

Modul 2

Rangkaian Pembagi Arus, Tegangan serta Transformasi Delta Star

2.1. Tujuan

1. Praktikan mampu merakit dan menghitung substitusi rangkaian resistor secara paralel dan seri.
2. Praktikan mampu menghitung dan mencari nilai hasil transformasi bintang ke segitiga dan sebaliknya

2.2. Alat dan Bahan

1. PC/Laptop
2. Simulator EasyEDA

2.3. Dasar Teori

1. Rangkaian Pembagi Arus

Rangkaian Pembagi Arus adalah rangkaian listrik yang membagi arus didalam rangkaiannya sehingga jumlah arus yang masuk akan terbagi besarnya pada cabang rangkaian.

Pada rangkaian pembagi arus terdapat cabang yang membagi besar kuat arus berbeda sesuai dengan nilai hambatan pada cabang tersebut, rangkaian pembagi arus ini identik dengan rangkaian paralel atau rangkaian memiliki cabang pada rangkaiannya.

Rangkaian Pembagi Arus ini merupakan rangkaian yang menggunakan sifat rangkaian paralel yaitu membagi arus di setiap cabang sesuai besar hambatan, dan besar kuat arus yang masuk sama dengan jumlah arus yang terbagi pada rangkaian.

Lebih tepatnya pada rangkaian pembagi arus berlaku hukum Kirchoff 1 "*Jumlah arus yang masuk melalui sebuah titik percabangan dalam suatu rangkaian listrik sama dengan arus total yang keluar dari titik percabangan tersebut*".

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$\frac{V_{total}}{R_{total}} = \frac{V_{total}}{R_1} + \frac{V_{total}}{R_2} + \frac{V_{total}}{R_3} + \dots$$

Untuk dapat menghitung besar kuat arus yang terbagi pada masing-masing cabang kita dapat langsung menghitungnya dengan membagikan jumlah tegangan total dengan masing-masing nilai resistor.

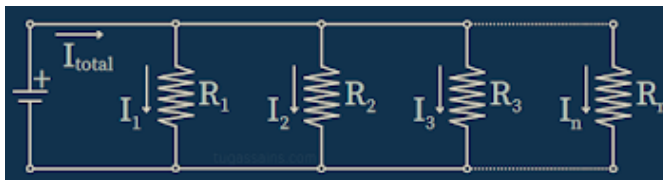
$$I_n = \frac{V_{total}}{R_n}$$

Dengan n merupakan cabang yang dicari seperti I_3 , dan pada rangkaian pembagi arus besar tegangan di masing-masing resistor atau pada cabang rangkaian bernilai sama besarnya.

$$V_{total} = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$$

Untuk hambatan pengganti pada rangkaian pembagi arus kita dapat menggunakan rumus hambatan pengganti rangkaian paralel. Setelah mengerti pengertian dan rumus serta sifat rangkaian pembagi arus mari kita pelajari lebih dalam dengan contoh soal yang di sertai pembahasan.

Rumus perhitungan:



Yaitu dapat kita hitung dengan

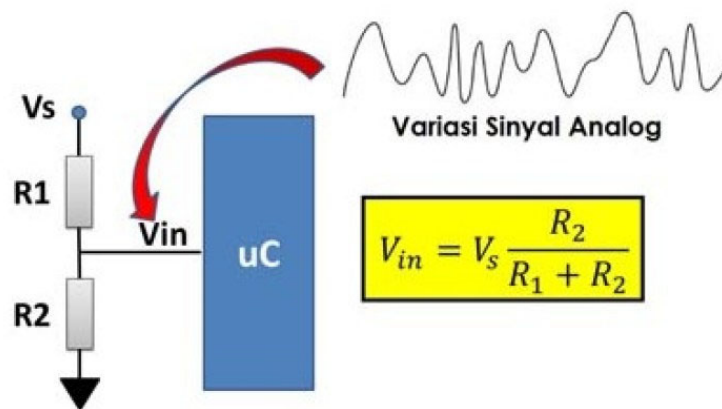
$$I_n = \frac{V_{total}}{R_n}$$

2. Rangkaian pembagi tegangan

Pembagi tegangan merupakan sebuah rangkaian sederhana yang bisa mengubah arus listrik tegangan besar menjadi tegangan yang lebih kecil.

Fungsi utama dari pembagi tegangan di dalam rangkaian elektronika adalah untuk membagi tegangan input menjadi satu atau beberapa tegangan output yang dibutuhkan oleh komponen lain dalam rangkaian.

Untuk rumusnya coba perhatikan gambar yang saya berikan dibawah ini;



Dengan keterangan sebagai berikut:

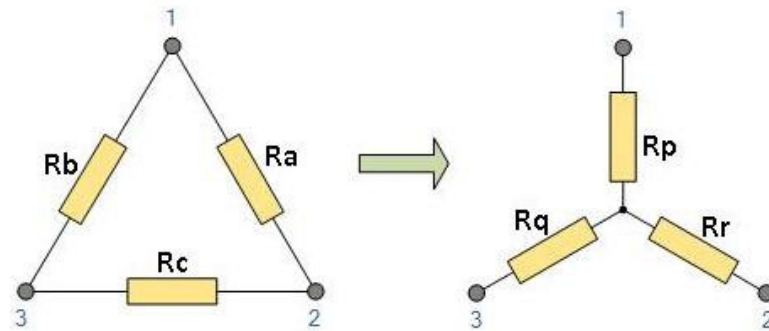
$$V_{out} = V_{in} \times (R_1 / (R_1 + R_2))$$

Vout = Tegangan arus listrik keluar.

R (1, 2, 3) = Komponen atau hambatan berupa resistor.

Vin = Tegangan arus listrik yang masuk.

3. Transformasi Rangkaian Delta-Star



Untuk menghitung rangkaian resistor komplek kadang-kadang kita menjumpai suatu rangkaian dalam bentuk Delta, sehingga rangkaian resistor tersebut tidak dapat diselesaikan. Cara mudah untuk menyelesaikannya yaitu dengan mengubah rangkaian delta menjadi rangkaian pengganti Star seperti gambar 1 di atas. Berikut proses transformasi dari rangkaian delta ke rangkaian star.

Hambatan titik 1-2 pada rangkaian delta harus sama dengan hambatan pada titik 1-2 rangkaian star sehingga kita dapatkan :

$R_p + R_r = R_a // R_b + R_c$ *tanda + menyatakan seri sedangkan tanda // menyatakan paralel.*

Atau dapat ditulis :

$$\frac{1}{R_p + R_r} = \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b + R_c} = \frac{R_b + R_c}{R_a (R_b + R_c)} + \frac{R_a}{R_a (R_b + R_c)}$$

$$R_p + R_r = \frac{R_a (R_b + R_c)}{R_a + R_b + R_c} \dots \dots \dots (1)$$

Pada titik 2-3 :

$$R_q \oplus R_r = R_c // R_a \oplus R_b$$

$$\frac{1}{R_q + R_r} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_a + R_b} = \frac{R_a + R_b}{R_c (R_a + R_b)} + \frac{R_c}{R_c (R_a + R_b)}$$

$$R_q + R_r = \frac{R_c (R_a + R_b)}{R_a + R_b + R_c} \dots \dots \dots (2)$$

Pada titik 3 – 1

$$R_q \oplus R_p = R_b // R_a \oplus R_c$$

$$\frac{1}{R_q + R_p} = \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_a + R_c} = \frac{R_a + R_c}{R_b (R_a + R_c)} + \frac{R_b}{R_b (R_a + R_c)}$$

$$R_q + R_p = \frac{R_b (R_a + R_c)}{R_a + R_b + R_c} \dots \dots \dots (3)$$

Eliminasi persamaan 1 dan 2 :

$$R_p + R_r - (R_q + R_r) = \frac{R_a (R_b + R_c)}{R_a + R_b + R_c} - \left(\frac{R_c (R_a + R_b)}{R_a + R_b + R_c} \right)$$

$$R_p + R_r - R_q - R_r = \frac{R_a R_b + R_a R_c - R_c R_a - R_c R_b}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_p - R_q = \frac{R_b (R_a - R_c)}{R_a + R_b + R_c} \dots \dots \dots (4)$$

Eliminasi persamaan 4 dengan persamaan 3 :

$$R_p - R_q + (R_q + R_p) = \frac{R_b(R_a - R_c)}{R_a + R_b + R_c} + \left(\frac{R_b(R_a + R_c)}{R_a + R_b + R_c} \right)$$

$$R_p + R_p = \frac{R_b R_a + R_b R_a}{R_a + R_b + R_c}$$

$$2R_p = \frac{2R_b R_a}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_p = \frac{R_b R_a}{R_a + R_b + R_c}$$

Subtitusikan hasil ke persamaan 4 :

$$\frac{R_b R_a}{R_a + R_b + R_c} - R_q = \frac{R_b(R_a - R_c)}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_q = \frac{R_b R_a}{R_a + R_b + R_c} - \frac{R_b(R_a - R_c)}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_q = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

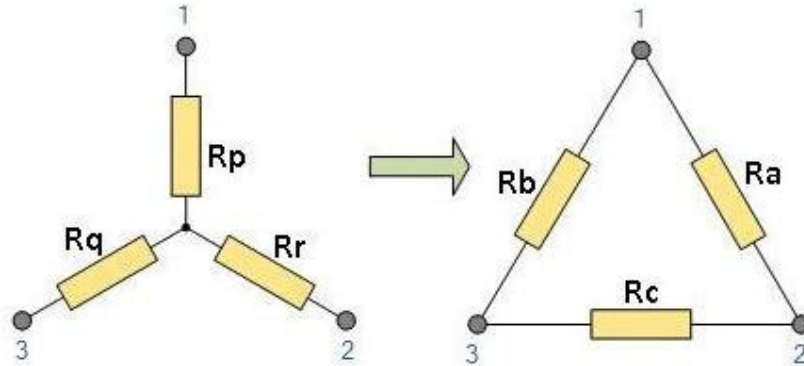
Substitusi hasil ke persamaan 2 :

$$\frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c} + R_r = \frac{R_c(R_a + R_b)}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_r = \frac{R_c(R_a + R_b)}{R_a + R_b + R_c} - \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_r = \frac{R_a R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

4. Transformasi Rangkaian Star-Delta



Berikut cara mencari resistor pengganti untuk transformasi dari rangkaian star ke delta.

Dari transformasi delta ke star didapat :

$$R_p = \frac{R_b R_a}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_q = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_r = \frac{R_a R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

Kemudian kalikan tiap-tiap R pada rangkaian star :

$$R_p R_q = \frac{R_b R_a}{R_a + R_b + R_c} \cdot \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_p R_q = \frac{R_a R_c R_b^2}{(R_a + R_b + R_c)^2} \dots \dots \dots (1)$$

$$R_q R_r = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c} \cdot \frac{R_a R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_q R_r = \frac{R_a R_b R_c^2}{(R_a + R_b + R_c)^2} \dots \dots \dots (2)$$

$$R_r R_p = \frac{R_a R_c}{R_a + R_b + R_c} \cdot \frac{R_b R_a}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_r R_p = \frac{R_b R_c R_a^2}{(R_a + R_b + R_c)^2} \dots \dots \dots (3)$$

Kemudian jumlahkan ketiga persamaan (1) (2) dan (3) :

$$R_p R_q + R_q R_r + R_r R_p = \frac{R_a R_c R_b^2}{(R_a + R_b + R_c)^2} + \frac{R_a R_b R_c^2}{(R_a + R_b + R_c)^2} + \frac{R_b R_c R_a^2}{(R_a + R_b + R_c)^2}$$

$$R_p R_q + R_q R_r + R_r R_p = \frac{R_a R_b R_c (R_a + R_b + R_c)}{(R_a + R_b + R_c)^2}$$

$$R_p R_q + R_q R_r + R_r R_p = \frac{R_a R_b R_c}{(R_a + R_b + R_c)}$$

atau :

$$\frac{R_a R_b R_c}{(R_a + R_b + R_c)} = R_p R_q + R_q R_r + R_r R_p$$

Maka di dapat :

Untuk R_a :

$$\frac{\frac{R_a R_b R_c}{(R_a + R_b + R_c)}}{\frac{R_b R_c}{(R_a + R_b + R_c)}} = \frac{R_p R_q + R_q R_r + R_r R_p}{R_q}$$

$$R_a = \frac{R_p R_q + R_q R_r + R_r R_p}{R_q}$$

Untuk R_b :

$$\frac{\frac{R_a R_b R_c}{(R_a + R_b + R_c)}}{\frac{R_a R_c}{(R_a + R_b + R_c)}} = \frac{R_p R_q + R_q R_r + R_r R_p}{R_r}$$

$$R_b = \frac{R_p R_q + R_q R_r + R_r R_p}{R_r}$$

Untuk R_c :

$$\frac{\frac{R_a R_b R_c}{(R_a + R_b + R_c)}}{\frac{R_a R_b}{(R_a + R_b + R_c)}} = \frac{R_p R_q + R_q R_r + R_r R_p}{R_p}$$

$$R_c = \frac{R_p R_q + R_q R_r + R_r R_p}{R_p}$$

5. Resistor

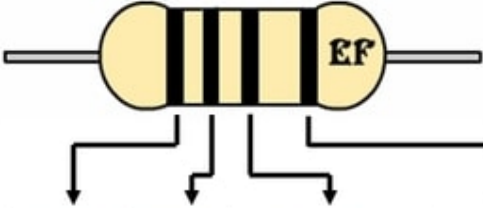
Resistor atau hambatan adalah salah satu komponen elektronika yang memiliki nilai hambatan tertentu, dimana hambatan ini akan menghambat arus [listrik](#) yang mengalir melaluinya. Sebuah resistor biasanya terbuat dari bahan campuran Carbon. Namun tidak sedikit juga resistor yang terbuat dari kawat nikrom, sebuah kawat yang memiliki resistansi yang cukup tinggi dan tahan pada arus kuat. Contoh lain penggunaan kawat nikrom dapat dilihat pada elemen pemanas setrika. Jika

elemen pemanas tersebut dibuka, maka terdapat seutas kawat spiral yang biasa disebut dengan kawat nikrom.

Satuan Resistor adalah *Ohm* (simbol: Ω) yang merupakan satuan SI untuk [resistansi listrik](#). Dalam *sejarah*, kata ohm itu diambil dari nama salah seorang fisikawan hebat asal German bernama George Simon Ohm. Beliau juga yang mencetuskan keberadaan hukum ohm yang masih berlaku hingga sekarang.

Resistor berfungsi sebagai penghambat arus listrik. Jika ditinjau secara mikroskopik, unsur-unsur penyusun [resistor](#) memiliki sedikit sekali elektron bebas. Akibatnya pergerakan elektronnya menjadi sangat lambat. Sehingga arus yang terukur pada multimeter akan menunjukkan angka yang lebih rendah jika dibandingkan rangkaian listrik tanpa resistor.

Dan satu lagi, tentunya pasti anda juga bertanya-tanya bagaimana cara menghitung resistor film karbon yang memiliki banyak gelang [warna](#). Biasanya cara ini sudah lama ditinggalkan karena para Teknisi lebih sering menggunakan alat ukur agar lebih cepat melakukan reparasi. Tetapi bagi anda yang belajar dan untuk praktik atau tugas sekolah berikut ini penjelasan lengkap cara membaca Kode Warna pada Film Karbon [Resistor](#) secara manual.



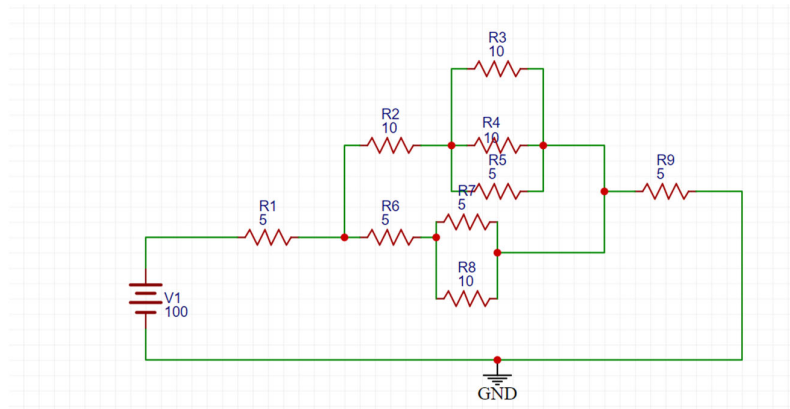
WARNA	Gelang I	Gelang II	Gelang III	TOLERANSI
HITAM	0	0	10^0 x 1	-
COKLAT	1	1	10^1 x 10	$\pm 1 \%$
MERAH	2	2	10^2 x 100	$\pm 2 \%$
ORANGE	3	3	10^3 x 1 K	-
KUNING	4	4	10^4 x 10 K	-
HIJAU	5	5	10^5 x 100 K	-
BIRU	6	6	10^6 x 1 M	-
UNGU	7	7	10^7 x 10 M	-
ABU – ABU	8	8	10^8 x 100 M	-
PUTIH	9	9	10^9 x 1 G	-
EMAS	-	-	10^{-1} x 0,1	$\pm 5 \%$
PERAK	-	-	10^{-2} x 0,01	$\pm 10 \%$
Tak Berwarna	-	-		$\pm 20 \%$

Cara mudah menghafal nilai dari kode [warna Resistor](#) yaitu dengan cara menghafalkan warna berdasarkan dari urutan pada tabelnya yaitu dengan singkatannya. “Hi Co Me O Ku, Hi Bi U A Pu” akan lebih mudah diingat untuk menghafal, yang biasanya digunakan untuk praktikum siswa pada kelas jurusan Teknik Audio Video, Elektronika dan segala jurusan yang memiliki materi pelajaran dasar elektronika.

2.4. Langkah Kerja

Percobaan 1

1. Buatlah rangkaian sebagai berikut

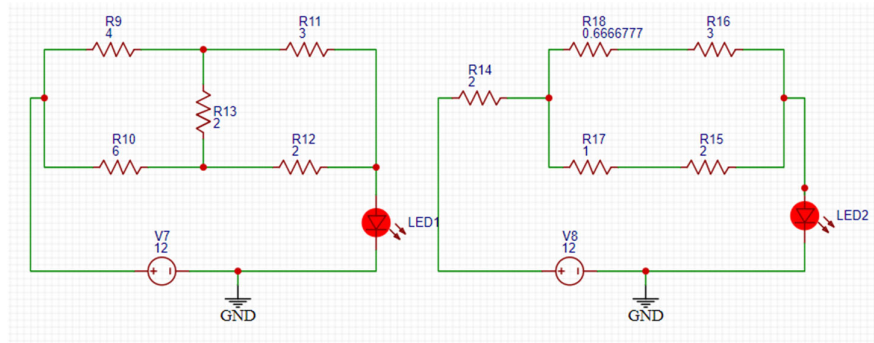


2. Lakukan penghitungan nilai voltase dan ampere pada masing-masing titik resistor sesuai tabel berikut

Titik	Volt	Ampere
R1		
R2		
R3		
R4		
R5		
R6		
R7		
R8		
R9		
V1		

Percobaan 2

1. Buatlah rangkaian sebagai berikut



2. Lakukan penghitungan terhadap nilai hambatan total dan analisa apakah perbedaan dari kedua rangkaian tersebut

Nilai	Rangkaian Kiri	Rangkaian Kanan
Hambatan Pengganti		
Kuat arus pada LED		
Beda potensial pada LED dan Vin		