

Metode Analisis Rangkaian

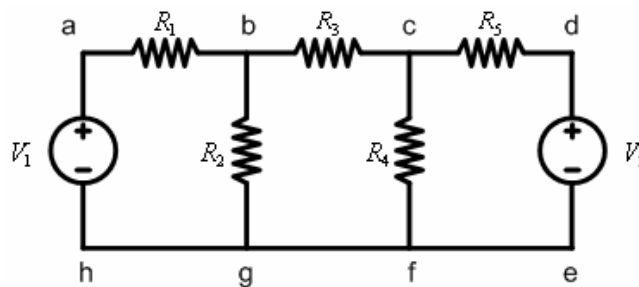
Metoda analisis rangkaian sebenarnya merupakan salah satu alat bantu untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang muncul dalam menganalisis suatu rangkaian, bilamana konsep dasar atau hukum-hukum dasar seperti Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff tidak dapat menyelesaikan permasalahan pada rangkaian tersebut. Pada bab ini akan dibahas tiga metoda analisis rangkaian yang akan dipakai, yaitu: analisis node, analisis mesh dan analisis arus cabang.

1. Analisis Node

Node atau titik simpul adalah titik pertemuan dari dua atau lebih elemen rangkaian.

Junction atau titik simpul utama atau titik percabangan adalah titik pertemuan dan tiga atau lebih elemen rangkaian.

Contoh:



Jumlah node = 5, yaitu : a, b, c, d, e = f = g = h

Jumlah junction = 3, yaitu: b, c, e = f = g = h

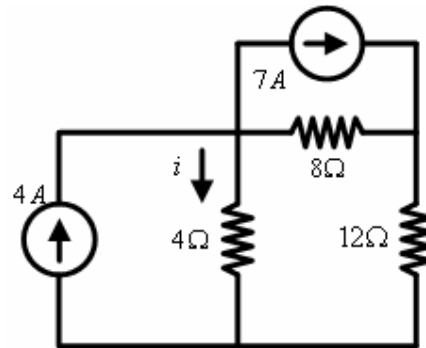
Analisis node berprinsip pada Hukum Kirchoff I/ KCL dimana jumlah arus yang masuk dan keluar dari titik percabangan akan samadengan nol, dimana tegangan merupakan parameter yang tidak diketahui. Atau analisis node lebih mudah jika pencatunya semuanya adalah sumber arus. Analisis ini dapat diterapkan pada sumber searah/ DC maupun sumber bolak-balik/ AC.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada analisis node, yaitu:

- Tentukan node referensi sebagai ground/ potensial nol.
- Tentukan node voltage, yaitu tegangan antara node non referensi dan ground.
- Asumsikan tegangan node yang sedang diperhitungkan lebih tinggi daripada tegangan node manapun, sehingga arah arus keluar dari node tersebut positif.
- Jika terdapat N node, maka jumlah node voltage adalah (N-1). Jumlah node tegangan ini akan menentukan banyaknya persamaan yang dihasilkan.

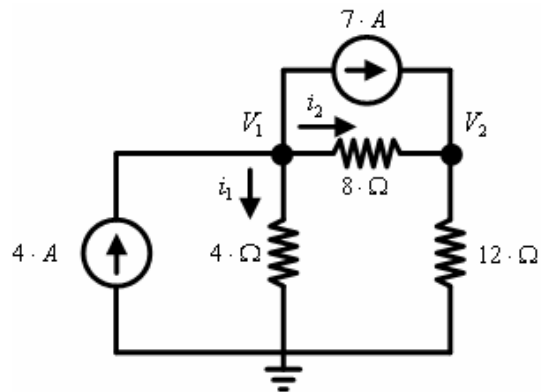
Contoh latihan:

1. Tentukan nilai I dengan analisis node!



Jawaban:

- Tentukan node referensinya/ground
- Tentukan node tegangan
- Jumlah N-3, jumlah persamaan (N-1) = 2



Tinjau node tegangan V_1 :

KCL:

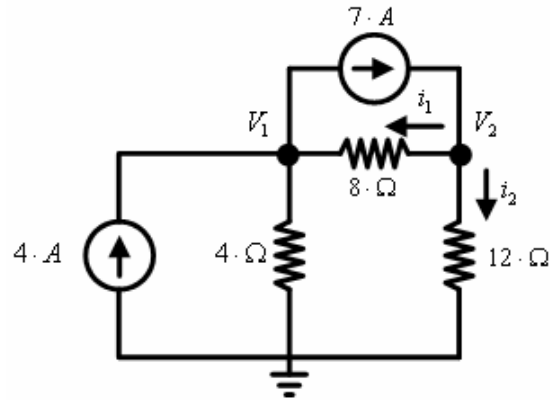
$$\sum i = 0 \rightarrow 4 - 7 - i_1 - i_2 = 0$$

$$i_1 + i_2 = -3$$

$$\frac{V_1 - V_g}{4} + \frac{V_1 - V_2}{8} = -3$$

$$2V_1 + V_1 - V_2 = -24$$

$$3V_1 - V_2 = -24 \dots \dots \dots (1)$$



Tinjauan node voltage V_2 :

KCL:

$$\sum i = 0 \rightarrow 7 - i_1 - i_2 = 0$$

$$i_1 + i_2 = 7$$

$$\frac{V_2 - V_1}{8} + \frac{V_2 - V_g}{12} = 7 \rightarrow V_g = 0$$

$$\frac{V_2 - V_1}{8} + \frac{V_2 - 0}{12} = 7$$

$$3(V_2 - V_1) + 2V_2 = 168$$

$$5V_2 - 3V_1 = 168 \dots\dots\dots(2)$$

Dari kedua persamaan diatas, dapat diselesaikan dengan 2 cara, yaitu:

1. Cara substitusi

$$3V_1 - V_2 = -24$$

$$\frac{-3V_1 - 5V_2 = 168}{+}$$

$$4V_2 = 144 \rightarrow V_2 = 36 \text{ volt}$$

V_2 dapat diasumsikan kesalah satu persamaan, misalkan persamaan (1):

$$3V_1 - V_2 = -24$$

$$3V_1 - 36 = -24$$

$$3V_1 = 36 - 24 = 12 \rightarrow V_1 = 4 \text{ volt}$$

$$i = \frac{V_1 - V_g}{4} = \frac{4 - 0}{4} = 1 \text{ A}$$

2. Cara metode cramer menggunakan matril:

$$3V_1 - V_2 = -24$$

$$-3V_1 + 5V_2 = 168$$

$$\text{Matrix: } \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ -3 & 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -24 \\ 168 \end{pmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -3 & 5 \end{vmatrix} = 3 \cdot 5 - (-1)(-3) = 12$$

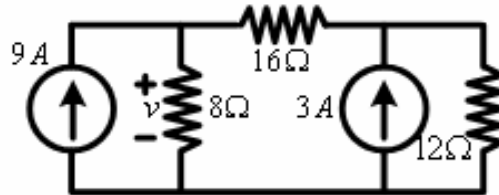
Sehingga:

$$V_1 = \frac{\begin{vmatrix} -24 & -1 \\ 168 & 5 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{-24.5 - (-1)168}{12} = 4 \text{ volt}$$

$$V_2 = \frac{\begin{vmatrix} 3 & -24 \\ -3 & 168 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{3.168 - (-24)(-3)}{12} = 36 \text{ volt}$$

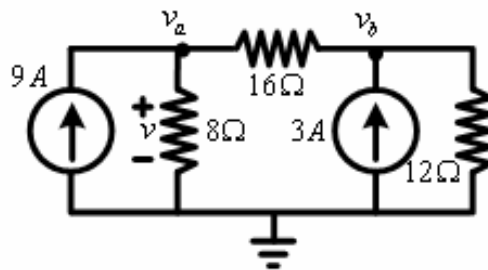
$$i = \frac{V_1 - V_g}{4} = 1A$$

2. Tentukan nilai tegangan v dengan analisis node!



Jawaban:

- Tentukan node referensinya/ground
- Tentukan node tegangan



Tinjau node tegangan V_a

$$\sum i = 0$$

$$\frac{v_a - v_b}{16} + \frac{v_a - 0}{8} - 9 = 0$$

$$\frac{v_a - v_b}{16} + \frac{v_a}{8} = 9$$

$$3v_a - v_b = 144 \dots \dots \dots (1)$$

Tinjau node tegangan V_b :

$$\sum i = 0$$

$$\frac{v_b - v_a}{16} + \frac{v_b - 0}{12} - 3 = 0$$

$$\frac{v_b - v_a}{16} + \frac{v_b}{12} = 3$$

$$-3v_a + 7v_b = 144 \dots \dots \dots (2)$$

Subtitusikan persamaan (1) dan (2):

$$-3v_a - v_b = 144$$

$$\underline{-3V_a + 7v_b = 144 +}$$

$$6v_b = 288 \rightarrow v_b = \frac{288}{6} = 48V$$

Masukan nilai v_b ke persamaan (1):

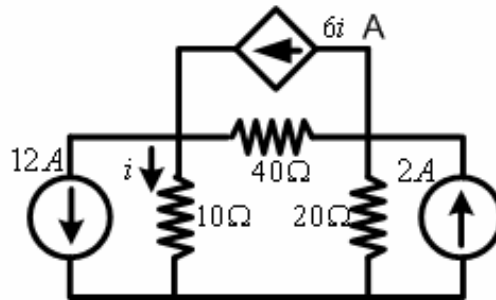
$$3v_a - v_b = 144$$

$$3v_a - 48 = 144$$

$$3v_a = 144 + 48 = 192$$

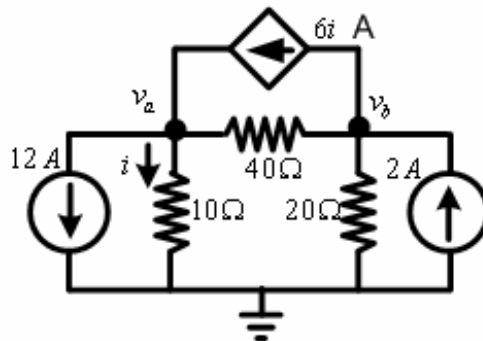
$$v_a = \frac{192}{3} = 64V$$

3. Tentukan nilai arus I dengan analisis node!



Jawaban:

- Tentukan node referensinya/ground
- Tentukan node tegangan



Tinjau node tegangan v_a :

$$\frac{v_a - v_b}{40} + \frac{v_a}{10} + 12 - 6i = 0$$

Dimana $i = \frac{v_a}{10}$

$$\frac{v_a - v_b}{40} + \frac{v_a}{10} + 12 - \frac{6v_a}{10} = 0$$

$$19v_a + v_b = 480 \dots \dots \dots (1)$$

Tinjau node tegangan v_b :

$$\frac{v_b - v_a}{40} + \frac{v_b}{20} + \frac{6v_a}{10} - 2 = 0$$

$$23v_a + 3v_b = 80 \dots \dots \dots (2)$$

Metode Cramer:

$$\begin{pmatrix} 19 & 1 \\ 23 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_a \\ v_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 480 \\ 80 \end{pmatrix}$$

$$v_a = \frac{\begin{vmatrix} 480 & 1 \\ 80 & 3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 19 & 1 \\ 23 & 3 \end{vmatrix}} = \frac{480 \cdot 3 - 80 \cdot 1}{19 \cdot 3 - 23 \cdot 1} = 40V$$

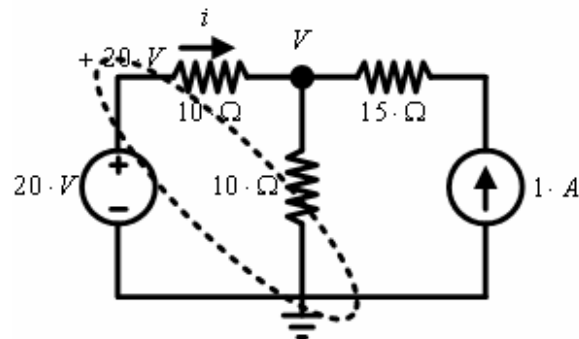
Sehingga:

$$i = \frac{v_a}{10} = \frac{40}{10} = 4A$$

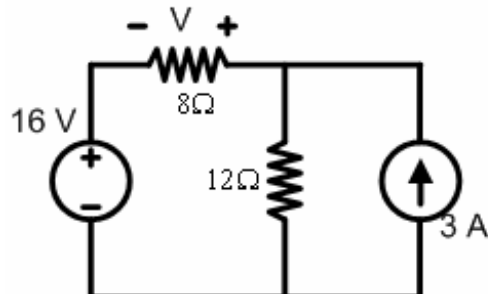
Analisis node mudah dilakukan bila pencatunya berupa sumber arus apabila pada rangkaian tersebut terdapat sumber tegangan, maka sumber tegangan tersebut diperlukan sebagai **supernode**, yaitu menganggap sumber tegangan tersebut dianggap sebagai satu node.

Soal untuk dikerjakan:

1. Tentukan nilai I dengan analisis node!



2. Tentukan nilai tegangan v dengan analisis node!



3. Tentukan nilai arus I dengan analisis node !

