

PENUNTUN PRAKTIKUM

RANGKAIAN LISTRIK

Disusun :

Ir. Zulkifli Bahri, MT



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2018

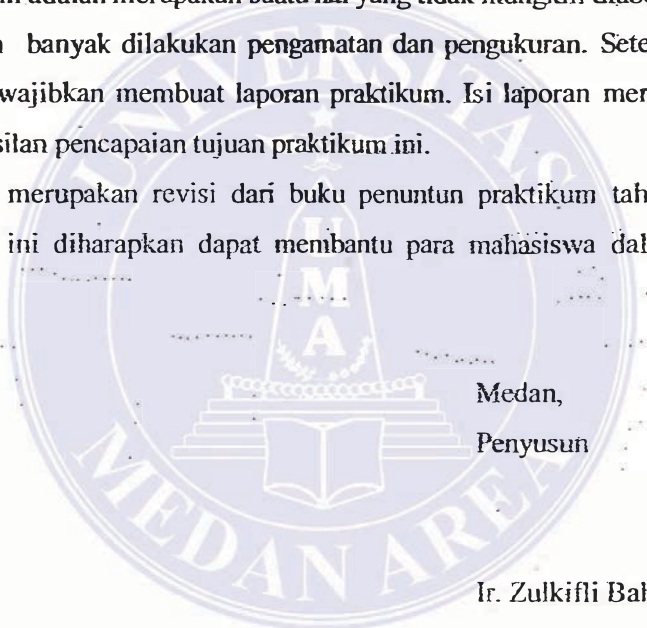
KATA PENGANTAR

Buku ini merupakan penuntun kepada praktikan dalam melaksanakan praktikum di Laboratorium Rangkaian Listrik. Praktikum ini memberikan dukungan terhadap teori/materi yang diberikan dalam perkuliahan, sehingga akan menjadikan ilmu diperoleh bukanlah merupakan suatu cerita khayal atau *science fiction*.

Mengingat pentingnya praktikum di laboratorium maka penulis mencoba menyusun suatu buku penuntun yaitu : **PENUNTUN PRAKTIKUM RANGKAIAN LISTRIK**. Materi yang diberikan dalam praktikum telah disesuaikan dengan materi dalam perkuliahan. Pelajaran teori dirasakan sangat sulit bila tidak disertai percobaan-percobaan. Oleh karena itu melaksanakan praktikum di laboratorium adalah merupakan suatu hal yang tidak mungkin diabaikan.

Di dalam praktikum banyak dilakukan pengamatan dan pengukuran. Setelah melaksanakan praktikum, praktikan diwajibkan membuat laporan praktikum. Isi laporan merupakan salah satu tolok ukur bagi keberhasilan pencapaian tujuan praktikum ini.

Buku penuntun ini merupakan revisi dari buku penuntun praktikum tahun 2008. Dengan adanya buku penuntun ini diharapkan dapat membantu para mahasiswa dalam melaksanakan praktikum.



Medan,
Penyusun

Ir. Zulkifli Bahri

TATA TERTIB PRAKTIKUM DI LABORATORIUM RANGKAIAN LISTRIK

1. Praktikan diwajibkan hadir tepat pada waktunya, keterlambatan tanpa alasan yang dapat diterima akan dikenakan sanksi berupa pembatalan praktikum pada hari tersebut
2. Praktikan yang tidak mengikuti 2 (dua) kali praktikum tanpa alasan yang dapat diterima, maka seluruh praktikumnya dianggap batal dan harus mengulangi lagi pada periode berikutnya.
3. Praktikan harus mematuhi segala petunjuk yang diberikan oleh pembimbing praktikum.
4. Praktikan terlebih dahulu harus membaca buku penuntun praktikum, bila ada yang kurang jelas tanyakan kepada pembimbing praktikan.
5. Praktikan harus bekerja dengan hati-hati, penuh tanggung-jawab, bila terjadi keru-sakan akibat kelalaian peserta praktikan, maka praktikan harus mengganti peralatan yang rusak tersebut.
6. Bila terjadi penyimpangan pada peralatan selama melaksanakan praktikum, segera putuskan hubungan dengan sumber daya listrik dan segera beritahukan kepada pembimbing praktikum.
7. Sebelum memulai praktikum, periksalah semua peralatan apakah berfungsi dengan baik.
8. Segala tas dan yang sejenisnya, diletakkan pada tempat yang telah disediakan.
9. Tidak dibenarkan merokok dan meninggalkan ruangan tanpa izin selama melak-sanakan praktikum.
10. Setiap praktikan harus membuat laporan praktikum setelah selesai melaksanakan praktikum
11. Setiap praktikan wajib mentaati peraturan yang berlaku di laboratorium.

TATA CARA MEMBUAT LAPORAN HASIL PRAKTIKUM DI LABORATORIUM RANGKAIAN LISTRIK

1. Laporan hasil praktikum dibuat oleh setiap mahasiswa peserta praktikum
2. Pada sampul depan harus dicantumkan :
 - Nama mahasiswa
 - N I M mahasiswa
 - Group
 - Waktu pelaksanaan (Semester dan Tahun ajaran)
3. Pada halaman awal laporan setiap materi praktikum, dilampirkan data praktikum yang berisikan :
 - Nama mahasiswa
 - N I M mahasiswa
 - Materi praktikum
 - Tanggal pelaksanaan
 - Tandatanganan asli asisten/pembimbing praktikum
 - Data hasil percobaan
4. Laporan setiap materi praktikum terdiri dari :
 - Judul praktikum
 - Tujuan
 - Teori
 - Alat yang digunakan
 - Rangkaian percobaan
 - Prosedure percobaan
 - Pengolahan data
 - Jawaban seluruh tugas dan pertanyaan
5. Laporan ditulis dengan rapi dan bersih.
6. Laporan yang tidak sesuai dengan ketentuan di atas tidak akan diperiksa.
7. Laporan praktikum diserahkan paling lambat 2 (dua) minggu setelah seluruh praktikum selesai dilaksanakan.

Buku Referensi:

Edminister, Joseph A., **Electric Circuits Schaum Outlines Series**, Mc.Graw Hill Company, New York, 1976

Hayt Jr, William ., **Engineering Circuit Analysis**, McGraw Hill International Edition, 1994

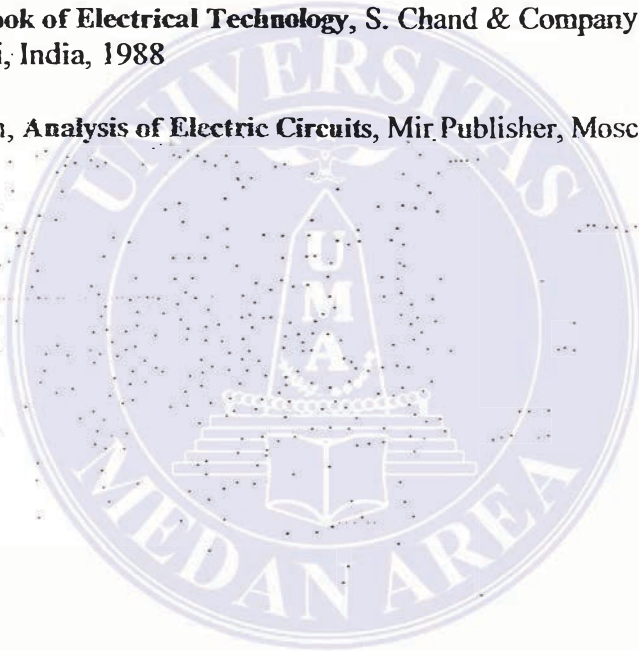
Hughes, E., **Electrical Technology**, The English Language Book Society and Longman Group Ltd

Morris, Noel M and Frank W Senior, **Electric Circuits**, McMillan Work Out Series, 1991

Smith, Ralph J., **Circuit, Devices and System**, John Wiley & Sons, Inc New York, 1990

Theraja, BL., **A Text Book of Electrical Technology**, S. Chand & Company (Pvt) Ltd. Ram Nagar, New Delhi, India, 1988

Zeveke, G and P. Ionkin, **Analysis of Electric Circuits**, Mir Publisher, Moscow, 1969



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Tata Tertib Praktikum Di Laboratorium Rangkaian Listrik	ii
Tata Cara Membuat Laporan Hasil Praktikum Di Laboratorium Rangkaian Listrik	iii
Daftar Pustaka	iv
Daftar Isi	v
Percobaan 1 Hukum Kirchoff	1
Percobaan 2 Teori Super Posisi dan Arus Loop	5
Percobaan 3 Teori Thevenin dan Norton	9
Percobaan 4 Teori Reciprocal (Teori Timbal balik)	13
Percobaan 5 Teori Daya Maksimum	15
Percobaan 6 Kutub Empat	18
Percobaan 7 Rangkaian Seri dan Paralel R, L dan C	23
Percobaan 8 Beda Fasa (Phase Shifter)	28
Percobaan 9 Daya dan Perbaikan Faktor Daya	32
Percobaan 10 Sistem Tiga Fasa	37
Percobaan 11 Induktansi Diri dan Induktansi Bersama	42

-zb-

PERCOBAAN 1 HUKUM KIRCHOFF

3. Tujuan:

1. Mengetahui teknik pemasangan alat ukur
2. Mengukur arus dan tegangan pada percobaan Hukum Kirchoff

II. Teori

Hukum Kirchoff ada 2 (dua) yaitu:

- a. Hukum Kirchoff I, yang dinamakan juga Hukum Arus Kirchoff (Kirchoff Current Law = KCL)
- b. Hukum Kirchoff II, yang dinamakan juga Hukum Tegangan Kirchoff (Kirchoff Voltage Law = KVL)

A. Hukum Arus Kirchoff

Hukum ini menyatakan : Jumlah aljabar semua arus pada suatu titik sambung (simpul) adalah sama dengan nol. Atau dengan kata lain "jumlah semua arus yang memasuki sebuah titik sambung adalah sama dengan jumlah arus yang meninggalkan titik sambung-tersebut". Hal ini dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 1.1: Hukum Arus Kirchoff

Secara matematis dapat dituliskan sebagai:

$$\sum_{n=1}^5 I_n = 0 \text{ atau}$$

$$I_1 + I_4 - I_2 - I_3 - I_5 = 0$$

Sebagai konvensi (perjanjian) tanda dibuat sebagai berikut:

- a. Arus yang memasuki titik sambung (titik pertemuan) bertanda positif
- b. Arus yang meninggalkan titik sambung (titik pertemuan) bertanda negatif

B. Hukum Tegangan Kirchoff

Hukum tegangan Kirchoff menyatakan bahwa: "Jumlah Aljabar semua emf (sumber) pada suatu rangkaian tertutup adalah sama dengan jumlah *drop* tegangan yang terdapat pada resistansi dalam rangkaian tersebut" dan secara matematika ditulis dengan:

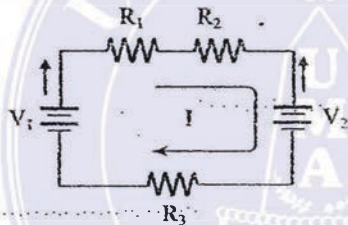
$$\sum V = \sum IR$$

dimana:

$$\sum V = \text{Jumlah aljabar dari semua emf}$$

$$\sum IR = \text{Jumlah aljabar dari semua drop}$$

Sebelum melakukan perhitungan diambil sembarang arah arus. Bila arah arus searah dengan arah arus yang keluar dari sumber maka sumber bertanda positif dan sebaliknya bila arah arus melawan arah arus yang keluar dari sumber maka sumber bertanda negatif. Dalam perhitungan, bila diperoleh nilai arus negatif, maka arah arus berlawanan dengan pemisalan arah arus dan sebaliknya.



Gambar 1.2 : Hukum tegangan Kirchoff

Dari gambar 1.2 diperoleh:

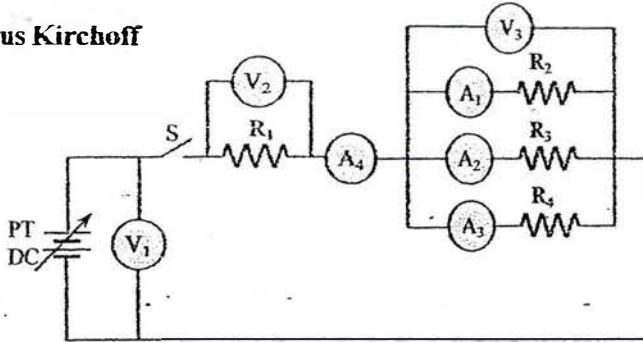
$$+V_1 - V_2 = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

III. Alat yang digunakan

- | | |
|--|--------|
| 1. Voltmeter DC digital | 5 buah |
| 2. Amperemeter DC digital | 4 buah |
| 3. Catu daya DC (Pengatur Tegangan DC = PT DC) | 2 buah |
| 4. Modul percobaan | 1 unit |

IV. Prosedur percobaan

A. Hukum Arus Kirchoff



Gambar 1.3 : Rangkaian percobaan Hukum Arus Kirchoff

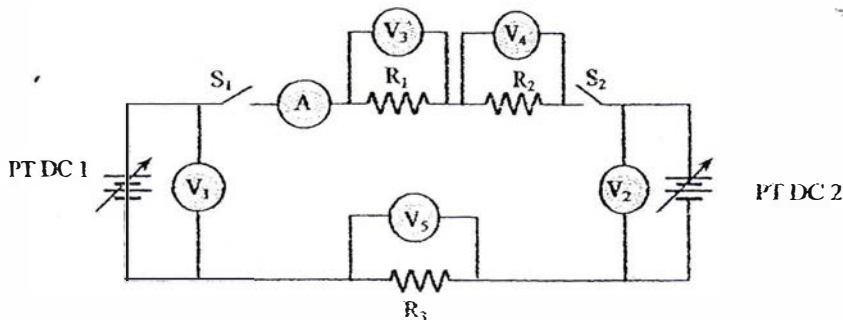
1. Buatlah rangkaian percobaan seperti pada gambar 1.3 dan PT DC = 0 volt.
2. Tutup saklar S, naikan tegangan PT DC setingkat demi setingkat, catatlah untuk setiap keadaan pembacaan pada V_1 , V_2 , V_3 , A_1 , A_2 , A_3 dan A_4
3. Dari hasil pembacaan tersebut, buatlah tabel seperti berikut:

Tabel : 1

No.	V_1 (Volt)	V_2 (Volt)	V_3 (Volt)	A_1 (Amper)	A_2 (Amper)	A_3 (Amper)	A_4 (Amper)
1.							
2.							
3.							
4.							

4. Turunkan tegangan PT DC buka saklar S
5. Ulangi percobaan diatas untuk nilai resistansi yang lain.

B. Hukum tegangan Kirchoff



Gambar 1.4 : Rangkaian percobaan Hukum Tegangan Kirchoff

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 1.4. Saklar S_1 dan S_2 dalam keadaan terbuka.
2. Atur tegangan PT DC 1 (V_1) = Volt dan tegangan PT DC 2 (V_2) = Volt
3. Catatlah pembacaan arus dan arahnya dan tegangan.
4. Ulangi beberapa kali untuk besar V_1 dan V_2 yang lain
5. Dari hasil pembacaan tegangan dan arus buatlah tabel seperti berikut:

Tabel : 2

No.	V_1 (Volt)	V_2 (Volt)	V_3 (Volt)	V_4 (Volt)	V_5 (Volt)	A (mA)
1.						
2.						
3.						
4.						

6. Ulangi percobaan dengan membalikkan salah satu polaritas PT DC

V. Tugas dan pertanyaan

1. Tentukan besarnya:
 - a. $A_4 - (A_1 + A_2 + A_3)$ dari percobaan A
 - b. $V_1 - V_2 - (V_3 + V_4 + V_5)$ dari percobaan B
2. Bandingkanlah hasilnya dengan teori yang sdr. ketahui. Bila ternyata berbeda buatlah alasan sdr.
3. Apakah ada pengaruh pembalikan polaritas PT DC terhadap arus dan tegangan pada masing-masing komponen pada percobaan 2.
4. Apa yang menjadi perbedaan utama penggunaan Hukum Kirchoff pada rangkaian DC dan AC?
5. Berikan kesimpulan dari hasil praktikum yang sdr. lakukan.

-zb-

PERCOBAAN 2 TEORI SUPER POSISI DAN ARUS LOOP

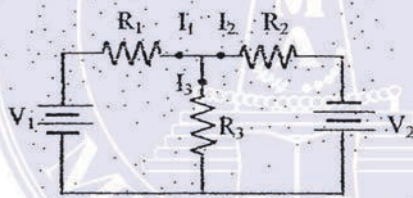
I. Tujuan:

1. Menganalisa dan mengukur arus pada suatu rangkaian dengan teori super posisi
2. Menganalisa dan mengukur arus pada suatu rangkaian dengan teori arus loop

II. Teori

A. Teori super posisi

Pada setiap rangkaian listrik, arus yang mengalir pada setiap komponen disebabkan adanya sumber tegangan/arus. Bila rangkaian mempunyai beberapa sumber, maka arus pada setiap komponen dapat dianggap terdiri dari arus-arus yang berasal dari beberapa sumber tegangan yang ada pada rangkaian. Teori super posisi menyatakan bahwa arus yang mengalir pada setiap komponen rangkaian yang mempunyai beberapa sumber adalah jumlah aljabar dari arus pada komponen tersebut apabila sumber bekerja secara individu (masing-masing). Contoh rangkaian seperti yang terlihat pada gambar 2.1. Arus pada I_1 , I_2 dan I_3 adalah jumlah arus yang berasal dari sumber V_1 dan V_2



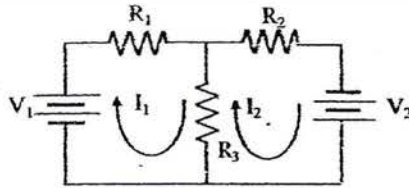
Gambar 2.1: Contoh rangkaian superposisi

Langkah-langkah penyelesaiannya adalah dengan menggantikan semua sumber tegangan dengan rangkaian hubung singkat dan hubungan terbuka untuk sumber arus, kecuali satu sumber yang dipilih sebagai sumber. Arus dihitung berdasarkan hukum Kirchhoff dan selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan untuk sumber yang lain. Jumlah aljabar arus dari semua sumber merupakan arus yang sebenarnya.

B. Teori Arus loop

Teori lain untuk menghitung arus pada rangkaian adalah dengan menggunakan teori arus loop. Yang dimaksud dengan arus loop adalah arus yang mengalir pada satu rangkaian tertutup. Arah arus dimisalkan sembarang, asalkan dalam loop tertutup. Untuk menuliskan persamaan arus

loop ini haruslah sesuai dengan ketentuan hukum Kirchoff untuk tegangan (KVL), sedangkan untuk arus digunakan hukum Kirchoff arus (KCL). Untuk lebih jelas dapat dilihat contoh seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2: Contoh arus loop

Pada loop 1:

$$V_1 = I_1 R_1 + I_1 R_3 - I_2 R_3$$

$$V_1 = I_1 (R_1 + R_3) - I_2 R_3 \quad (1)$$

Pada loop 2:

$$V_2 = I_2 R_3 + I_2 R_2 - I_1 R_3$$

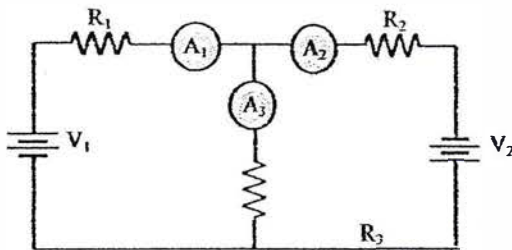
$$V_2 = I_2 (R_3 + R_2) - I_1 R_3 \quad (2)$$

Dari persamaan (1) dan (2) dapat dihitung I_1 dan I_2

III. Alat yang digunakan

- | | |
|--------------------------------|--------|
| 1. Catu daya DC 0 ~ 30 V DC/2A | 2 buah |
| 2. Voltmeter DC | 1 buah |
| 3. Miliamperemeter DC 500 mA | 2 buah |
| 4. Modul percobaan | 2 unit |

IV. Prosedur percobaan



Gambar 2.3: Rangkaian percobaan

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 2.3. Catatlah nilai semua komponen V_1 dan V_2 posisi 0 volt, minta petunjuk pelaksana praktikum.

2. Naikkan tegangan PT DC 1 (V_1) dan PT DC 2 (V_2). Aturilah tegangan $V_1 = \dots\dots$ volt dan $V_2 = \dots\dots$ volt dijaga konstan
3. Catatlah pembacaan arus dan arah arus I_1 , I_2 dan I_3 masing-masing pada A_1 , A_2 dan A_3 .
4. Buatlah tabel seperti berikut:

Tabel: 1

V_1 (volt)	V_2 (volt)	I_1		I_2		I_3	
		(mAmp)	Arah	(mAmp)	Arah	(mAmp)	Arah

5. Dengan tegangan PT DC 1 (V_1) tetap dan PT DC 2 dilepas, kemudian digantikan dengan rangkaian short circuit, catatlah pembacaan arus dan arah arus I_1 , I_2 dan I_3 masing-masing pada A_1 , A_2 dan A_3 .
6. Buatlah tabel seperti berikut:

Tabel: 2

V_1 (volt)	I_1		I_2		I_3	
	(mAmp)	Arah	(mAmp)	Arah	(mAmp)	Arah

7. Ulangi percobaan dengan tegangan pada PT DC 2 (V_2) tetap dan PT DC 1 dilepas dan digantikan dengan rangkaian short circuit.
8. Buatlah tabel seperti berikut:

Tabel: 3

V_2 (volt)	I_1		I_2		I_3	
	(mAmp)	Arah	(mAmp)	Arah	(mAmp)	Arah

9. Dari tabel 2 dan 3 tentukanlah besar dan arah arus I_1 ; I_2 dan I_3 yang sebenarnya.
10. Turunkan tegangan PT DC sehingga nol, percobaan selesai.

V. Tugas dan pertanyaan

1. Jelaskan secara ringkas metode lain untuk menghitung arus pada suatu komponen.
2. Berdasarkan data yang ada tentukanlah besar dan arah arus I_1 ; I_2 dan I_3 yang sebenarnya dengan metode arus loop.
3. Bandingkan hasil yang diperoleh dari tabel 1 (metode arus loop) dengan tabel 2 dan 3 (teori super posisi)
4. Apa yang menyebabkan terjadi perbedaan antara pengukuran dan perhitungan
5. Berikan kesimpulan dari hasil percobaan yang sdr. lakukan

-zb-



PERCOBAAN 3 TEORI THEVENIN DAN NORTON

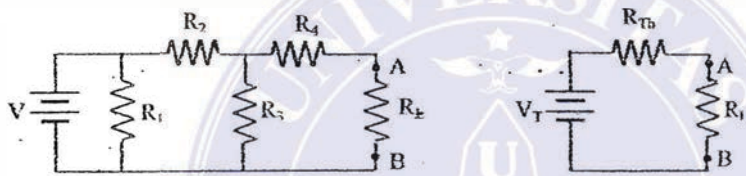
I. Tujuan:

Mencoba rangkaian Thevenin dan Norton dan membandingkan dengan hasil yang diperoleh dengan metode analisa rangkaian yang lain.

II. Teori

A. Teori Thevenin

Menurut teori Thevenin suatu rangkaian dengan dua terminal dapat digantikan dengan satu sumber tegangan yang disebut dengan tegangan Thevenin (V_{Th}) dan satu tahanan ekivalen Thevenin (R_{Th}).



(a). Rangkaian awal

b). Rangkaian Ekivalen Thevenin

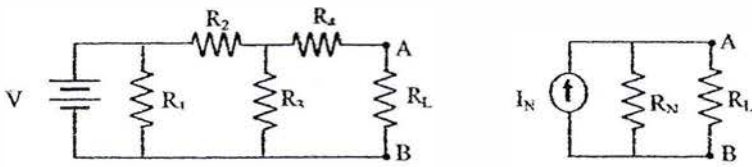
Gambar 3.1: Penyederhanaan rangkaian

Tegangan Thevenin, V_{Th} adalah besarnya tegangan antara titik A dan B bila R_L dilepas, sedangkan resistansi Thevenin adalah besarnya tahanan ekivalen antara titik A dan B dalam keadaan R_L dilepas dan sumber tegangan V dilepas dan dihubung-singkat (tahanan dalam sumber dapat diabaikan). Dari rangkaian ekivalen Thevenin diperoleh tegangan antara A dan B:

$$V_{AB} = \frac{R_L}{R_{Th} + R_L} V_{Th}$$

B. Teori Norton

Teori ini digunakan pada suatu rangkaian untuk menghitung/mengukur arus atau tegangan dari komponen yang ada dalam rangkaian dengan menggantikan sumber tegangan pada teori Thevenin (V_{Th}) dengan sumber arus Norton (I_N) dan resistansi Norton yang paralel dengan arus Norton I_N . Sebagai contoh akan diukur tegangan/arus pada A-B, lihat gambar 3.2



(a). Rangkaian awal

(b). Rangkaian Ekuivalen Norton

Gambar 3.2: Penyederhanaan rangkaian

Arus Norton (I_N) diperoleh dengan mengukur arus hubung singkat antara titik A dan B, sedangkan resistansi Norton (R_N) adalah besarnya tahanan ekuivalen antara titik A dan B dalam keadaan R_L dilepas dan sumber tegangan V dilepas dan dihubung-singkat (tahanan dalam sumber dapat diabaikan). Tegangan titik A-B adalah:

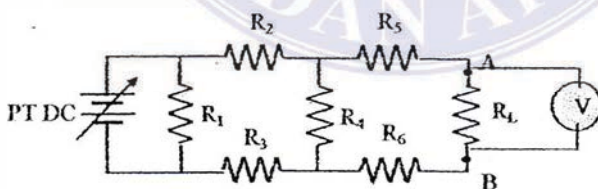
$$V_{AB} = I_N \times \frac{R_N \times R_L}{R_N + R_L}$$

III. Alat yang digunakan

- | | |
|---------------------------------|--------|
| 1. Catu daya DC (PT DC) 30 V/2A | 1 buah |
| 2. Multitester digital | 3 buah |
| 3. Modul percobaan | 1 unit |

IV. Prosedur percobaan

A. Teori Thevenin



Gambar 3.3: Rangkaian percobaan Teori Thevenin

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 3.3. Catatlah semua nilai komponen yang digunakan, minta petunjuk pelaksana praktikum.
2. Atur PT DC hingga tegangan tertentu $V = \dots\dots\dots$ volt.
3. Catatlah tegangan pada $V_{AB} = \dots\dots\dots$ volt.

- Untuk mengukur besar tegangan Thevenin lepaskan R_L dan ukur tegangan antara A dan B dan catatlah $V_{Th} = \dots\dots$ volt. Ulangi untuk besar tegangan yang lain, buat tabel sebagai berikut:

Tabel: 1

No.	Tegangan Sumber (volt)	Tegangan Thevenin (volt)
1.		
2.		
3.		

- Untuk mengukur besar tahanan Thevenin lepaskan PT DC dan kemudian dihubung-singkat. Dengan R_L terbuka ukurlah tahanan antara A dan B dengan menggunakan ohmmeter digital atau dengan memberikan tegangan tertentu antara A dan B kemudian mengukur arus yang keluar dari sumber tegangan tersebut resistansi dihitung berdasarkan hukum ohm.
- Percobaan selesai.

B. Teori Norton

- Buatlah rangkaian seperti pada percobaan Thevenin (gambar 3.3)
- Aturlah tegangan PT DC sama dengan percobaan Thevenin, catat tegangan $V_{AB} = \dots\dots$ volt
- Untuk mengukur arus Norton hubung singkat titik A dan B dengan menggunakan amperemeter, catatlah $I_N = \dots\dots$ mA. Ulangi percobaan untuk tegangan PT DC yang lain dan buatlah tabel 2 seperti berikut:

Tabel: 2

No.	Tegangan Sumber (volt)	Arus Norton (mA)
1.		
2.		
3.		

- Resistansi Norton R_N diukur sesuai dengan percobaan untuk mengukur resistansi Thevenin (point 5 percobaan teori Thevenin)
- Percobaan selesai.

V. Tugas dan pertanyaan

1. Dengan menggunakan rangkaian pengganti sesuai dengan data yang diperoleh (V_{Th} dan R_{Th}) hitunglah tegangan V_{AB} dengan menggunakan teori Thevenin.
2. Dengan cara yang sama lakukan juga untuk rangkaian pengganti Norton.
3. Bandingkanlah hasil yang diperoleh dari kedua percobaan dan juga dengan hasil pengukuran langsung V_{AB} dan juga perhitungan secara teori.
4. Apa keuntungan pemakaian teori Thevenin dan Norton dalam menentukan arus maupun tegangan
5. Berikan kesimpulan saudara dari hasil praktikum yang sdr. lakukan.



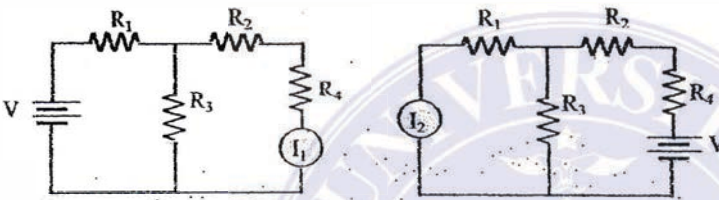
PERCOBAAN 4 TEORI RECIPROCAL (TEORI TIMBAL BALIK)

I. Tujuan:

1. Memahami teori reciprocal (teori timbal balik) secara praktek
2. Mengukur resistansi transfer berdasarkan pengukuran arus dan tegangan

II. Teori

Sumber tegangan dari suatu rangkaian akan menimbulkan arus pada setiap cabang-cabangnya. Bila sumber tegangan dan tempat pengukuran arus saling dipertukarkan posisinya, maka arus yang diukur akan tetap sama, lihat gambar 4.1



Gambar 4.1: Contoh rangkaian reciprocal!

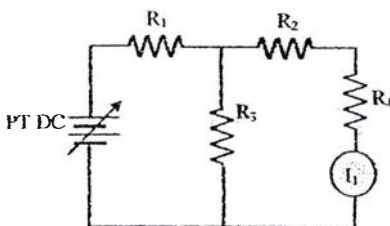
Setelah posisi sumber tegangan dan amperemeter dipertukarkan, maka pembacaan $I_1 = I_2$. Perbandingan antara arus dan tegangan disebut dengan resistansi transfer (R_T) atau impedansi transfer untuk arus bolak-balik bernilai konstan.

$$R_T = \frac{V}{I_1} \quad \text{atau} \quad R_T = \frac{V}{I_2}$$

III. Alat yang digunakan

- | | |
|--|--------|
| 1. PT DC 0 ~ 30 V/2A | 1 buah |
| 2. Miliamperemeter Digital/Multitester digital | 1 buah |
| 3. Modul percobaan | 1 buah |

IV. Prosedur percobaan



Gambar 4.2: Rangkaian percobaan reciprocal

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 4.2. PT DC pada posisi 0 volt
2. Catatlah semua komponen rangkaian, minta petunjuk pelaksana praktikum
3. Naikkan tegangan PT DC hingga mencapai volt dan kemudian dijaga konstan.
4. Catatlah pembacaan miliamperemeter pada posisi 1, sebelum dipertukarkan dengan sumber tegangan (arus I_1)
5. Dengan tegangan yang sama seperti pada point 3, pindahkan sumber tegangan ke posisi miliamperemeter dan miliamperemeter menggantikan posisi sumber tegangan.
6. Catatlah pembacaan miliamperemeter (arus I_2)
7. Ulangi untuk besar tegangan yang lain, buatlah tabel sebagai berikut:

Tabel 1

No.	1	2	3	4	5
V (volt)					
I_1 (mA)					
I_2 (mA)					
V/I_1 (ohm)					
V/I_2 (ohm)					

8. Turunkan tegangan PT DC percobaan selesai

V. Tugas dan pertanyaan

1. Hitunglah resistansi transfer berdasarkan data komponen yang ada.
2. Dari tabel yang diperoleh hitunglah resistansi transfer dan bandingkan hasilnya dengan apa yang diperoleh pada point i.
3. Sebutkan beberapa penggunaan metode reciprocal ini.
4. Berikan kesimpulan atas hasil percobaan yang sdr. lakukan.

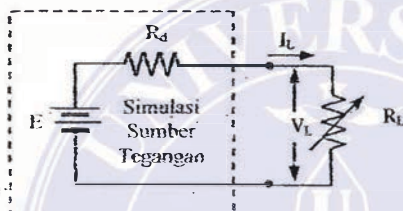
PERCOBAAN 5 TEORI DAYA MAKSIMUM

I. Tujuan:

1. Mengukur daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh sumber
2. Mengukur resistansi-dalam suatu sumber
3. Menggambarkan karakteristik daya maksimum

II. Teori

Suatu sumber daya umumnya mempunyai tahanan-dalam; sehingga penyaluran daya dari sumber daya tersebut sangat tergantung pada tahanan dalam. Rangkaian ekivalen dari sumber daya dapat dilihat seperti pada gambar 5.1



Gambar 5.1: Sumber daya dengan beban

Dari gambar 5.1 diperoleh:

$$V_L = E - I R_d$$

$$I = \frac{E}{R_d + R_L}$$

$$P = V_L \cdot I_L$$

$$P_S = E \cdot I_L$$

Dimana :

E = Tegangan emf sumber

V_L = Tegangan beban

R_d = Tahanan dalam sumber

R_L = Tahanan beban

I_L = Arus beban

P_L = Daya beban

P_S = Daya dari sumber

Daya yang ditransfer dari sumber daya ke beban akan maksimum bila $R_L = R_d$. Besarnya daya maksimum yang ditransfer tersebut:

$$P_{L \text{ mak}} = \frac{E^2}{4 R_L}$$

$$I_{L \text{ mak}} = \frac{E}{2 R_L} \quad \text{dan} \quad V_L = \frac{1}{2} \cdot E$$

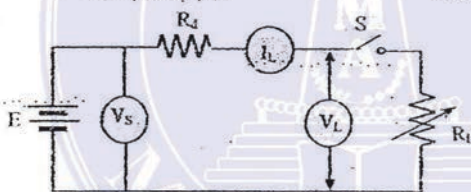
$$\eta = \frac{P_L}{P_s} \times 100\%$$

dimana: η = efisiensi

III. Alat yang digunakan

- | | |
|-------------------------------|--------|
| 1. Modul percobaan | 1 unit |
| 2. Amperemeter DC 1 Ampere | 1 buah |
| 3. Voltmeter DC 30 volt | 2 buah |
| 4. Catu daya DC 30 Volt/ 1A | 1 buah |
| 5. Resistansi variabel 30 ohm | 1 buah |

IV. Prosedur percobaan



Gambar 5.2 : Rangkaian percobaan

1. Buatlah rangkaian percobaan seperti pada gambar 5.2, dan saklar S dalam keadaan terbuka dan tegangan sumber $E = 0$ volt.
2. Catatlah nilai komponen R_d digunakan, minta petunjuk pelaksana praktikum.
3. Aturilah $E = \dots$ Volt (konstan) dan R_L pada kondisi maksimum.
4. Tutup saklar S dan catatlah besar arus I_L dan tegangan V_L .
5. Turunkan nilai resistansi setingkat demi setingkat dan pada setiap keadaan catatlah nilai I_L dan V_L .
6. Dari data buatlah tabel seperti berikut:

Tabel : 1

No.	V_L (volt)	I_L (Amp)	R_L (ohm)	P_L (mwatt)	P_s (mwatt)	Efisiensi (η)
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

Catatan: R_L ; P_L dan P_s dihitung berdasarkan data hasil pengukuran yang diperoleh

- Ulangi untuk besar E atau R_d yang lain yang lain.

V. Tugas dan pertanyaan

- Buktikan bahwa daya maksimum diperoleh pada saat $R_L = R_d$ dan daya maksimumnya adalah

$$P_{L, \text{mak}} = \frac{E^2}{4 R_L}$$

- Buatlah perhitungan dari hasil percobaan yang sdr. lakukan dan lukiskan
 - Grafik P_L sebagai fungsi R_L ; grafik I_L sebagai fungsi R_L dan grafik V_L sebagai fungsi R_L dalam satu sumbu salib.
 - Grafik V_L sebagai fungsi I_L untu, harga R_d yang berbeda pasa satu sumbu salib
 - Grafik efisiensi (η) sebagai fungsi R_L . Dapatkah sdr. menentukan berapa besarnya tahanan beban R_L berdasarkan grafik yang diperoleh sehingga diperoleh daya maksimum?
- Coba sdr. jelaskan teori daya maksimum untuk arus bolak-balik!
- Jelaskan antara daya nominal dan daya maksimum dari suatu generator
- Berikan kesimpulan dari hasil percobaan yang sdr. lakukan.

-zb-

PERCOBAAN 6 KUTUB EMPAT

I. Tujuan:

1. Mengetahui jenis parameter kutub empat
2. Menentukan konstanta kutub empat berdasarkan pengukuran.

II. Teori

Ditinjau dari banyaknya terminal suatu rangkaian listrik dapat terdiri dari:

- a. Rangkaian dengan satu pasang terminal
- b. Rangkaian dengan dua pasang terminal
- c. Rangkaian dengan lebih dari dua pasang terminal

Rangkaian dengan dua pasang terminal disebut juga rangkaian kutub empat, karena kedua pasang terminal tersebut masing-masing terdiri dari dua kutub. Pasangan terminal pertama disebut terminal input dan yang lain disebut terminal output. Untuk melihat penerapan rangkaian jenis ini pada sistem tenaga listrik dan perbedaannya dengan rangkaian rangkaian lain dapat dilihat seperti pada gambar 6.1



Gambar 6.1: Rangkaian kutub 2 dan kutub 4

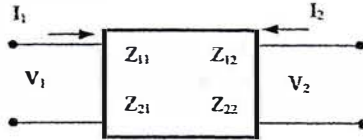
Kutub empat mempunyai berbagai parameter (konstanta), yaitu:

- a. Parameter Z (parameter impedansi)
- b. Parameter Y (parameter admitansi)
- c. Parameter G (parameter konduktansi)
- d. Parameter H (parameter hybrid)
- e. Parameter ABCD (Konstanta ABCD)

Untuk mengukur parameter ini dilakukan dengan mengukur besar arus dan tegangan dari tiap-tiap terminal dengan salah satu terminal terbuka atau hubung singkat. Dalam praktikum ini diambil dua contoh pengukuran parameter yaitu parameter Z dan parameter ABCD (konstanta ABCD)

A. Parameter Z

Jaringan kerja kutub empat biasanya digambarkan seperti pada gambar 6.2 dengan V_1, V_2, I_1 dan I_2 diukur sesuai dengan arah yang terlihat pada gambar.



Gambar 6.2 : Rangkaian parameter Z

Hubungan antara tegangan/arus pada output dan input dengan parameter-parameter Z dinyatakan dengan:

$$V_1 = Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2 \quad (1)$$

$$V_2 = Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2 \quad (2)$$

Dalam bentuk matrik dinyatakan dengan:

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

Untuk menentukan parameter Z, maka terminal output dan input dibuka bergantian. Dari persamaan (1) dan (2), bila terminal output dibuka $I_2 = 0$, maka:

$$Z_{11} = \frac{V_1}{I_1} \Big|_{I_2 = 0} \text{ ohm, } Z_{11} = \text{Impedansi input rangkaian terbuka}$$

$$Z_{21} = \frac{V_2}{I_1} \Big|_{I_2 = 0} \text{ ohm, } Z_{21} = \text{Impedansi transfer maju rangkaian terbuka}$$

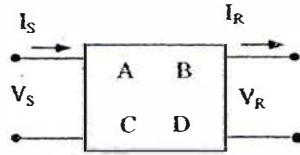
$$Z_{12} = \frac{V_1}{I_2} \Big|_{I_1 = 0} \text{ ohm, } Z_{12} = \text{Impedansi transfer balik rangkaian terbuka}$$

$$Z_{22} = \frac{V_2}{I_2} \Big|_{I_1 = 0} \text{ ohm, } Z_{22} = \text{Impedansi output rangkaian terbuka}$$

B. Parameter ABCD

Parameter ABCD sering digunakan pada sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik.

Rangkaian parameter ABCD dapat dilihat seperti pada gambar 6.3



Gambar 6.3: Rangkaian parameter ABCD

Hubungan antara tegangan/arus kirim (*sending end*) dan tegangan/arus sisi penerima (*receiving end*) dinyatakan dengan:

$$V_S = AV_R + BI_R \quad (4)$$

$$I_S = CV_R + DI_R \quad (5)$$

Dimana :

V_S, I_S = Tegangan dan arus sisi pengirim

V_R, I_R = Tegangan dan arus sisi penerima

Dalam bentuk matrik:

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

Untuk mengukur parameter ABCD dilakukan dengan membuka dan menutup (menghubungkan) terminal output. Dari persamaan 4 dan 5

$$A = \left. \frac{V_S}{V_R} \right|_{I_R = 0}, \quad A = \text{Inverse open circuit gain}$$

$$C = \left. \frac{I_S}{V_R} \right|_{I_R = 0} \text{ mho}, \quad C = \text{Open circuit forward transfer admittance}$$

$$B = \left. \frac{V_S}{I_R} \right|_{V_R = 0} \text{ ohm}, \quad B = \text{Short circuit reverse transfer impedance}$$

$$D = \left. \frac{I_S}{I_R} \right|_{V_R = 0}, \quad D = \text{Inverse short circuit current gain}$$