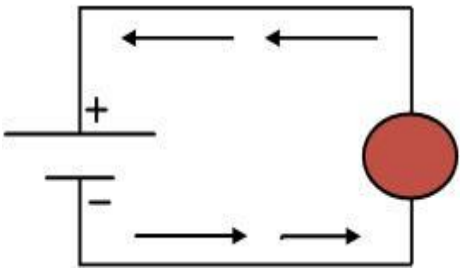
1. Arus Konvensional



Gambar 2.2 Aliran arus konvensional

Arus dianggap mengalir dari terminal positif menuju terminal negatif.

2. Aliran Elektron



Gambar 2.3 Aliran arus Elektron

Elektron sebenarnya bergerak dari terminal negatif menuju terminal positif.

Dalam analisis rangkaian listrik digunakan konsep arus konvensional.

Contoh Soal 2.2

Sebuah penghantar dialiri muatan sebesar 600 Coulomb selama 5 menit. Tentukan besar arusnya.

Diketahui:

Q = 600 C

t = 5 menit = 300 detik

Penyelesaian:

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

$$I = \frac{600}{300}$$

$$I = 2 \text{ A.}$$

Jadi arus yang mengalir sebesar: **2 Ampere**

2.4 Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah perbedaan energi potensial antara dua titik dalam suatu rangkaian.

Tegangan menyebabkan elektron bergerak sehingga menghasilkan arus listrik.

Tegangan disebut juga:

- Beda potensial
- Voltage
- Gaya gerak listrik

Simbol:

V

Satuan:

Volt (V)

Hubungan energi dengan muatan:

$$V = \frac{W}{Q}$$

Keterangan:

V = tegangan (Volt)

W = energi (Joule)

Q = muatan (Coulomb)

Contoh Soal 2.3

Sebuah sumber listrik memberikan energi 120 Joule untuk memindahkan muatan 10 Coulomb.

Tentukan tegangannya.

Penyelesaian:

$$V = \frac{W}{Q}$$

$$V = \frac{120}{10}$$

V = 12 V

Jadi tegangan sumber tersebut adalah 12 Volt.

2.5 Hambatan Listrik

Hambatan listrik atau resistansi adalah kemampuan suatu bahan dalam menghambat aliran arus listrik.

Simbol:

R

Satuan:

Ohm (Ω)

Besarnya hambatan dipengaruhi oleh:

1. Jenis material
2. Panjang penghantar
3. Luas penampang
4. Temperatur

Persamaan hambatan:

$$R = \rho . \frac{L}{A}$$

Keterangan:

R = hambatan (Ω)

ρ = resistivitas bahan

L = panjang penghantar

A = luas penampang

2.6. Hukum Ohm

Hukum Ohm merupakan hukum dasar dalam analisis rangkaian listrik.

Hukum Ohm menyatakan bahwa:

"Arus yang mengalir pada suatu penghantar berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan."

Persamaan:

$$V = I \cdot R$$

Dari persamaan tersebut dapat diperoleh:

Arus:

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

Hambatan:

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

Contoh Soal 2.4

Sebuah resistor 20 Ω diberi tegangan 10 Volt. Tentukan arus yang mengalir.

Diketahui:

$R = 20\ \Omega$

$V = 10\ V$

Penyelesaian:

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

$$I = \frac{10}{20}$$

$I = 0{,}5\ A$

Jadi arus yang mengalir adalah: **0,5 Ampere**

2.7 Daya Listrik

Daya listrik adalah jumlah energi listrik yang digunakan setiap satuan waktu.

Simbol:

P

Satuan:

Watt (W)

Rumus dasar:

$P = V \cdot I$

Dengan menggunakan Hukum Ohm:

$P = I^2 . R$

atau:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Contoh Soal 2.5

Sebuah lampu bekerja pada tegangan 12 Volt dengan arus 2 Ampere. Hitung daya lampu.

Penyelesaian:

$P = V .I$

$P = 12 .2$

$P = 24$ W

Jadi daya lampu adalah 24 Watt.

2.8 Energi Listrik

Energi listrik adalah jumlah energi yang digunakan oleh suatu perangkat selama waktu tertentu.

Rumus:

$W = P . t$

Keterangan:

W = energi (Joule)

P = daya (Watt)

t = waktu (detik)

Dalam penggunaan listrik rumah tangga biasanya digunakan satuan kWh.

Hubungan:

1 kWh = 1000 W . 3600 s

Contoh Soal 2.6

Sebuah alat listrik memiliki daya 100 Watt dan digunakan selama 5 jam. Hitung energi listrik yang digunakan.

Penyelesaian:

$E = P .t$

$E = 100 .5$

$E = 500$ Wh

Atau:

$E = 0{,}5$ kWh

Latihan BAB 2

1. Jelaskan pengertian arus listrik.
2. Sebuah muatan 900 Coulomb mengalir selama 3 menit. Hitung besar arusnya.
3. Sebuah resistor 50 Ω dialiri arus 2 A. Tentukan tegangannya.
4. Sebuah motor DC bekerja pada tegangan 24 Volt dan arus 5 Ampere. Hitung daya motor tersebut.
5. Jelaskan hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan berdasarkan Hukum Ohm.

Kesimpulan BAB 2

Besaran dasar listrik menjadi fondasi utama dalam analisis rangkaian DC. Hubungan antara tegangan, arus, hambatan, daya, dan energi memungkinkan seorang teknisi atau insinyur melakukan perhitungan dan perancangan sistem listrik secara tepat.

Pemahaman terhadap Hukum Ohm menjadi dasar sebelum mempelajari analisis rangkaian yang lebih kompleks seperti Hukum Kirchhoff, metode node, metode mesh, dan berbagai teorema rangkaian.

BAB 3

KOMPONEN RANGKAIAN LISTRIK DC

3.1 Pendahuluan

Rangkaian listrik DC tersusun dari berbagai komponen yang memiliki fungsi berbeda. Setiap komponen memiliki karakteristik tertentu yang memengaruhi hubungan antara tegangan, arus, dan daya dalam rangkaian.

Komponen rangkaian listrik secara umum dibagi menjadi:

1. Komponen pasif
2. Komponen aktif

Komponen pasif tidak menghasilkan energi listrik, tetapi menyimpan atau mengkonsumsi energi. Sedangkan komponen aktif mampu memberikan energi ke dalam rangkaian.

3.2. Komponen Pasif

Komponen pasif adalah komponen listrik yang tidak menghasilkan energi sendiri. Komponen ini hanya menerima, menyimpan, atau membuang energi listrik.

Komponen pasif utama:

1. Resistor
2. Kapasitor
3. Induktor

3.3 Resistor

Resistor adalah komponen listrik yang berfungsi untuk memberikan hambatan terhadap aliran arus listrik.

Fungsi resistor:

- Membatasi arus listrik
- Membagi tegangan
- Mengatur besar arus dalam rangkaian
- Mengubah energi listrik menjadi panas

Simbol resistor:

Gambar 3.1.Resistor

3.3.2 Karakteristik Resistor

Hubungan antara tegangan dan arus pada resistor mengikuti Hukum Ohm.

V = I . R

Jika nilai hambatan semakin besar:

- Arus semakin kecil
- Daya yang dibuang berubah sebagai panas yang meningkat

3.3.3 Jenis.Jenis Resistor

1. Resistor Tetap

Resistor tetap memiliki nilai hambatan yang tidak dapat diubah.

Contoh:

- Resistor karbon
- Resistor metal film
- Resistor wire wound

2. Resistor Variabel

Nilai hambatan dapat diubah sesuai kebutuhan.

Contoh:

- Potensiometer
- Rheostat
- Trimpot

3. Resistor Khusus

Resistor yang memiliki karakteristik berdasarkan kondisi lingkungan.

Contoh:

a. LDR (Light Dependent Resistor)

Nilai resistansi berubah berdasarkan intensitas cahaya.

b. Thermistor

Nilai resistansi berubah berdasarkan suhu.

3.3.4 Kode Warna Resistor

Nilai resistor dapat diketahui melalui gelang warna.

Contoh:

Resistor dengan kode:

Coklat . Hitam . Merah

Perhitungan:

Coklat = 1

Hitam = 0

Merah = pengali 100

Maka:

R = 10 .100

R = 1000 Ω

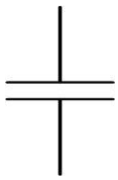
atau:

R = 1 kΩ

3.4 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen yang berfungsi menyimpan energi listrik dalam bentuk medan listrik.

Simbol:



Gambar 3.2 kapasitor

Satuan kapasitor:

Farad (F)

3.4.1 Prinsip Kerja Kapasitor

Kapasitor terdiri dari dua pelat konduktor yang dipisahkan oleh bahan isolator yang disebut dielektrik.

Ketika diberikan tegangan:

- Muatan positif terkumpul pada satu pelat
- Muatan negatif terkumpul pada pelat lainnya

Energi tersimpan dalam medan listrik.

3.4.2 Rumus Kapasitansi

$$C = \frac{Q}{V}$$

Keterangan:

C = kapasitansi (Farad)

Q = muatan listrik (Coulomb)

V = tegangan (Volt)

3.4.3 Energi pada Kapasitor

Energi yang tersimpan:

$$W = \frac{C.V^2}{2}$$

Keterangan:

W = energi (Joule)

C = kapasitansi

V = tegangan

Contoh Soal 3.1

Sebuah kapasitor memiliki nilai 100 μF dan diberi tegangan 12 Volt. Hitung energi yang tersimpan.

Diketahui:

C = 100 μF

C= 100.10^{-6} F

V = 12 Volt

Penyelesaian:

$$W = \frac{100.10^{-6}.12^2}{2}$$

W= 0,0072 J

Jadi energi yang tersimpan adalah:

0,0072 Joule

3.5 Induktor

Induktor adalah komponen yang menyimpan energi listrik dalam bentuk medan magnet.

Simbol:

Gambar 3.3 induktor

Satuan induktor:

Henry (H)

3.5.1 Prinsip Kerja Induktor

Ketika arus mengalir melalui kumparan, akan terbentuk medan magnet.

Induktor memiliki sifat:

- Menahan perubahan arus secara tiba-tiba
- Menyimpan energi magnetik
- Menghasilkan gaya gerak listrik induksi

3.5.2 Rumus Induktansi

Tegangan induktor:

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

Keterangan:

V = tegangan induktor

L = induktansi

di/dt = perubahan arus terhadap waktu

3.5.3 Energi Induktor

Energi yang tersimpan:

$$W = \frac{1}{2} L . I^2$$

Keterangan:

W = energi (Joule)

L = induktansi (Henry)

I = arus (Ampere)

3.6 Komponen Aktif

Komponen aktif adalah komponen yang mampu memberikan energi listrik ke dalam rangkaian.

Komponen aktif meliputi:

1. Sumber tegangan
2. Sumber arus
3. Baterai
4. Generator DC

3.7 Sumber Tegangan DC

Sumber tegangan menghasilkan beda potensial yang menyebabkan arus mengalir.

Contoh:

- Baterai
- Aki
- Power supply

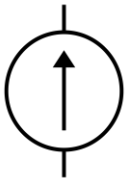
Karakteristik:

- Memiliki nilai tegangan tertentu
- Memiliki polaritas positif dan negatif
- Menyuplai energi ke rangkaian

3.8 Sumber Arus DC

Sumber arus menghasilkan arus tetap pada rangkaian.

Simbol:



Gambar 3.4. Sumber arus DC

Contoh:

Sumber arus 2 A akan mempertahankan arus sebesar 2 Ampere.

3.9. Transformasi Sumber

Dalam analisis rangkaian, sumber tegangan dan sumber arus dapat dikonversi.

Transformasi Tegangan ke Arus

Diketahui:

Sumber tegangan V dengan resistor seri R.

Maka:

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

Transformasi Arus ke Tegangan

Diketahui:

Sumber arus I dengan resistor paralel R.

Maka:

$$V = I \,.R$$

Contoh Soal 3.2

Sebuah sumber tegangan 12 Volt memiliki resistor seri 6 Ω. Ubahlah menjadi sumber arus.

Penyelesaian:

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

$$I = \frac{12}{6}$$

I = 2 A

Maka rangkaian tersebut ekuivalen dengan:

- Sumber arus = 2 Ampere
- Hambatan paralel = 6 Ω

Latihan BAB 3

1. Jelaskan fungsi resistor pada rangkaian listrik.
2. Sebutkan tiga jenis komponen pasif.
3. Sebuah resistor 20 Ω dialiri arus 3 A. Hitung daya yang digunakan resistor.
4. Jelaskan prinsip kerja kapasitor.
5. Sebuah induktor 5 H dialiri arus 4 A. Hitung energi yang tersimpan.

Kesimpulan BAB 3

Komponen listrik memiliki karakteristik yang berbeda dalam merespons tegangan dan arus. Resistor berfungsi menghambat arus, kapasitor menyimpan energi dalam medan listrik, sedangkan induktor menyimpan energi dalam medan magnet.

Pemahaman terhadap karakteristik setiap komponen menjadi dasar penting sebelum melakukan analisis rangkaian seri, paralel, maupun rangkaian kompleks menggunakan berbagai metode dan teorema.

BAB 4

HUKUM DASAR RANGKAIAN LISTRIK DC

4.1 Pendahuluan

Analisis rangkaian listrik DC membutuhkan pemahaman terhadap hukum-hukum dasar yang menjelaskan hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan. Hukum dasar ini menjadi fondasi untuk menyelesaikan berbagai permasalahan rangkaian sederhana hingga rangkaian kompleks.

Tiga hukum utama yang digunakan dalam analisis rangkaian DC adalah:

1. Hukum Ohm
2. Hukum Kirchhoff Arus (Kirchhoff Current Law/KCL)
3. Hukum Kirchhoff Tegangan (Kirchhoff Voltage Law/KVL)

Ketiga hukum tersebut digunakan untuk menentukan nilai arus dan tegangan pada suatu rangkaian listrik.

4.2 Hukum Ohm

4.2.1 Pengertian Hukum Ohm

Hukum Ohm ditemukan oleh Georg Simon Ohm pada tahun 1827. Hukum ini menjelaskan hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan pada suatu penghantar.

Pernyataan Hukum Ohm:

"Besarnya arus listrik yang mengalir melalui suatu penghantar berbanding lurus dengan tegangan yang diberikan dan berbanding terbalik dengan hambatan penghantar tersebut."

Secara matematis:

$$V = I \cdot R$$

Keterangan:

V = Tegangan listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

R = Hambatan listrik (Ohm)

4.2.2 Bentuk Turunan Hukum Ohm

Untuk mencari arus:

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

Untuk mencari hambatan:

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

Untuk mencari tegangan:

$$V = I \cdot R$$

4.2.3 Grafik Hubungan Tegangan dan Arus

Pada resistor ideal, hubungan antara tegangan dan arus bersifat linear.

Artinya:

- Jika tegangan naik dua kali lipat, arus juga naik dua kali lipat.
- Jika hambatan tetap, perubahan tegangan menyebabkan perubahan arus yang sebanding.

Hubungan tersebut menunjukkan karakteristik resistor sebagai komponen linear.

Contoh Soal 4.1

Sebuah resistor memiliki hambatan 50 Ω dan diberi tegangan 20 Volt. Tentukan arus yang mengalir.

Diketahui:

$R = 50\ \Omega$

$V = 20\ V$

Penyelesaian:

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

$$I = \frac{20}{50}$$

$I = 0{,}4\ A$

Jadi arus yang mengalir sebesar: **0,4 Ampere**

4.3 Hukum Kirchhoff

4.3.1 Pengertian Hukum Kirchhoff

Hukum Kirchhoff dikembangkan oleh Gustav Robert Kirchhoff pada tahun 1845.

Hukum Kirchhoff digunakan untuk menganalisis rangkaian listrik yang memiliki banyak cabang dan sumber tegangan.

Hukum Kirchhoff terdiri dari:

1. Hukum Kirchhoff Arus (KCL)
2. Hukum Kirchhoff Tegangan (KVL)

4.4 Hukum Kirchhoff Arus (KCL)

4.4.1 Konsep Dasar KCL

Hukum Kirchhoff Arus menyatakan:

"Jumlah total arus yang masuk ke suatu titik percabangan sama dengan jumlah total arus yang keluar dari titik tersebut."

Secara matematis:

$$\sum I \text{ (masuk)} = \sum I \text{ (keluar)}$$

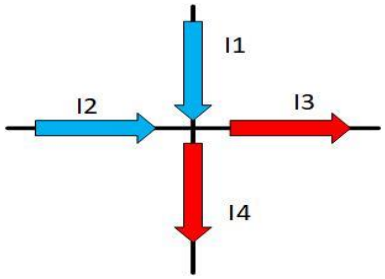
atau:

$$\sum I = 0$$

4.4.2 Konsep Node

Node adalah titik pertemuan antara dua atau lebih elemen rangkaian.

Contoh:



Gambar 4.1. Titik hubung (Node)

Pada titik node:

Arus masuk:

I1 + I2

Arus keluar:

$I3 + I4$

Maka:

$\sum I = 0$

$I1 + I2 = I3 + I4$

Contoh Soal 4.2

Pada sebuah node terdapat arus masuk:

$I1 = 5$ A

$I2 = 3$ A

Arus keluar:

$I3 = 4$ A

Tentukan arus I4

Penyelesaian:

Berdasarkan KCL:

$I1 + I2 = I3 + I4$

Substitusi:

$5 + 3 = 4 + I4$

$8 = 4 + I4$

$I4 = 4$A

Jadi arus I4 adalah: **4 Ampere**

4.5 Hukum Kirchhoff Tegangan (KVL)

4.5.1 Konsep Dasar KVL

Hukum Kirchhoff Tegangan menyatakan:

"Jumlah seluruh tegangan dalam satu lintasan tertutup sama dengan nol."

Secara matematis:

$\sum V = 0$

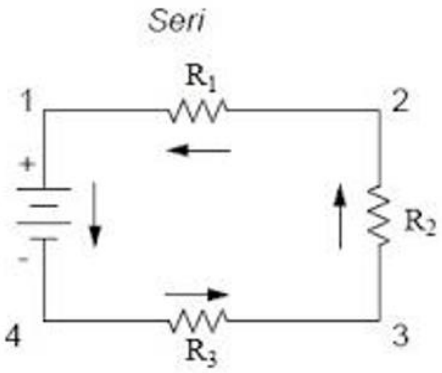
Hukum ini berdasarkan prinsip kekekalan energi.

Energi yang diberikan sumber harus sama dengan energi yang digunakan oleh elemen rangkaian.

4.5.2 Konsep Loop

Loop adalah jalur tertutup yang dimulai dari suatu titik dan kembali lagi ke titik awal.

Contoh:



Gambar 4.5 Rangkaian tertutup

Dalam satu loop berlaku:

$$Vs + V1 + V2 + V3 = 0.$$

Contoh Soal 4.3

Sebuah rangkaian memiliki:

Sumber tegangan = 12 Volt

Resistor R1 = 2 Ω

Resistor R2 = 4 Ω

Tentukan arus rangkaian.

Penyelesaian:

Hambatan total:

RT = R1 + R2

RT = 2 + 4

RT = 6 Ω

Menggunakan Hukum Ohm:

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

$$I = \frac{12}{6}$$

$$I = 2A$$

Jadi arus rangkaian: **2 Ampere**

4.6 Konvensi Tanda dalam Analisis Kirchhoff

Dalam menggunakan KVL diperlukan aturan tanda.

Tegangan sumber:

- Bergerak dari negatif ke positif: -V
- Bergerak dari positif ke negatif: + V

Resistor:

Jika mengikuti arah arus:

+ I R

Jika berlawanan arah arus:

- I R

Aturan tanda harus konsisten agar hasil perhitungan benar.

4.7 Penerapan Hukum Kirchhoff pada Rangkaian Kompleks

Hukum Kirchhoff digunakan ketika rangkaian:

- Memiliki banyak cabang
- Memiliki beberapa sumber tegangan
- Tidak dapat diselesaikan hanya dengan rangkaian seri - paralel

Metode yang menggunakan hukum Kirchhoff:

1. Metode arus loop
2. Metode tegangan node

Kedua metode tersebut akan dibahas pada bab berikutnya.

Latihan BAB 4

1. Jelaskan bunyi Hukum Ohm.
2. Sebuah resistor 100 Ω diberi tegangan 50 Volt. Hitung arusnya.
3. Jelaskan prinsip Hukum Kirchhoff Arus.
4. Pada sebuah node terdapat arus masuk 10 A dan 5 A. Jika arus keluar pertama 8 A, berapa arus keluar kedua?
5. Sebuah rangkaian memiliki sumber 24 Volt dan hambatan total 12 Ω. Hitung arus rangkaian.

Kesimpulan BAB 4

Hukum Ohm, KCL, dan KVL merupakan dasar utama dalam analisis rangkaian listrik DC. Hukum Ohm digunakan pada hubungan sederhana antara tegangan, arus, dan hambatan. KCL digunakan untuk menganalisis percabangan arus, sedangkan KVL digunakan untuk menganalisis hubungan tegangan pada lintasan tertutup.

Pemahaman terhadap ketiga hukum ini menjadi dasar untuk menyelesaikan rangkaian yang lebih kompleks menggunakan metode node, mesh, serta berbagai teorema rangkaian listrik.

BAB 5

ANALISIS RANGKAIAN SERI, PARALEL, DAN CAMPURAN DC

5.1 Pendahuluan

Rangkaian listrik DC dapat diklasifikasikan berdasarkan susunan hubungan antar komponennya. Susunan komponen tersebut menentukan bagaimana arus dan tegangan bekerja dalam rangkaian.

Berdasarkan hubungan komponennya, rangkaian listrik dibagi menjadi:

1. Rangkaian seri
2. Rangkaian paralel
3. Rangkaian kombinasi seri-paralel

Analisis rangkaian bertujuan untuk menentukan:

- Hambatan total rangkaian
- Arus yang mengalir
- Tegangan pada setiap komponen
- Daya yang digunakan

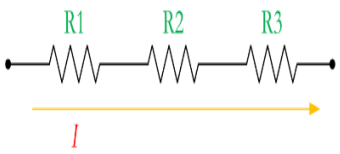
5.2 Rangkaian Seri

5.2.1 Pengertian Rangkaian Seri

Rangkaian seri adalah rangkaian listrik yang komponen-komponennya disusun secara berurutan dalam satu jalur arus.

Pada rangkaian seri:

- Arus yang mengalir pada setiap komponen sama.
- Tegangan sumber terbagi pada setiap komponen.
- Hambatan total merupakan jumlah seluruh hambatan.



Gambar 5.1 Bentuk sederhana rangkaian seri:

5.2.2 Karakteristik Rangkaian Seri

Karakteristik utama rangkaian seri:

1. Arus Sama

Karena hanya memiliki satu jalur, arus yang melewati setiap resistor memiliki nilai yang sama.

I Total = I1 = I2 = I3.

2. Tegangan Terbagi

Tegangan total merupakan jumlah tegangan pada setiap resistor.

VT =V1 + V2 + V3

3. Hambatan Total

Hambatan pengganti rangkaian seri:

RT = R1 + R2 + R3

Semakin banyak resistor yang disusun seri, semakin besar hambatan total.

5.2.3. Contoh Soal Rangkaian Seri

Sebuah rangkaian memiliki tiga resistor:

R1 = 10 Ω

R2 = 20 Ω

R3 = 30 Ω

Dihubungkan dengan sumber tegangan 12 Volt.

Tentukan:

1. Hambatan total
2. Arus rangkaian

Penyelesaian:

Hambatan total:

RT = R1+ R2 +R3

RT = 10 + 20 +30

RT= 60 Ω

Arus:

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

$$I = \frac{12}{60}$$

I = 0,2 A.

Jadi:

Hambatan total = 60 Ω

Arus rangkaian = 0,2 A

5.3 Pembagi Tegangan (Voltage Divider)

Rangkaian seri dapat digunakan sebagai pembagi tegangan.

Prinsipnya adalah tegangan sumber dibagi berdasarkan nilai hambatan.

Rumus:

$$Vn = \frac{Rn}{RT}$$

Keterangan:

Vn = tegangan pada resistor tertentu

VT = tegangan sumber

Rn = hambatan yang dihitung

RT = hambatan total

Contoh Soal 5.2

Dua resistor disusun seri.

R1 = 2 kΩ

R2 = 3 kΩ

Tegangan sumber 10 Volt.

Hitung tegangan pada R2.

Penyelesaian:

Hambatan total:

RT= 2 + 3 = 5 kΩ.

Tegangan R2:

$$V2 = 10.\frac{3}{5}$$

$$V2 = 6\ V.$$

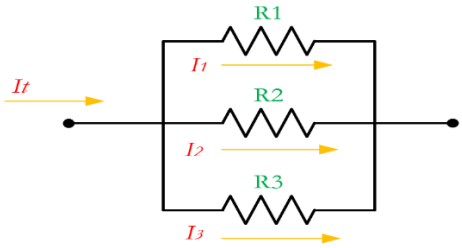
Jadi tegangan pada R2 adalah: **6 Volt**

5.4 Rangkaian Paralel

5.4.1 Pengertian Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel adalah rangkaian listrik yang komponen-komponennya terhubung pada dua titik yang sama sehingga memiliki beberapa jalur arus.

Bentuk rangkaian paralel:



Gambar 5.2 Bentuk sederhana rangkaian pararel

5.4.2 Karakteristik Rangkaian Paralel

1. Tegangan Sama

Semua cabang memiliki tegangan yang sama.

VT = V1 = V2 = V3.

2. Arus Terbagi

Arus total merupakan jumlah arus setiap cabang.

IT = I1 + I2 + I3

3. Hambatan Total

Untuk dua resistor paralel:

$$RT = \frac{R1.R2}{R1 + R2}$$

Untuk lebih dari dua resistor:

$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \cdots$$

Contoh Soal 5.3

Dua resistor dipasang paralel:

R1 = 6 Ω

R2 = 3 Ω

Tentukan hambatan total.

Penyelesaian:

$$\mathrm{RT} = \frac{\mathrm{R1.\,R2}}{\mathrm{R1} + \mathrm{R2}}$$

$$\mathrm{RT} = \frac{6.3}{6 + 3}$$

RT = 2 Ω.

Jadi hambatan total: **RT = 2 Ω**

5.5 Pembagi Arus (Current Divider)

Pada rangkaian paralel, arus terbagi sesuai nilai hambatan.

Cabang dengan hambatan kecil akan mendapatkan arus lebih besar.

Rumus pembagi arus:

$$\mathrm{I1} = \mathrm{IT}\ \frac{\mathrm{R2}}{\mathrm{R1} + \mathrm{R2}}$$

Contoh Soal 5.4

Dua resistor paralel:

R1 = 4 Ω

R2 = 8 Ω

Arus total = 6 A

Hitung arus pada R1.

Penyelesaian:

$$I1 = 6 \ \frac{8}{4+8}$$

I1 = 4 A.

Jadi arus pada R1: **4 Ampere**

5.6 Rangkaian Kombinasi Seri -Paralel

Rangkaian kombinasi adalah gabungan antara rangkaian seri dan paralel.

Langkah analisis:

1. Identifikasi bagian seri dan paralel.
2. Hitung hambatan ekuivalen bagian paling sederhana.
3. Ulangi proses hingga menjadi satu hambatan total.
4. Hitung arus total.
5. Tentukan tegangan dan arus setiap komponen.

Contoh Analisis Kombinasi

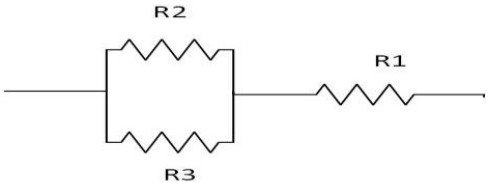
Diketahui:

R1 = 10 Ω

R2 = 20 Ω

R3 = 30 Ω

R2 paralel dengan R3, kemudian hasilnya seri dengan R1.



Gambar 5.3.Rangkaian campuran seri- pararel

Langkah 1:

Hambatan paralel R2 dan R3:

$$R\ 2.3 = \frac{R1.\,R2}{R1 + R2}$$

$$R\ 2.3 = \frac{20.\ 30}{20 + 30}$$

$$R\ 2.3 = \frac{600}{50}$$

R 2.3 = 12 Ω.

Langkah 2:

Hambatan total:

RT= R1 + R 23

RT= 10 + 12.

RT= 22 Ω.

5.7 Aplikasi Rangkaian Seri dan Paralel

Rangkaian Seri digunakan pada:

- Lampu hias sederhana
- Pembatas arus
- Sensor tertentu

Rangkaian Paralel digunakan pada:

- Instalasi listrik rumah
- Sistem distribusi listrik
- Sistem baterai

Instalasi rumah menggunakan konsep paralel karena setiap beban mendapatkan tegangan yang sama dan dapat bekerja secara independen.

Latihan BAB 5

1. Jelaskan perbedaan rangkaian seri dan paralel.
2. Tiga resistor 5 Ω, 10 Ω, dan 15 Ω disusun seri. Hitung hambatan total.
3. Dua resistor 10 Ω dan 20 Ω disusun paralel. Hitung hambatan total.
4. Sebuah rangkaian memiliki sumber 24 Volt dan hambatan total 12 Ω. Hitung arus rangkaian.
5. Jelaskan konsep pembagi tegangan.

Kesimpulan BAB 5

Rangkaian seri memiliki satu jalur arus sehingga arus pada setiap komponen sama, sedangkan tegangan terbagi sesuai hambatan. Rangkaian paralel memiliki beberapa jalur arus sehingga tegangan pada setiap cabang sama, sedangkan arus terbagi pada setiap cabang.

Kemampuan menyederhanakan rangkaian seri dan paralel merupakan dasar penting sebelum mempelajari metode analisis rangkaian yang lebih kompleks seperti metode node dan metode mesh.

BAB 6

METODE ANALISIS RANGKAIAN LISTRIK DC

6.1 Pendahuluan

Pada rangkaian listrik sederhana, nilai arus dan tegangan dapat dihitung menggunakan Hukum Ohm . Namun, pada rangkaian yang memiliki banyak komponen, banyak cabang, dan beberapa sumber tegangan, diperlukan metode analisis yang lebih sistematis.

Metode analisis rangkaian digunakan untuk menentukan:

- Arus pada setiap cabang
- Tegangan setiap elemen
- Daya yang digunakan
- Hubungan antar komponen

Metode utama dalam analisis rangkaian DC adalah:

1. Metode arus cabang (Branch Current Method)
2. Metode tegangan simpul (Node Voltage Method)
3. Metode arus loop (Mesh Current Method)

6.2 Metode Arus Cabang (Branch Current Method)

6.2.1 Pengertian

Metode arus cabang merupakan metode analisis yang menentukan arus pada setiap cabang rangkaian.

Metode ini menggunakan:

- Hukum Kirchhoff Arus (KCL)
- Hukum Kirchhoff Tegangan (KVL)

Setiap cabang diberikan asumsi arah arus tertentu

Jika hasil perhitungan bernilai negatif, maka arah arus sebenarnya berlawanan dengan asumsi awal.

6.2.2 Langkah Penyelesaian Metode Arus Cabang

Langkah-langkah:

1. Tentukan jumlah cabang rangkaian.
2. Tentukan arah arus pada setiap cabang.

3. Terapkan KCL pada setiap node.
4. Terapkan KVL pada setiap loop.
5. Selesaikan persamaan simultan.

Contoh Soal 6.1

Sebuah rangkaian seri memiliki:

- Sumber tegangan 12 Volt
- Resistor R1 = 4 Ω
- Resistor R2 = 8 Ω

Hitung arus rangkaian

Karena rangkaian seri:

RT = R1 + R2

RT = 4 + 8

RT = 12 Ω

Dengan Hukum Ohm:

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

$$I = \frac{12}{12}$$

I = 1 A

Arus rangkaian:**1 Ampere**

6.3. Metode Tegangan Simpul (Node Voltage Method)

6.3.1 Pengertian

Metode tegangan simpul adalah metode analisis yang menggunakan tegangan pada setiap node sebagai variabel utama.

Metode ini berdasarkan Hukum Kirchhoff Arus (KCL).

Prinsip dasar:

Jumlah arus yang masuk dan keluar pada sebuah node harus sama.

6.3.2. Konsep Node

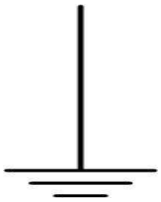
Node adalah titik hubungan antara dua atau lebih elemen rangkaian.

Jenis node:

1. Node Referensi

Node yang memiliki tegangan nol dan biasanya disebut ground.

Simbol:



Gambar 6.1 Ground

2. Node Tegangan

Node yang memiliki nilai tegangan tertentu terhadap ground.

6.3.3. Persamaan Arus pada Node

Arus melalui resistor:

$$I = \frac{V1 - V2}{RT}$$

Jika terdapat beberapa cabang pada node:

$$\sum I = 0$$

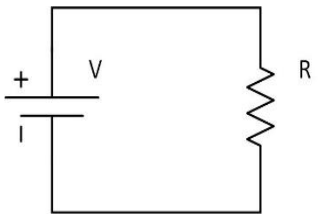
Contoh Soal 6.2

Sebuah node memiliki:

Sumber arus = 5 A

Resistor ke ground = 10 Ω

Tentukan tegangan node



Gambar 6.2 Rangkaian tegangan Node

Penyelesaian:

Berdasarkan Hukum Ohm:

$$V = I.R$$

Maka:

$$V = I\ R$$

$$V = 5\ .\ 10$$

$$V = 50\ V$$

Jadi tegangan node:**50 Volt**

6.4 Analisis Node pada Rangkaian Dua Node

Misalkan terdapat dua node:

Node A dengan tegangan Va

Node B dengan tegangan Vb

Arus antara kedua node:

$$I = \frac{Va - Vb}{RT}$$

Dengan menggunakan KCL:

$$\sum I \text{ (masuk)} = \sum I \text{ (keluar)}$$

akan diperoleh persamaan untuk mencari nilai Va dan Vb.

6.5. Metode Arus Loop (Mesh Current Method)

6.5.1. Pengertian

Metode arus loop adalah metode analisis yang menggunakan arus pada setiap loop tertutup sebagai variable.

Metode ini menggunakan:

- Hukum Kirchhoff Tegangan (KVL)
- Konsep loop

Metode ini cocok digunakan untuk rangkaian planar (rangkaian tampa ada persimpangan hubungan)

6.5.2 Konsep Loop

Loop adalah jalur tertutup yang dimulai dari satu titik dan kembali ke titik awal.

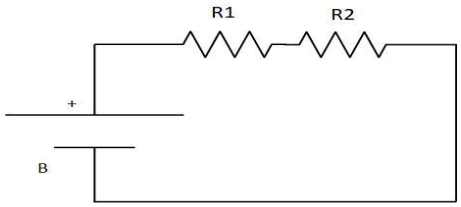
Setiap loop diberikan arus asumsi.

Umumnya arah arus loop ditentukan searah jarum jam.

6.5.3 Langkah Metode Mesh

1. Identifikasi jumlah loop.
2. Tentukan arah arus mesh.
3. Terapkan KVL pada setiap loop.
4. Susun persamaan.
5. Selesaikan nilai arus mesh.

Contoh Soal 6.3



Gambar 6.3 rangkaian seri resistor

Sebuah loop memiliki:

Sumber tegangan:

V = 24 Volt

Hambatan:

R1 = 4 Ω

R2 = 8 Ω

Tentukan arus loop.

Penyelesaian:

Dengan KVL:

- V + I . (R1+R2) = 0
- 24 + I. (4+8) = 0
- 24 + I. 12 = 0

I .12 = 24

I = 2A

Arus loop: **2 Ampere**

6.6 Perbandingan Metode Node dan Mesh

Tabel 6.1 Perbandingan metode Node dan Mesh

Metode Node	Metode Mesh
Menggunakan KCL	Menggunakan KVL
Variabel utama tegangan node	Variabel utama arus loop
Cocok untuk banyak sumber arus	Cocok untuk banyak sumber tegangan
Menghasilkan tegangan node	Menghasilkan arus mesh

6.7 Supernode

6.7.1 Pengertian

Supernode digunakan ketika terdapat sumber tegangan yang berada di antara dua node non-ground.

Pada kondisi tersebut, kedua node dianalisis sebagai satu kesatuan.

Langkah:

1. Gabungkan dua node menjadi supernode
2. Terapkan KCL pada batas supernode
3. Gunakan hubungan tegangan sumber

6.8 Supermesh

Supermesh digunakan ketika terdapat sumber arus yang berada di antara dua mesh.

Langkah:

1. Gabungkan dua mesh
2. Abaikan sumber arus sementara
3. Terapkan KVL pada jalur luar
4. Gunakan hubungan arus sumber

6.9 Pemilihan Metode Analisis

Pemilihan metode bergantung pada bentuk rangkaian.

Gunakan metode node jika:

- Banyak sumber arus
- Jumlah node sedikit
- Banyak cabang paralel

Gunakan metode mesh jika:

- Banyak sumber tegangan
- Jumlah loop sedikit
- Rangkaian berbentuk planar

Latihan BAB 6

1. Jelaskan fungsi metode analisis rangkaian.
2. Apa perbedaan utama metode node dan metode mesh?
3. Sebuah rangkaian memiliki tegangan 20 Volt dan hambatan total 10 Ω Hitung arus menggunakan metode dasar.
4. Jelaskan konsep supernode.
5. Jelaskan kapan metode mesh lebih efektif digunakan.

Kesimpulan BAB 6

Metode analisis rangkaian diperlukan untuk menyelesaikan rangkaian listrik yang kompleks Metode arus cabang menggunakan pendekatan langsung terhadap arus, metode node menggunakan tegangan pada titik simpul, sedangkan metode mesh menggunakan arus pada lintasan tertutup.

Pemilihan metode yang tepat akan mempermudah penyelesaian rangkaian dan mengurangi jumlah persamaan yang harus dihitung.

BAB 7

TEOREMA SUPERPOSISI

7.1. Pendahuluan

Pada rangkaian listrik DC yang memiliki lebih dari satu sumber energi, analisis rangkaian menjadi lebih kompleks karena setiap sumber memberikan pengaruh terhadap arus dan tegangan dalam rangkaian.

Salah satu metode yang digunakan untuk menyederhanakan analisis rangkaian dengan banyak sumber adalah **Teorema Superposisi.**

Teorema ini memungkinkan suatu rangkaian kompleks dianalisis dengan memisahkan pengaruh masing -masing sumber secara individual, kemudian menjumlahkan seluruh hasil analisis.

Teorema Superposisi banyak digunakan dalam analisis rangkaian linear yang memiliki:

- Beberapa sumber tegangan
- Beberapa sumber arus
- Kombinasi resistor

7.2. Pengertian Teorema Superposisi

Teorema Superposisi menyatakan:

"Pada suatu rangkaian linear yang memiliki beberapa sumber independen, respon total pada suatu elemen rangkaian dapat diperoleh dengan menjumlahkan respon yang dihasilkan oleh masingmasing sumber yang bekerja secara sendiri-sendiri."

Respon yang dimaksud dapat berupa:

- Tegangan
- Arus

Secara matematis:

Total = 1 + 2 + 3 + … + n

Keterangan:

total = respon total

1, 2, 3 = respon akibat masing-masing sumber

7.3 Syarat Penggunaan Teorema Superposisi

Teorema Superposisi hanya berlaku untuk rangkaian linear.

Rangkaian linear memiliki karakteristik:

1. Hubungan tegangan dan arus mengikuti hukum linear.
2. Komponen yang digunakan memiliki nilai tetap.
3. Tidak terdapat komponen non-linear.

Komponen yang memenuhi:

- Resistor
- Induktor linear
- Kapasitor linear

Komponen yang tidak memenuhi:

- Dioda
- Transistor pada kondisi tertentu
- Komponen nonlinear lainnya

7.4 Prinsip Dasar Superposisi

Jika suatu rangkaian memiliki beberapa sumber, maka:

1. Aktifkan satu sumber
2. Matikan sumber lainnya
3. Hitung pengaruh sumber aktif
4. Ulangi untuk sumber berikutnya
5. Jumlahkan semua hasil

7.5 Cara Mematikan Sumber

Dalam metode superposisi, sumber yang tidak dianalisis harus dinonaktifkan.

7.5.1 Sumber Tegangan

Sumber tegangan ideal memiliki resistansi internal nol

Ketika dimatikan: $V = 0$

maka sumber tegangan diganti dengan:

Hubung singkat (short circuit)

Contoh:

Sumber 12 Volt:

Sesudah dimatikan:

V = 0 Volt

7.5.2 Sumber Arus

Sumber arus ideal memiliki resistansi internal tak hingga.

Ketika dimatikan:

I = 0

maka sumber arus diganti dengan:

Rangkaian terbuka (open circuit)

7.6 Langkah Penyelesaian Teorema Superposisi

Tahapan analisis:

Langkah 1

Identifikasi semua sumber yang terdapat pada rangkaian.

Contoh:

- Sumber tegangan V1
- Sumber tegangan V2

Langkah 2

Pilih satu sumber yang bekerja.

Sumber lainnya dinonaktifkan.

Langkah 3

Hitung arus atau tegangan akibat sumber tersebut.

Langkah 4

Aktifkan sumber berikutnya.

Lakukan proses yang sama.

Langkah 5

Jumlahkan seluruh hasil.

Perhatikan tanda positif dan negative.

7.7 Contoh Soal Teorema Superposisi

Diketahui rangkaian:

- Sumber V1 = 12 Volt
- Sumber V2 = 6 Volt
- R = 3 Ω

Tentukan arus pada resistor menggunakan metode super posisi.

Penyelesaian

Analisis Sumber V1

Matikan V2

Karena V2 adalah sumber tegangan:

V2 = 0

maka diganti hubung singkat.

Arus akibat V1:

$$I1 = \frac{V1}{R}$$

$$I1 = \frac{12}{3}$$

I1 = 4 A

Analisis Sumber V2

Matikan V1

Arus akibat V2:

$$I2 = \frac{V2}{R}$$

$$I2 = \frac{6}{3}$$

$$I2 = \frac{6}{3}$$

I2 = 2A

Karena arah arus berlawanan dengan I1:

I2 = - 2A

Total Arus

IT = I1 + I2

IT= 4 + (-2)

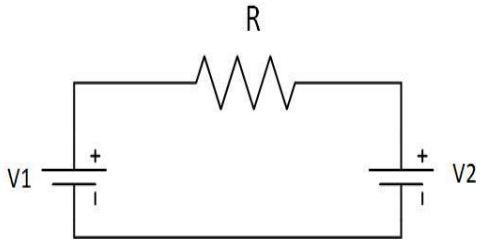
IT = 2A

Jadi arus total:

IT = 2A

7.8. Contoh Analisis Superposisi dengan Dua Sumber

Misalkan terdapat dua sumber tegangan yang saling berlawanan.



Gambar 7.1 rangkaian super posisi

Arus total:

$$I = \frac{V1 - V2}{R}$$

Jika:

V1 lebih besar dari V2, arus mengalir mengikuti arah V1

Jika:

V2 lebih besar dari V1, arah arus berbalik

7.9. Kelebihan Teorema Superposisi

Keuntungan penggunaan metode superposisi:

1. Menyederhanakan rangkaian kompleks.
2. Mempermudah analisis sumber berganda.
3. Mengurangi jumlah perhitungan.
4. Membantu memahami pengaruh masing - masing sumber.

7.10 Keterbatasan Teorema Superposisi

Metode ini memiliki beberapa keterbatasan:

1. Tidak dapat digunakan untuk menghitung daya secara langsung.
2. Hanya berlaku pada rangkaian linear.
3. Membutuhkan beberapa kali proses analisis jika sumber banyak.

Contoh:

Jika rangkaian memiliki lima sumber, maka proses analisis harus dilakukan sebanyak lima kali.

7.11 Penerapan Teorema Superposisi

Teorema Superposisi digunakan pada:

- Analisis rangkaian elektronika
- Sistem penguat sinyal
- Rangkaian kontrol
- Sistem komunikasi
- Perancangan jaringan listrik

Latihan BAB 7

1. Jelaskan prinsip kerja Teorema Superposisi.
2. Mengapa sumber tegangan yang dimatikan diganti dengan hubung singkat?
3. Mengapa sumber arus yang dimatikan diganti dengan rangkaian terbuka?
4. Sebuah rangkaian memiliki dua sumber tegangan 10 Volt dan 5 Volt dengan resistor 5 Ω Hitung arus total jika kedua sumber berlawanan arah.
5. Sebutkan kelebihan dan keterbatasan metode superposisi.

Kesimpulan BAB 7

Teorema Superposisi merupakan metode analisis rangkaian listrik yang digunakan untuk menyelesaikan rangkaian linear dengan beberapa sumber Prinsip utama metode ini adalah memisahkan pengaruh setiap sumber, menghitung respon masingmasing sumber, kemudian menjumlahkan seluruh hasil.

Pemahaman terhadap Teorema Superposisi menjadi dasar penting sebelum mempelajari teorema penyederhanaan rangkaian lainnya seperti Teorema Thevenin dan Teorema Norton.

BAB 8

TEOREMA THEVENIN

8.1. Pendahuluan

Dalam analisis rangkaian listrik, sering ditemukan rangkaian yang memiliki banyak komponen sehingga sulit untuk menentukan pengaruh suatu beban tertentu.

Teorema Thevenin merupakan salah satu metode penyederhanaan rangkaian listrik yang mengubah rangkaian kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana.

Dengan menggunakan Teorema Thevenin, sebuah jaringan listrik yang memiliki banyak resistor dan sumber dapat digantikan oleh:

1. Satu sumber tegangan ekuivalen
2. Satu resistor seri

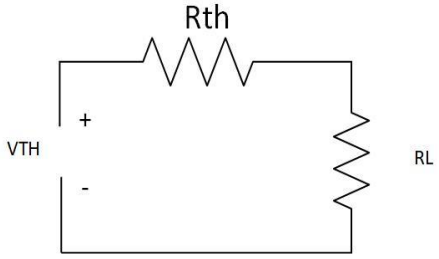
Bentuk sederhana tersebut disebut **rangkaian ekuivalen Thevenin**

8.2 Pengertian Teorema Thevenin

Teorema Thevenin menyatakan:

"Setiap rangkaian linear dua terminal dapat digantikan oleh sebuah rangkaian ekuivalen yang terdiri dari satu sumber tegangan Thevenin yang disusun seri dengan satu hambatan Thevenin"

Bentuk umum rangkaian Thevenin:



Gambar 8.1. Rangkaian Thevenin

Keterangan:

Vth = Tegangan Thevenin

Rth = Hambatan Thevenin

RL = Hambatan beban

8.3 Tujuan Teorema Thevenin

Teorema Thevenin digunakan untuk:

1. Menyederhanakan rangkaian kompleks.
2. Mempermudah perhitungan arus beban.
3. Menganalisis perubahan nilai beban.
4. Menghitung daya maksimum pada beban.

Metode ini banyak digunakan dalam:

- Sistem elektronika
- Rangkaian catu daya
- Sistem kontrol
- Analisis jaringan listrik

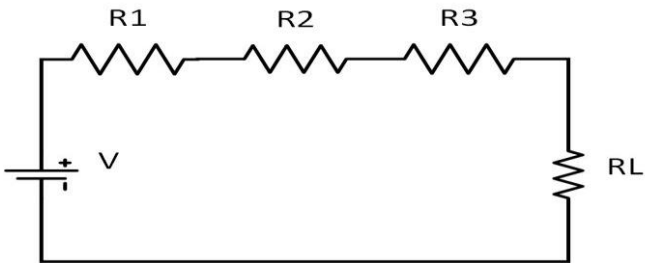
8.4 Konsep Dasar Rangkaian Thevenin

Sebuah rangkaian dapat dilihat dari dua terminal tertentu.

Terminal tersebut biasanya merupakan tempat pemasangan beban.

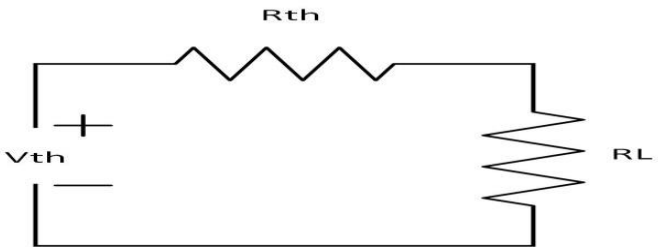
Rangkaian asli:

Jaringan kompleks



Gambar 8.2 jaringan kompleks

Diubah menjadi:



Gambar 8.3 Rangkaian perubahan

8.5 Langkah Menentukan Rangkaian Thevenin

Untuk memperoleh rangkaian ekuivalen Thevenin dilakukan langkah berikut.

Langkah 1: Lepaskan Beban

Beban RL dilepas dari rangkaian.

Terminal tempat RL terhubung menjadi terminal keluaran.

Langkah 2: Hitung Tegangan Open Circuit (Voc)

Tegangan tanpa beban disebut:

V (oc)

Nilai ini sama dengan:

V (Th) = V (oc)

Langkah 3: Menentukan Resistansi Thevenin

Untuk mendapatkan RTH:

1. Matikan semua sumber independen.
2. Hitung resistansi yang terlihat dari terminal beban.

Aturan:

Sumber tegangan:

Diganti hubung singkat.

Sumber arus:

Diganti rangkaian terbuka.

Maka:

R (TH) = R (eq)

Langkah 4: Membentuk Rangkaian Thevenin

Setelah mendapatkan:

- VTH
- RTH

maka rangkaian dapat digambarkan menjadi sumber tegangan seri resistor.

8.6. Perhitungan Arus Beban Menggunakan Thevenin

Setelah rangkaian disederhanakan:

$$IL = \frac{V(Th)}{R\,(Th) + RL}$$

Keterangan:

IL = arus beban

VTh = tegangan Thevenin

RTH = resistansi Thevenin

RL = resistansi beban

8.7 .Contoh Soal Thevenin

Diketahui:

Sumber tegangan:

Vs = 12V

Resistor:

R1= 4 Ω

R2 = 8 Ω

Beban:

RL = 6 Ω

Tentukan arus beban menggunakan metode Thevenin.

Penyelesaian

Langkah 1: Lepaskan RL

Tentukan tegangan pada terminal beban

Karena R1 dan R2 seri:

RT = 4 + 8

RT = 12 Ω

Arus rangkaian:

$$I = \frac{12}{12}$$

I = 1 A

Langkah 2: Hitung Tegangan Thevenin

Tegangan pada R2:

V(TH) = I .R2

V(TH) = 1. 8

V(TH) = 8 V

Langkah 3: Hitung Resistansi Thevenin

Matikan sumber tegangan

Sumber diganti hubung singkat

Maka:

R (TH)=R1 || R2

$$R(TH) = \frac{(R1.\,R2)}{(R1 + R2)}$$

$$R(TH) = \frac{(4\ .\ 8)}{(4 + 8)}$$

R(TH) = 2,67 Ω

Langkah 4: Hitung Arus Beban

$$IL = \frac{V(TH)}{R(TH) + RL}$$

$$IL = \frac{8}{2{,}6 + 6}$$

$$IL = \frac{8}{8{,}67}$$

IL = 0,92 A

Jadi arus beban:

IL = 0,92 A

8.8 Perbedaan Rangkaian Asli dan Thevenin

Tabel 8.1 Perbedaan rangkaian asli dengan rangkaian Thevenin

Rangkaian Asli	Rangkaian Thevenin
Banyak komponen	Hanya satu sumber dan resistor
Analisis lebih rumit	Analisis lebih sederhana
Banyak persamaan	Satu persamaan utama
Sulit mengubah beban	Mudah menganalisis perubahan beban

8.9 Hubungan Thevenin dengan Norton

Rangkaian Thevenin dan Norton merupakan bentuk ekuivalen yang saling berhubungan

Hubungan:

$$R_{(TH)} = R_N$$

Hubungan tegangan dan arus:

$$V_{(TH)} = I_N \cdot R_N$$

Keterangan:

I_N = arus Norton

R_N = resistansi Norton

8.10 Aplikasi Teorema Thevenin

Teorema Thevenin digunakan dalam:

1 Analisis rangkaian elektronik

Untuk menentukan pengaruh beban terhadap rangkaian.

2 Sistem tenaga listrik

Untuk menghitung kondisi jaringan pada titik tertentu.

3 Perancangan rangkaian

Mempermudah pemilihan komponen.

4 Analisis sensor

Digunakan untuk menyederhanakan rangkaian keluaran sensor.

Latihan BAB 8

1. Jelaskan konsep dasar Teorema Thevenin.
2. Apa yang dimaksud dengan tegangan Thevenin?
3. Bagaimana cara menentukan resistansi Thevenin?
4. Sebuah rangkaian memiliki VTH = 10 Volt, RTH = 5 Ω, dan RL = 5 Ω Hitung arus beban.
5. Jelaskan hubungan antara Teorema Thevenin dan Norton.

Kesimpulan BAB 8

Teorema Thevenin merupakan metode penyederhanaan rangkaian listrik dengan mengubah jaringan kompleks menjadi rangkaian sederhana berupa sumber tegangan ekuivalen dan resistor seri.

Konsep utama Teorema Thevenin terdiri dari dua parameter, yaitu tegangan Thevenin (VTH) dan resistansi Thevenin (RTH). Dengan metode ini, analisis arus dan tegangan pada beban menjadi lebih mudah terutama pada rangkaian yang kompleks.

BAB 9

TEOREMA NORTON

9.1. Pendahuluan

Selain Teorema Thevenin, metode lain yang sering digunakan untuk menyederhanakan rangkaian listrik kompleks adalah **Teorema Norton.**

Teorema Norton memiliki konsep yang hampir sama dengan Teorema Thevenin, yaitu mengubah suatu jaringan listrik yang kompleks menjadi bentuk rangkaian sederhana yang ekuivalen.

Perbedaannya terletak pada bentuk sumber ekuivalen yang digunakan.

Pada Teorema Thevenin, rangkaian digantikan dengan:

- Sumber tegangan ekuivalen
- Resistor seri

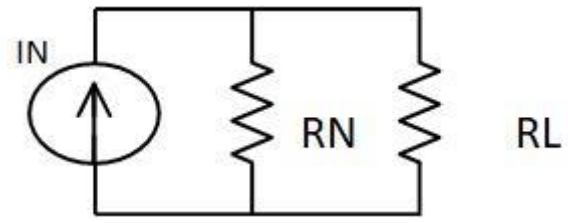
Sedangkan pada Teorema Norton, rangkaian digantikan dengan:

- Sumber arus ekuivalen
- Resistor paralel

9.2. Pengertian Teorema Norton

Teorema Norton menyatakan:

"Setiap rangkaian linear dua terminal dapat digantikan oleh sebuah rangkaian ekuivalen yang terdiri dari satu sumber arus Norton yang dipasang paralel dengan satu hambatan Norton"



Gambar 9.1. Rangkaian Norton

Bentuk rangkaian Norton:

Keterangan:

IN = Arus Norton

RN = Hambatan Norton

RL = Hambatan beban

9.3. Tujuan Teorema Norton

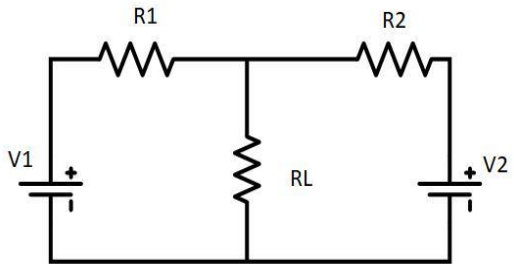
Teorema Norton digunakan untuk:

1. Menyederhanakan rangkaian listrik yang kompleks.
2. Menentukan arus yang mengalir pada beban.
3. Mempermudah analisis rangkaian dengan perubahan beban.
4. Mengubah jaringan resistor dan sumber menjadi bentuk yang lebih sederhana.

9.4 Konsep Dasar Teorema Norton

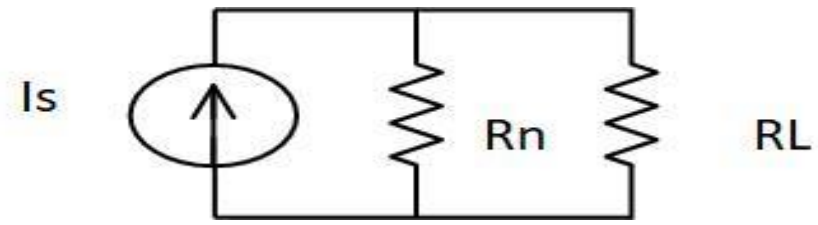
Suatu rangkaian yang memiliki dua terminal keluaran dapat digantikan oleh rangkaian ekuivalen Norton

Rangkaian asli:



9.2 Rangkaian asli

Diubah menjadi:



Gambar 9.3 Rangkaian perubahan

9.5 Parameter Rangkaian Norton

Rangkaian Norton memiliki dua parameter utama:

1 Arus Norton (IN)

Arus Norton adalah arus hubung singkat yang mengalir pada terminal keluaran.

Rumus:

IN = I(SC)

Keterangan:

IN = arus Norton

ISC = arus short circuit

2 Resistansi Norton (RN)

Resistansi Norton adalah resistansi ekuivalen yang dilihat dari terminal beban setelah semua sumber independen dimatikan.

Hubungan:

RN = R(TH)

9.6 Langkah Menentukan Rangkaian Norton

Tahapan analisis:

Langkah 1: Lepaskan Beban

Lepaskan resistor beban dari rangkaian.

Langkah 2: Tentukan Arus Norton

Hubungkan terminal keluaran dengan hubung singkat.

Hitung arus yang mengalir.

IN=I(SC)

Langkah 3: Tentukan Resistansi Norton

Matikan semua sumber independen.

Aturan:

Sumber tegangan:

Diganti hubung singkat.

Sumber arus:

Diganti rangkaian terbuka.

Kemudian hitung:

RN = R(eq)

Langkah 4: Gambar Rangkaian Norton

Susun:

Sumber arus IN

Resistor RN paralel

9.7. Menghitung Arus Beban dengan Norton

Setelah rangkaian Norton diperoleh, arus beban dapat dihitung menggunakan pembagi arus.

Rumus:

$$\mathrm{IL} = \frac{\mathrm{IN}.\,(\mathrm{RN})}{\mathrm{RN} + \mathrm{RL}}$$

Keterangan:

IL = arus beban

IN = arus Norton

RN = resistor Norton

RL = resistor beban

9.8. Contoh Soal Teorema Norton

Diketahui:

Sumber tegangan:

Vs = 12V

Resistor:

R1 = 4Ω

R2 = 8Ω

Beban:

RL = 6Ω

Tentukan arus beban menggunakan metode Norton

Penyelesaian

Langkah 1: Lepaskan Beban

Beban RL dilepas

Langkah 2: Hitung Arus Norton

Terminal keluaran dihubung singkat

Arus melalui R1:

$$\mathrm{IN} = \frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{R1}}$$

$$\mathrm{IN} = \frac{12}{4}$$

Maka:

IN=3A

Langkah 3: Hitung Resistansi Norton

Matikan sumber tegangan

Sumber diganti hubung singkat

Maka:

RN=R1 || R2

$$\mathrm{RN} = \frac{4.8}{4+8}$$

$$\mathrm{RN} = \frac{32}{12}$$

RN = 2,67 Ω

Langkah 4: Hitung Arus Beban

$$\mathrm{IL} = \frac{\mathrm{IN(RN)}}{(\mathrm{RN}+\mathrm{RL})}$$

$$\mathrm{IL} = \frac{3\,.\,2{,}67}{2{,}67+6}$$

IL = 0,92A

Jadi:

IL = 0,92A

9.9 Hubungan Teorema Norton dan Thevenin

Teorema Norton dan Thevenin memiliki hubungan matematis yang sangat erat.

Hubungan resistansi:

RN = R(TH)

Hubungan tegangan dan arus:

V (TH) = IN.RN

atau:

$$\mathrm{IN} = \frac{\mathrm{VTH}}{\mathrm{RTH}}$$

Artinya satu rangkaian dapat dinyatakan dalam bentuk:

- Thevenin
- Norton

tergantung kebutuhan analisis

9.10. Perbandingan Thevenin dan Norton

Tabel 9.1 Perbandingan analisa Thevenin dengan analisa Norton

Thevenin	Norton
Menggunakan sumber tegangan	Menggunakan sumber arus
Resistor seri	Resistor paralel
Parameter utama VTH dan RTH	Parameter utama IN dan RN
Cocok untuk analisis tegangan beban	Cocok untuk analisis arus beban

9.11. Kelebihan Teorema Norton

Kelebihan:

1. Mempermudah analisis rangkaian kompleks.
2. Mudah menentukan arus beban.
3. Efektif pada rangkaian dengan banyak cabang parallel.
4. Memudahkan analisis perubahan nilai beban.

9.12 Keterbatasan Teorema Norton

Keterbatasan:

1. Hanya berlaku pada rangkaian linear.
2. Tidak digunakan langsung untuk menghitung daya.
3. Membutuhkan proses perhitungan beberapa tahap.

9.13. Aplikasi Teorema Norton

Teorema Norton digunakan pada:

1 Sistem Elektronika

Untuk menyederhanakan jaringan keluaran rangkaian.

2 Analisis Sensor

Digunakan dalam pemodelan keluaran sensor.

3 Sistem Komunikasi

Untuk menganalisis impedansi jaringan.

4 Sistem Tenaga

Untuk analisis jaringan distribusi.

Latihan BAB 9

1. Jelaskan pengertian Teorema Norton.
2. Apa perbedaan utama antara Teorema Norton dan Thevenin?
3. Bagaimana cara mendapatkan arus Norton?
4. Sebuah rangkaian memiliki arus Norton 5 A dan resistansi Norton 10 Ω Tentukan tegangan Thevenin.
5. Jelaskan hubungan matematis antara Norton dan Thevenin.

Kesimpulan BAB 9.

Teorema Norton merupakan metode penyederhanaan rangkaian listrik dengan mengganti jaringan kompleks menjadi sumber arus ekuivalen yang dipasang paralel dengan resistor ekuivalen.

Parameter utama Teorema Norton adalah arus Norton (IN) dan resistansi Norton (RN) Teorema ini memiliki hubungan langsung dengan Teorema Thevenin sehingga sebuah rangkaian dapat dianalisis menggunakan dua bentuk ekuivalen tersebut.

BAB 10

TRANSFORMASI SUMBER RANGKAIAN LISTRIK DC

10.1. Pendahuluan

Dalam analisis rangkaian listrik DC, sering ditemukan kondisi di mana sebuah rangkaian lebih mudah diselesaikan apabila bentuk sumber energinya diubah.

Sebuah sumber tegangan dapat diubah menjadi sumber arus, begitu juga sebaliknya, tanpa mengubah karakteristik rangkaian yang dilihat dari terminal luar.

Proses perubahan tersebut disebut **transformasi sumber.**

Transformasi sumber merupakan teknik penting dalam:

- Penyederhanaan rangkaian listrik
- Analisis rangkaian kompleks
- Penyelesaian metode node dan mesh
- Penerapan Teorema Thevenin dan Norton

10.2. Konsep Transformasi Sumber

Transformasi sumber adalah proses mengubah bentuk suatu sumber listrik menjadi bentuk sumber lain yang ekuivalen.

Dua bentuk sumber yang dapat ditransformasikan:

1. Sumber tegangan dengan resistor seri.
2. Sumber arus dengan resistor parallel.

Kedua rangkaian tersebut memiliki karakteristik terminal yang sama.

10.3. Sumber Tegangan

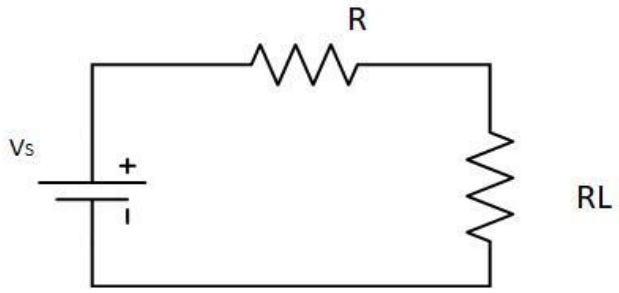
10.3.1 . Pengertian

Sumber tegangan adalah elemen aktif yang menghasilkan beda potensial antara dua terminal.

Contoh:

- Baterai
- Power supply DC
- Generator DC

Bentuk umum:



Gambar 10.1 Rangkaian umum

Keterangan:

Vs = sumber tegangan

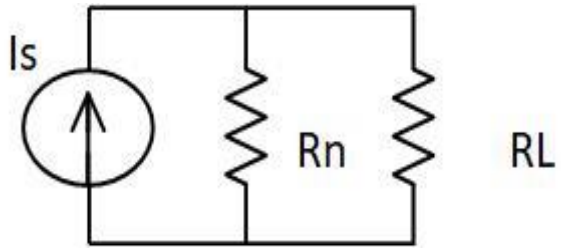
R = resistor seri

10.4. Sumber Arus

10.4.1. Pengertian

Sumber arus adalah elemen aktif yang mempertahankan nilai arus tertentu pada rangkaian.

Bentuk umum:



Gambar 10.2 Rangkaian sumber arus

Keterangan:

Is = sumber arus

Rn = resistor paralel

10.5. Prinsip Kesetaraan Transformasi Sumber

Sebuah sumber tegangan dapat digantikan oleh sumber arus jika:

1. Tegangan sumber tetap sama
2. Hambatan internal tetap sama
3. Terminal keluaran memiliki karakteristik yang sama

Hubungan dasar:

$$IS = \frac{VS}{R}$$

atau:

VS = IS . R

10.6. Transformasi Sumber Tegangan Menjadi Sumber Arus

Misalkan terdapat:

- Sumber tegangan VS
- Resistor seri R

Maka dapat diubah menjadi:

- Sumber arus IS
- Resistor paralel R

Rumus:

$$IS = \frac{VS}{R}$$

Resistansi tetap:

RS = RP

Contoh Soal 10.1

Sebuah sumber tegangan 24 Volt memiliki resistor seri 12 Ω

Ubahlah menjadi sumber arus

Diketahui:

VS = 24 V

R = 12 Ω

Penyelesaian:

$$IS = \frac{VS}{R}$$

$$IS = \frac{24}{12}$$

IS = 2A

Maka bentuk ekuivalennya:

- Sumber arus = 2 A
- Resistor paralel = 12 Ω

10.7 Transformasi Sumber Arus Menjadi Sumber Tegangan

Jika diketahui:

- Sumber arus IS
- Resistor paralel R

Maka dapat diubah menjadi:

- Sumber tegangan VS
- Resistor seri R

Rumus:

VS = IS.R

Contoh Soal 10.2

Sebuah sumber arus 5 Ampere memiliki resistor paralel 8 Ω

Tentukan sumber tegangan ekuivalen

Diketahui:

IS = 5A

R = 8 Ω

Penyelesaian:

VS = IS R

VS = 5. 8

VS = 40 V

Maka:

- Sumber tegangan = 40 Volt
- Resistor seri = 8 Ω

10.8 Hubungan Transformasi Sumber dengan Thevenin dan Norton

Transformasi sumber memiliki hubungan langsung dengan rangkaian ekuivalen.

Rangkaian Thevenin:

V (TH) , R(TH)

dapat diubah menjadi rangkaian Norton:

IN , RN

Hubungan:

$$IN = \frac{VTH}{RTH}$$

dan:

V(TH) = IN . RN

Karena:

RN = R(TH)

maka kedua bentuk tersebut ekuivalen

10.9 Contoh Transformasi dalam Analisis Rangkaian

Diketahui:

Sumber tegangan:

V = 18 V

Resistor seri:

R = 6 Ω

Transformasikan menjadi sumber arus

Penyelesaian:

$$I = \frac{18}{6}$$

I = 3A

Rangkaian ekuivalen:

- Sumber arus 3 A
- Resistor paralel 6 Ω

.

10.10 Transformasi Sumber pada Rangkaian Kompleks

Dalam rangkaian kompleks, transformasi sumber dilakukan untuk:

1. Menghilangkan kombinasi sumber yang sulit dianalisis.
2. Mengubah bentuk rangkaian agar sesuai dengan metode tertentu.
3. Mempermudah penggunaan KCL atau KVL.

Contoh:

Jika rangkaian memiliki banyak cabang paralel, sumber tegangan dapat diubah menjadi sumber arus agar lebih mudah dianalisis menggunakan metode node.

Sebaliknya, jika rangkaian memiliki banyak loop, sumber arus dapat diubah menjadi sumber tegangan agar mudah dianalisis menggunakan metode mesh.

10.11 Kesalahan Umum dalam Transformasi Sumber

Beberapa kesalahan yang sering terjadi:

1. Tidak Mengubah Posisi Resistor

Pada transformasi:

- Resistor seri berubah menjadi paralel
- Resistor paralel berubah menjadi seri

2. Salah Menentukan Polaritas

Arah sumber harus diperhatikan agar nilai arus atau tegangan tidak terbalik.

3. Mengubah Sumber yang Tidak Memenuhi Syarat

Transformasi hanya berlaku untuk:

- Satu sumber
- Satu resistor yang terhubung langsung

10.12 Aplikasi Transformasi Sumber

Transformasi sumber digunakan pada:

1. Analisis Rangkaian Elektronika

Untuk menyederhanakan jaringan resistor dan sumber.

2. Sistem Catu Daya

Untuk analisis keluaran regulator.

3. Sistem Kontrol

Untuk pemodelan rangkaian sensor dan actuator.

4. Analisis Jaringan Listrik

Untuk menyelesaikan sistem dengan banyak sumber.

Latihan BAB 10

1. Jelaskan pengertian transformasi sumber.
2. Tuliskan rumus perubahan sumber tegangan menjadi sumber arus.
3. Sebuah sumber tegangan 30 Volt memiliki resistor seri 10 Ω Tentukan sumber arus ekuivalennya.
4. Sebuah sumber arus 4 A memiliki resistor paralel 5 Ω Tentukan tegangan ekuivalennya.
5. Jelaskan hubungan transformasi sumber dengan Teorema Thevenin dan Norton.

Kesimpulan BAB 10

Transformasi sumber merupakan metode penting dalam analisis rangkaian listrik DC yang memungkinkan perubahan bentuk sumber tegangan menjadi sumber arus atau sebaliknya tanpa mengubah karakteristik terminal rangkaian.

Metode ini membantu menyederhanakan rangkaian kompleks dan menjadi dasar dalam penerapan Teorema Thevenin, Teorema Norton, metode node, serta metode mesh.

BAB 11

TEOREMA TRANSFER DAYA MAKSIMUM

11.1 Pendahuluan

Dalam sistem listrik dan elektronika, energi yang dihasilkan oleh sumber tidak seluruhnya dapat disalurkan ke beban Sebagian energi dapat hilang akibat adanya hambatan internal pada sumber.

Agar daya yang diterima oleh beban menjadi maksimum, diperlukan kondisi tertentu antara hambatan sumber dan hambatan beban.

Konsep tersebut dijelaskan melalui **Teorema Transfer Daya Maksimum.**

Teorema ini banyak digunakan dalam:

- Sistem komunikasi
- Rangkaian penguat
- Sistem audio
- Sistem tenaga listrik
- Perancangan rangkaian elektronik

11.2 Pengertian Teorema Transfer Daya Maksimum

Teorema Transfer Daya Maksimum menyatakan:

"Suatu beban akan menerima daya maksimum dari suatu sumber apabila nilai resistansi beban sama dengan resistansi internal sumber."

Secara matematis:

$$RL = R(TH)$$

Keterangan:

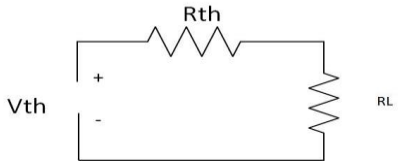
RL = resistansi beban

RTH = resistansi Thevenin sumber

11.3 Konsep Dasar Transfer Daya

Sebuah sumber listrik tidak bersifat ideal Sumber memiliki hambatan internal yang menyebabkan sebagian daya hilang.

Model sumber:



Gambar 11.1 Transfer daya

Keterangan:

VTH = tegangan sumber ekuivalen

RTH = hambatan internal sumber

RL = hambatan beban

11.4. Daya pada Beban

Daya yang diterima beban:

$$PL = I^2RL$$

Dengan arus:

$$I = \frac{VTH}{RTH + RL}$$

maka:

Persamaan ini menunjukkan bahwa daya beban bergantung pada perbandingan:

- Resistansi sumber
- Resistansi beban

11.5. Kondisi Daya Maksimum

Daya maksimum terjadi ketika:

RL = R(TH)

Pada kondisi ini:

- Daya yang diterima beban paling besar
- Tegangan beban menjadi setengah dari tegangan Thevenin
- Efisiensi sistem menjadi 50%

11.6. Penurunan Rumus Daya Maksimum

Diketahui:

$$\mathrm{PL} = \left(\frac{\mathrm{VTH}}{\mathrm{RTH+RL}}\right)^{2.} \mathrm{RL}$$

Untuk mendapatkan nilai maksimum:

$$\frac{\mathrm{d\ PL}}{\mathrm{d\ RL}} = 0$$

Hasil penyelesaian matematis:

RL = R(TH)

Sehingga kondisi maksimum terjadi saat resistansi beban sama dengan resistansi sumber.

11.7. Nilai Daya Maksimum

Ketika:

RL = R(TH)

maka:

$$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{Vth}}{2\ \mathrm{Rth}}$$

Daya maksimum:

$$\mathrm{P(ma)} = \frac{\mathrm{Vth}^2}{4\ \mathrm{Rth}}$$

Keterangan:

Pma = daya maksimum (Watt)

VTH = tegangan Thevenin

RTH = resistansi Thevenin

11.8 Contoh Soal Transfer Daya Maksimum

Diketahui rangkaian ekuivalen Thevenin:

V (TH) = 20 V

R (TH) = 10 Ω

Tentukan:

1. Nilai RL agar daya maksimum
2. Besarnya daya maksimum

Penyelesaian

1. Menentukan Resistansi Beban

Syarat daya maksimum:

RL = R (TH)

Maka:

RL=10 Ω

2. Menghitung Daya Maksimum

$$P(ma) = \frac{Vth^2}{4\ Rth}$$

Substitusi:

$$P(ma) = \frac{20^2}{4\ .10}$$

P (ma) = 10 W

Jadi:

Resistansi beban maksimum:

RL = 10Ω

Daya maksimum:

P (ma)=10W

11.9. Efisiensi pada Transfer Daya Maksimum

Efisiensi:

$$\eta = \frac{PL}{P(total)} \text{ x } 100\%$$

Pada kondisi:

RL = R(TH)

daya terbagi sama:

PL = P(RTH)

Sehingga:

$\eta = 50\%$

Artinya:

- 50% daya diterima beban
- 50% daya hilang pada resistansi sumber

11.10. Perbandingan Daya Maksimum dan Efisiensi

Dalam praktik, kondisi daya maksimum tidak selalu digunakan

Alasannya:

- Efisiensi hanya 50%
- Setengah energi hilang sebagai panas

Pada sistem tenaga listrik, lebih diutamakan:

- Efisiensi tinggi
- Kerugian daya rendah

Namun pada sistem komunikasi dan elektronika, transfer daya maksimum sering digunakan karena kekuatan sinyal menjadi prioritas.

11.11. Aplikasi Teorema Transfer Daya Maksimum

1. Sistem Audio

Digunakan untuk mencocokkan impedansi antara:

- Amplifier
- Speaker

Agar daya suara maksimum

2. Sistem Komunikasi

Digunakan untuk:

- Antena
- Transmitter
- Receiver

Agar sinyal dapat diterima secara optimal.

3. Rangkaian Elektronika

Digunakan dalam:

- Penguat transistor
- Sensor
- Sistem instrumentasi

11.12. Hubungan dengan Teorema Thevenin

Sebelum menggunakan Teorema Transfer Daya Maksimum, rangkaian biasanya disederhanakan menjadi bentuk Thevenin.

Langkah:

1. Tentukan VTH
2. Tentukan RTH
3. Atur nilai RL:

   RL = R(TH)
4. Hitung daya maksimum

Latihan BAB 11

1. Jelaskan prinsip Teorema Transfer Daya Maksimum
2. Kapan suatu beban menerima daya maksimum?
3. Sebuah rangkaian memiliki VTH = 30 Volt dan RTH = 15 Ω Tentukan nilai RL.
4. Hitung daya maksimum jika VTH = 40 Volt dan RTH = 20 Ω.
5. Mengapa sistem tenaga listrik tidak selalu menggunakan kondisi transfer daya maksimum?

Kesimpulan BAB 11

Teorema Transfer Daya Maksimum menjelaskan kondisi agar suatu beban menerima daya terbesar dari sumber Kondisi tersebut terjadi ketika resistansi beban sama dengan resistansi sumber ekuivalen Thevenin.

Meskipun memberikan daya terbesar, metode ini memiliki efisiensi hanya 50%, sehingga penggunaannya lebih banyak ditemukan pada sistem elektronika dan komunikasi dibandingkan sistem tenaga listrik.

BAB 12

ANALISIS DAYA DAN ENERGI LISTRIK DC

12.1 Pendahuluan

Dalam suatu rangkaian listrik, energi yang diberikan oleh sumber akan digunakan oleh komponen -komponen yang terdapat dalam rangkaian Besarnya penggunaan energi tersebut dapat dianalisis melalui konsep daya dan energi listrik.

Analisis daya sangat penting karena berkaitan dengan:

- Kemampuan komponen dalam menerima energi
- Efisiensi sistem listrik
- Pemilihan kapasitas komponen
- Perhitungan konsumsi energi

Pada rangkaian DC, daya dan energi dapat dihitung menggunakan hubungan antara:

- Tegangan
- Arus
- Hambatan
- Waktu

12.2. Pengertian Daya Listrik

Daya listrik adalah jumlah energi listrik yang digunakan atau diserap oleh suatu komponen setiap satuan waktu

Simbol daya:

P

Satuan:

Watt (W)

Secara matematis:

$$P = \frac{W}{t}$$

Keterangan:

P = daya listrik (Watt)

W = energi listrik (Joule)

t = waktu (detik)

12.3 Rumus Dasar Daya Listrik DC

Hubungan daya, tegangan, dan arus:

$$P = V \cdot I$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Dengan menggunakan Hukum Ohm:

$$V = I.R$$

maka:

$$P = I\,(I.R)$$

sehingga:

$$P = I^2\,R$$

Selain itu:

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

maka:

$$P = V\,\frac{V}{R}$$

sehingga:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

12.4. Tiga Bentuk Persamaan Daya

Dalam analisis rangkaian DC terdapat tiga bentuk utama:

1. Berdasarkan Tegangan dan Arus

$$P = V \cdot I$$

Digunakan jika nilai tegangan dan arus diketahui.

2. Berdasarkan Arus dan Hambatan

$$P = I^2 R$$

Digunakan jika nilai arus dan hambatan diketahui.

3 Berdasarkan Tegangan dan Hambatan

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Digunakan jika nilai tegangan dan hambatan diketahui.

12.5. Daya pada Resistor

Resistor merupakan komponen yang mengubah energi listrik menjadi energi panas

Daya yang diserap resistor:

$$PR = I^2 R$$

Semakin besar arus yang mengalir, semakin besar panas yang dihasilkan.

Contoh Soal 12.1

Sebuah resistor 20 Ω dialiri arus 2 A Tentukan daya yang digunakan resistor.

Diketahui:

R = 20 Ω

I = 2 A

Penyelesaian:

$P = I^2 R$

$P = 2^2 20$

P = 4.20

P = 80 W

Jadi daya resistor:80 W

12.6. Daya pada Rangkaian Seri

Pada rangkaian seri:

- Arus setiap komponen sama
- Tegangan terbagi

Daya total:

PT = P1 + P2 + P3

atau:

PT = VT . IT

Contoh Soal 12.2

Tiga resistor seri:

R1 = 5 Ω

R2 = 10 Ω

R3 = 15 Ω

Diberikan tegangan 30 Volt

Hitung daya total

Penyelesaian

Hambatan total:

RT= 5 + 10 + 15

RT = 30Ω

Arus:

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

$$I = \frac{30}{30}$$

I = 1A

Daya:

P = V.I

P = 30 (1)

P = 30W

12.7. Daya pada Rangkaian Paralel

Pada rangkaian paralel:

- Tegangan setiap cabang sama
- Arus terbagi

Daya total:

PT = P1 + P2 + P3

Contoh Soal 12.3

Dua resistor paralel:

R1 = 10 Ω

R2 = 20 Ω

Tegangan sumber:

V = 12 V

Hitung daya total

Penyelesaian

Daya R1:

$$P1 = \frac{V^2}{R1}$$

$$P1 = \frac{12^2}{10}$$

P1 = 14,4 W

Daya R2:

$$P1 = \frac{12^2}{20}$$

P2 = 7,2 W

Daya total:

PT = 14,4 + 7,2

PT = 21,6W

12.8. Energi Listrik

Energi listrik merupakan jumlah daya yang digunakan selama periode waktu tertentu.

Rumus:

W = P . t

Keterangan:

W = energi (Joule)

P = daya (Watt)

t = waktu (detik)

12.9. Satuan Energi Listrik

Dalam sistem internasional:

Joule (J)

Namun pada konsumsi listrik rumah tangga digunakan:

kWh

Hubungan:

1kWh = 1000W . 1jam

atau:

$1\ \text{kWh} = 3{,}6\ 10^{6}\ \text{J}$

Contoh Soal 12.4

Sebuah lampu 50 Watt digunakan selama 10 jam

Hitung energi yang digunakan

Penyelesaian:

E = P. t

E = 50 . 10

E = 500 Wh

Konversi:

500 Wh = 0,5 kWh

Energi yang digunakan: 0,5 kWh

12.10. Efisiensi Energi Listrik

Efisiensi menunjukkan seberapa besar energi masukan yang berhasil digunakan sebagai energi keluaran

Rumus:

$$\eta = \frac{\text{P out}}{\text{P in}} . 100\%$$

Keterangan:

η = efisiensi

Pout = daya keluaran

Pin = daya masukan

Contoh Soal 12.5

Sebuah motor DC menerima daya 500 Watt dan menghasilkan daya mekanik 400 Watt.

Hitung efisiensinya

Penyelesaian:

$$\eta = \frac{400}{500}.100\%$$

η = 80%

Efisiensi motor:(80%)

12.11. Hukum Kekekalan Energi pada Rangkaian DC

Dalam rangkaian listrik:

Energi yang diberikan sumber:

P (input)

akan sama dengan:

Energi yang digunakan beban + energi yang hilang

Secara umum:

P(input) = P(beban) + P(loss)

Pada resistor:

P(loss) = I^2 2R

Energi yang hilang biasanya berubah menjadi panas

12.12. Analisis Daya Menggunakan Hukum Kirchhoff

Dalam rangkaian kompleks, daya setiap elemen dapat dihitung setelah nilai arus dan tegangan diketahui

Langkah:

1. Tentukan arus menggunakan KCL/KVL
2. Tentukan tegangan setiap komponen
3. Hitung daya setiap elemen
4. Jumlahkan seluruh daya

Prinsip keseimbangan:

$\sum P=0$

Artinya:

Jumlah daya yang diberikan sumber sama dengan jumlah daya yang diserap beban.

12.13. Aplikasi Analisis Daya dan Energi

Analisis daya digunakan pada:

1. Sistem Baterai

Menentukan lama penggunaan berdasarkan kapasitas energi.

2. Motor DC

Menghitung kebutuhan daya dan efisiensi.

3. Sistem Panel Surya

Menghitung energi yang dihasilkan.

4. Peralatan Elektronik

Menentukan konsumsi energi dan kapasitas adaptor.

Latihan BAB 12

1. Jelaskan pengertian daya listrik.
2. Sebuah resistor 50 Ω dialiri arus 2 A Hitung dayanya.
3. Sebuah lampu 100 Watt digunakan selama 5 jam Hitung energi yang digunakan.
4. Sebuah motor menerima daya 1000 Watt dan menghasilkan daya 800 Watt Hitung efisiensinya.
5. Jelaskan hubungan antara daya, energi, dan waktu.

Kesimpulan BAB 12

Analisis daya dan energi merupakan bagian penting dalam memahami kinerja rangkaian listrik DC Daya menunjukkan laju penggunaan energi, sedangkan energi menunjukkan jumlah total energi yang digunakan selama waktu tertentu.

Dengan memahami hubungan antara tegangan, arus, hambatan, dan waktu, seorang teknisi dapat menentukan kebutuhan daya, efisiensi, serta kemampuan suatu sistem listrik secara tepat.

BAB 13

LATIHAN SOAL DAN PEMBAHASAN LENGKAP

13.1 Pendahuluan

Bab ini berisi kumpulan latihan soal yang mencakup seluruh materi pada buku **Analisis dan Theorema Rangkaian Listrik DC**

Tujuan latihan adalah:

1. Menguji pemahaman konsep dasar rangkaian DC
2. Melatih kemampuan perhitungan matematis
3. Meningkatkan kemampuan menganalisis rangkaian listrik
4. Mempersiapkan pembaca untuk menyelesaikan permasalahan rangkaian nyata

Materi latihan meliputi:

- Hukum Ohm
- Hukum Kirchhoff
- Rangkaian seri dan paralel
- Metode node
- Metode mesh
- Teorema Superposisi
- Teorema Thevenin
- Teorema Norton
- Transformasi sumber
- Transfer daya maksimum
- Analisis daya dan energi

BAGIAN A

HUKUM OHM

Soal 1

Sebuah resistor memiliki nilai 50 Ω dan diberi tegangan 20 Volt

Hitung arus yang mengalir

Penyelesaian

Diketahui:

R = 50Ω

V = 20V

Menggunakan Hukum Ohm:

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

$$I = \frac{20}{50}$$

I = 0,4 A

Jawaban:

I = 0,4A

Soal 2

Sebuah rangkaian memiliki arus 3 Ampere dan hambatan 10 Ω

Tentukan tegangan sumber

Penyelesaian

Rumus:

V = I.R

V = 3.0

V = 30 V

Jawaban:

V = 30 V

BAGIAN B

RANGKAIAN SERI DAN PARALEL

Soal 3

Tiga resistor disusun seri:

R1 = 5 Ω

R2 = 10 Ω

R3 = 15 Ω

Tentukan hambatan total

Penyelesaian

Karena seri:

RT = R1 + R2 + R3

RT= 5 + 10 + 15

RT = 30 Ω

Jawaban:

RT = 30Ω

Soal 4

Dua resistor dipasang paralel:

R1 = 6 Ω

R2 = 12 Ω

Hitung hambatan total

Penyelesaian

Rumus:

$$RT = \frac{R1.R2}{R1 + R2}$$

$$RT = \frac{6 . 12}{6 + 12}$$

$$RT = \frac{72}{18}$$

RT = 4 Ω

Jawaban:

RT = 4 Ω

BAGIAN C

HUKUM KIRCHHOFF

Soal 5

Pada suatu node terdapat:

Arus masuk:

I1 = 8 A

I2 = 5 A

Arus keluar:

I3 = 10 A

Tentukan arus I 4

Penyelesaian

Menurut KCL:

I (masuk) = I (keluar)

8 + 5 = 10 + I 4

13 = 10 + I 4

I 4 = 3 A

Jawaban:

I 4 = 3A

Soal 6

Sebuah loop memiliki:

Sumber tegangan:

24 Volt

Hambatan total:

12 Ω

Hitung arus loop

Penyelesaian

Menggunakan KVL:

$\sum$ VIR = 0

24 = 12 . I

12 . I = 24

$$I = \frac{24}{12}$$

I = 2 A

Jawaban:

I = 2 A

BAGIAN D

METODE NODE

Soal 7

Sebuah node terhubung dengan sumber arus 4 A dan resistor 8 Ω ke ground

Hitung tegangan node

Penyelesaian

Hukum Ohm:

V = I R

V= 4 . 8

V = 32 V

Jawaban:

V = 32 V

BAGIAN E

METODE MESH

Soal 8

Sebuah loop memiliki:

Sumber:

18 Volt

Resistor:

R1 = 3Ω

R2 = 6Ω

Tentukan arus mesh

Penyelesaian

Hambatan total:

RT = 3 + 6

RT = 9 Ω

Arus:

$$I = \frac{18}{9}$$

I = 2A

Jawaban:

I = 2A

BAGIAN F

TEOREMA SUPERPOSISI

Soal 9

Sebuah rangkaian memiliki dua sumber:

V1 = 12 Volt

V2 = 4 Volt

Resistor:

R = 4 Ω

Kedua sumber berlawanan arah

Hitung arus total

Penyelesaian

Arus akibat V1:

$$I1 = \frac{12}{4}$$

I1 = 3A

Arus akibat V2:

$$I2 = \frac{4}{4}$$

I2 = 1A

Karena berlawanan:

IT = I1- I2

IT = 3-1

IT = 2A

Jawaban:

IT = 2A

BAGIAN G

TEOREMA THEVENIN

Soal 10

Sebuah rangkaian memiliki:

V(TH) = 20 V

R(TH) = 5 Ω

Beban:

RL = 15 Ω

Hitung arus beban

Penyelesaian

Rumus:

$$IL = \frac{VTH}{RTH + RL}$$

Substitusi:

$$IL = \frac{20}{5 + 15}$$

$$IL = \frac{20}{20}$$

IL = 1A

Jawaban:

IL = 1A

BAGIAN H

TEOREMA NORTON

Soal 11

Diketahui:

IN = 5A

RN = 10Ω

RL = 10Ω

Hitung arus beban

Penyelesaian

Rumus pembagi arus:

$$I = IN.\frac{RN}{RN + RL}$$

$$IL = \frac{5.10}{10 + 10}$$

IL = 5 (0,5)

IL = 2,5 A

Jawaban:

IL = 2,5A

BAGIAN I

TRANSFER DAYA MAKSIMUM

Soal 12

Diketahui:

V(TH) = 40V

R(TH) = 20Ω

Tentukan:

1. Nilai RL agar daya maksimum
2. Besarnya daya maksimum

Penyelesaian

Syarat:

RL = R(TH)

Maka:

RL = 20 Ω

Daya maksimum:

$$Pma = \frac{VTH^2}{R4.RTH}$$

$$Pma = \frac{40^2}{4.20}$$

$$Pma = \frac{1600}{80}$$

$$P(ma) = 20W$$

Jawaban: RL = 20Ω

P(ma) = 20W

BAGIAN J

DAYA DAN ENERGI LISTRIK

Soal 13

Sebuah motor DC bekerja pada:

V = 24 Volt

I = 10 Ampere

Hitung daya motor

Penyelesaian

P = V.I

P = 24.(10)

P = 240 W

Jawaban:

P=240W

Soal 14

Sebuah lampu 100 Watt digunakan selama 8 jam

Hitung energi listrik

Penyelesaian

$E = P\ t$

$E = 100\ .\ (8)$

$E = 800\ Wh$

Konversi:

$800\ Wh = 0{,}8\ kWh$

Jawaban:

$E = 0{,}8\ kWh$

DAFTAR PUSTAKA

1. *Aleander, C K, & Sadiku, M N O Fundamentals of Electric Circuits McGrawHill*
2. *Nilsson, J W, & Riedel, S A Electric Circuits Pearson*
3. *Hayt, W H, Kemmerly, J E, & Durbin, S M Engineering Circuit Analysis McGrawHill*
4. *Floyd, T L Principles of Electric Circuits Pearson*
5. *Dorf, R C, & Svoboda, J A Introduction to Electric Circuits Wiley*