

MODUL PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DAYA

Laboratorium Sistem Tenaga - Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri - Unissula
Jl. Raya Kaligawe Km. 4 Telp. (024) 6583584 (8 lines) Faks. (024) 6582455
Semarang 50112 – Indonesia
<http://www.unissula.ac.id>



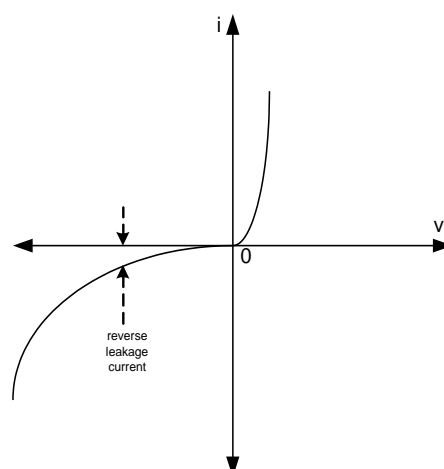
MODUL I RANGKAIAN DIODA & PENYEARAH

1. Pendahuluan

Dioda semikonduktor merupakan komponen utama yang digunakan untuk mengubah tegangan AC - DC tak terkendali atau sering disebut sebagai penyearah atau *rectifier*. Dioda semikonduktor mempunyai banyak aplikasi pada rangkaian elektronika dan teknik listrik. Rangkaian penyearah dioda atau *diode rectifiers* menyediakan sebuah tegangan keluaran dc yang tetap.

Dioda sering digunakan dalam beberapa aplikasi, antara lain sebagai saklar (*switch*) dalam penyearah, *freewheeling* dalam pengaturan pensaklaran, pengisian pada kapasitor, transfer energi antar komponen, isolasi tegangan, pengembalian energi beban ke sumber daya, dan lain sebagainya.

Dioda daya dapat diasumsikan sebagai saklar ideal untuk beberapa aplikasi tetapi dalam prakteknya, dioda berbeda dari karakteristik idealnya dan mempunyai beberapa batasan. Dioda daya sama dengan dioda sinyal hubungan PN, tetapi dioda daya mempunyai daya yang lebih besar, tegangan dan arus yang kapabilitasnya melebihi dari dioda sinyal biasa. Dan respon frekuensinya (kecepatan pensaklarannya) lebih rendah jika dibandingkan dengan dioda sinyal biasa. Gambar di bawah ini memperlihatkan karakteristik sebuah dioda daya



Gambar 1.1 Karakteristik sebuah dioda daya

1.2. PERCOBAAN 1

Dioda Sebagai Penyearah Setengah Gelombang Satu Fasa

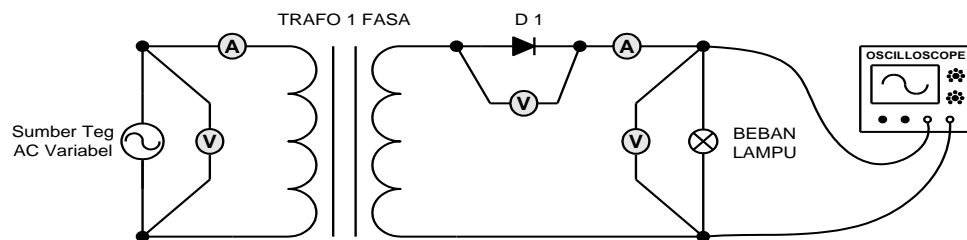
1.2.1 Tujuan Percobaan

- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami karakteristik dioda sebagai penyearah satu fasa setengah gelombang
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan keluaran pada penyearah satu fasa setengah gelombang tak terkendali
- Mahasiswa mengerti dan memahami perilaku penyearah satu fasa setengah gelombang tak terkendali apabila dibebani dengan beban resistif

1.2.2. Peralatan Yang Digunakan

1. Sumber tegangan AC variaabel	:	1 unit
2. Transformator satu fasa	:	1 buah
3. Modul dioda daya	:	1 unit
4. Beban lampu pijar	:	4 buah
5. Beban induktif	:	1 buah
6. Multimeter digital	:	3 buah
7. Oscilloscope	:	1 buah
8. Kabel penghubung	:	secukupnya
9. Kertas millimeter blok	:	secukupnya

1.2.3. Gambar Rangkaian Percobaan



Gambar 1.2 Rangkaian percobaan dioda sebagai penyearah setengah gelombang satu fasa

1.2.4. Langkah Percobaan

1. Siapkan semua peralatan yang akan dipergunakan
2. Rangkailah peralatan sesuai dengan gambar rangkaian percobaan
3. Konsultasikan rangkaian yang telah dibuat kepada asisten praktikum
4. Aturlah nilai tegangan sumber sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
5. Catat nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output



6. Gambarkan grafik tegangan ouput yang ditunjukkan oleh oscilloscope pada kertas millimeter blok
7. Aturilah beban lampu secara bervariasi sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
8. Catat kembali nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
9. Ulangi langkah 4 – 8 dengan tegangan yang bervariasi

1.2.5. Hasil Percobaan

Tabel 1.1 Hasil percobaan dioda sebagai penyearah setengah gelombang satu fasa

No	V_{in} (V)	R (Ω)	V_{Dioda} (V)	V_{out} (V)	I_{in} (A)	I_{out} (A)	P_{in} (W)	P_{out} (W)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

1.2.6. Perhitungan

Rugi daya, Effisiensi η

1.2.7. Grafik

$$V_{Dioda} = f(V_{in}) ; V_{Dioda} = f(I_{out}) ; V_{out} = f(V_{in}) ; V_{out} = f(I_{out}) ; P_{out} = f(V_{in})$$

$$P_{out} = f(I_{out}) ; \eta = f(V_{in}) ; \eta = f(I_{out})$$

1.3. PERCOBAAN 2

Dioda Sebagai Penyearah Jembatan Satu Fasa

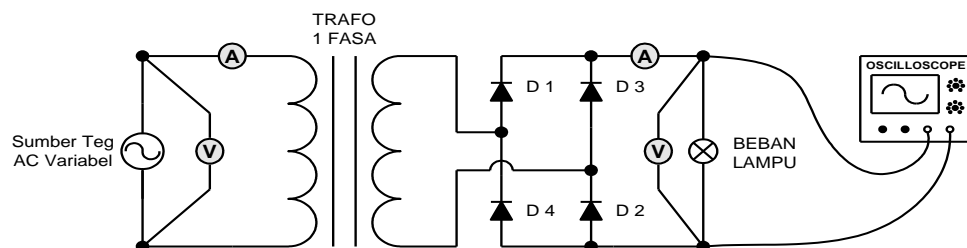
1.3.1 Tujuan Percobaan

- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami karakteristik dioda sebagai penyearah jembatan satu fasa
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan keluaran pada penyearah jembatan satu fasa tak terkendali
- Mahasiswa mengerti dan memahami perilaku penyearah jembatan satu fasa tak terkendali apabila dibebani dengan beban resistif

1.3.2. Peralatan Yang Digunakan

1. Sumber tegangan AC variaabel	:	1 unit
2. Transformator satu fasa	:	1 buah
3. Modul dioda daya	:	1 unit
4. Beban lampu pijar	:	4 buah
5. Beban induktif	:	1 buah
6. Multimeter digital	:	3 buah
7. Oscilloscope	:	1 buah
8. Kabel penghubung	:	secukupnya
9. Kertas millimeter blok	:	secukupnya

1.3.3. Gambar Rangkaian Percobaan



Gambar 1.3 Rangkaian dioda sebagai penyearah jembatan satu fasa

1.3.4. Langkah Percobaan

1. Siapkan semua peralatan yang akan dipergunakan
2. Rangkailah peralatan sesuai dengan gambar rangkaian percobaan
3. Konsultasikan rangkaian yang telah dibuat kepada asisten praktikum
4. Aturlah nilai tegangan sumber sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
5. Catat nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
6. Gambarkan grafik tegangan ouput yang ditunjukkan oleh oscilloscope pada kertas millimeter blok



7. Aturlah beban lampu secara bervariasi sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
8. Catat kembali nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
9. Ulangi langkah 4 – 8 dengan tegangan yang bervariasi

1.3.5. Hasil Percobaan

Tabel 1.3 Hasil percobaan penyearah satu fasa gelombang penuh jembatan tak terkendali

No	V_{in} (V)	R (Ω)	V_{Dioda} (V)	V_{out} (V)	I_{in} (A)	I_{out} (A)	P_{in} (W)	P_{out} (W)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

1.3.6. Perhitungan

Rugi daya, Effisiensi η

1.3.7. Grafik

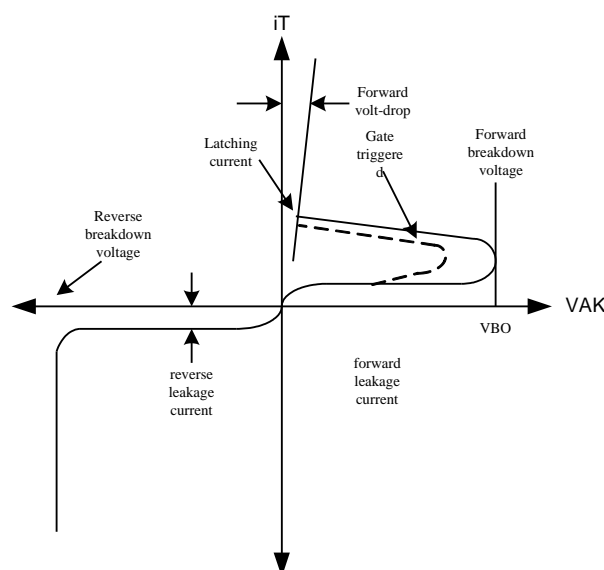
$$V_{Dioda} = f(V_{in}) ; V_{Dioda} = f(I_{out}) ; V_{out} = f(V_{in}) ; V_{out} = f(I_{out}) ; P_{out} = f(V_{in}) ; P_{out} = f(I_{out}) ; \eta = f(V_{in}) ; \eta = f(I_{out})$$

MODUL II PENYEARAH TERKENDALI

2.1. Pendahuluan

Penyearah terkendali merupakan rangkaian konversi tegangan AC – DC yang dapat dikendalikan atau sering disebut juga *controlled rectifier*. Konversi tegangan AC – DC terkendali ini mempunyai rangkaian yang sederhana, dan sedikit lebih mahal harganya. Penyearah terkendali ini banyak digunakan di industri, antara lain untuk pengendalian pengaturan kecepatan motor yang variabel. Untuk mengatur dan mengendalikan tegangan keluarannya digunakan sebuah komponen utama yaitu thyristor kontrol fasa. Tegangan keluaran dari sebuah *thyristor rectifier* dapat dikendalikan dengan cara pengaturan waktu dari sudut pemicuan thyristor. Sebuah thyristor kontrol fasa akan *turn on* apabila diberikan sebuah pulsa pendek pada gerbangnya dan akan *turn off* secara alami ataupun dengan komutasi yang dipaksakan.

Sebuah thyristor terdiri dari empat bagian perangkat semikonduktor PNPN dengan tiga buah sambungan. Thyristor mempunyai tiga buah terminal, yaitu anoda, katoda dan gerbang. Di bawah ini diperlihatkan gambar karakteristik sebuah thyristor.



Gambar 2.1 Karakteristik sebuah thyristor

2.2. PERCOBAAN 2a

Thyristor Sebagai Penyearah Terkendali Setengah Gelombang Satu Fasa

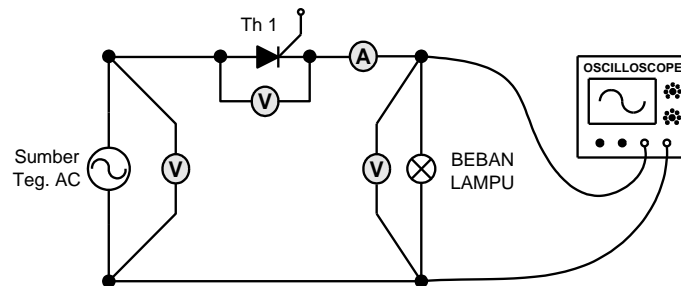
2.2.1. Tujuan Percobaan

- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami karakteristik thyristor sebagai penyearah terkendali setengah gelombang satu fasa
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan keluaran pada penyearah terkendali setengah gelombang satu fasa
- Mahasiswa mengerti dan memahami perilaku penyearah terkendali setengah gelombang satu fasa apabila dibebani dengan beban resistif

2.2.2. Peralatan Yang Digunakan

10. Sumber tegangan AC variaabel	:	1 unit
11. Modul Thyristor	:	1 unit
12. Beban lampu pijar	:	4 buah
13. Multimeter digital	:	3 buah
14. Oscilloscope	:	1 buah
15. Kabel penghubung	:	secukupnya
16. Kertas millimeter blok	:	secukupnya

2.2.3. Gambar Rangkaian Percobaan



Gambar 2.2 Rangkaian percobaan thyristor sebagai penyearah terkendali setengah gelombang satu fasa

2.2.4. Langkah Percobaan

10. Siapkan semua peralatan yang akan dipergunakan
11. Rangkailah peralatan sesuai dengan gambar rangkaian percobaan
12. Konsultasikan rangkaian yang telah dibuat kepada asisten praktikum
13. Aturlah nilai tegangan sumber sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
14. Aturlah sudut pemicuan α dengan nilai 0°
15. Catat nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
16. Gambarkan grafik tegangan output yang ditunjukkan oleh oscilloscope pada kertas millimeter blok



17. Aturlah beban lampu secara bervariasi sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
18. Catat kembali nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
19. Ulangi langkah 4 – 8 dengan nilai α yang bervariasi

2.2.5. Hasil Percobaan

Tabel 2.1 Hasil percobaan Thyristor sebagai penyearah terkendali setengah gelombang satu fasa

No	α	R (Ω)	V_{Th} (V)	P_{in} (W)	I_{in} (A)	V_{out} (V)	I_{out} (A)	P_{out} (W)
1	0°							
2								
3								
4								
5	45°							
6								
7								
8								
9	90°							
10								
11								
12								
13	135°							
14								
15								
16								
17	180°							
18								
19								
20								

2.2.6. Perhitungan

Untuk beban R, hitunglah :
 Rugi daya ; Effisiensi η

2.2.7. Grafik

Untuk beban R , buat grafik sebagai berikut :

$$V_{Th} = f(\alpha) ; V_{Th} = f(I_{out}) ; V_{out} = f(\alpha) ; V_{out} = f(I_{out}) ; P_{out} = f(\alpha) ;$$

$$P_{out} = f(I_{out}) ; \eta = f(\alpha) ; \eta = f(I_{out})$$

2.3. PERCOBAAN 2b

Thyristor Sebagai Penyearah Jembatan Terkendali Satu Fasa

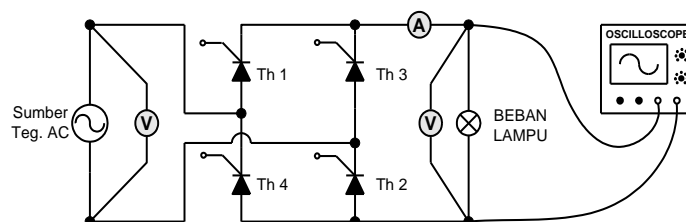
2.3.1. Tujuan Percobaan

- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami karakteristik thyristor sebagai penyearah jembatan terkendali satu fasa
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan keluaran pada penyearah jembatan terkendali satu fasa
- Mahasiswa mengerti dan memahami perilaku penyearah jembatan terkendali satu fasa apabila dibebani dengan beban resistif

2.3.2. Peralatan Yang Digunakan

- | | | |
|---------------------------------|---|------------|
| 1. Sumber tegangan AC variaabel | : | 1 unit |
| 2. Modul Thyristor | : | 1 unit |
| 3. Beban lampu pijar | : | 4 buah |
| 4. Multimeter digital | : | 3 buah |
| 5. Oscilloscope | : | 1 buah |
| 6. Kabel penghubung | : | secukupnya |
| 7. Kertas millimeter blok | : | secukupnya |

2.3.3. Gambar Rangkaian Percobaan



Gambar 2.5 Rangkaian percobaan thyristor sebagai penyearah jembatan terkendali satu fasa

2.3.4. Langkah Percobaan

1. Siapkan semua peralatan yang akan dipergunakan
2. Rangkailah peralatan sesuai dengan gambar rangkaian percobaan
3. Konsultasikan rangkaian yang telah dibuat kepada asisten praktikum
4. Aturilah nilai tegangan sumber sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
5. Aturilah sudut pemucuan α dengan nilai 0°
6. Catat nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
7. Gambarkan grafik tegangan output yang ditunjukkan oleh oscilloscope pada kertas millimeter blok



8. Aturlah beban lampu secara bervariasi sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
9. Catat kembali nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
10. Ulangi langkah 4 – 8 dengan nilai α yang bervariasi

2.3.5. Hasil Percobaan

Tabel 2.4 Hasil percobaan thyristor sebagai penyearah jembatan terkendali satu fasa

No	α	R (Ω)	V_{Th} (V)	P_{in} (W)	I_{in} (A)	V_{out} (V)	I_{out} (A)	P_{out} (W)
1	0°							
2								
3								
4								
5	45°							
6								
7								
8								
9	90°							
10								
11								
12								
13	135°							
14								
15								
16								
17	180°							
18								
19								
20								

2.3.6. Perhitungan

Untuk beban R, hitunglah :
 Rugi daya ; Effisiensi η

2.3.7. Grafik

Untuk beban R , buat grafik sebagai berikut :

$$V_{Th} = f(\alpha) ; V_{Th} = f(I_{out}) ; V_{out} = f(\alpha) ; V_{out} = f(I_{out}) ; P_{out} = f(\alpha) ;$$

$$P_{out} = f(I_{out}) ; \eta = f(\alpha) ; \eta = f(I_{out})$$



MODUL III

PENGATURAN TEGANGAN AC

3.1 Pendahuluan

Komponen utama yang digunakan pada rangkaian pengaturan tegangan AC salah satunya adalah Thyristor. Untuk aplikasi di atas 400 Hz, komponen utama yang biasa digunakan dalam pengaturan tegangan AC-AC adalah Triac. Jika sebuah saklar thyristor dihubungkan antara sumber tegangan AC dan beban, maka daya yang mengalir akan dapat dikendalikan dengan cara mengatur nilai rms tegangan AC yang dikenakan pada beban. Konversi tegangan AC-AC ini sering digunakan pada aplikasi pengaturan tegangan untuk pemanasan di industri, pembebanan pada perubahan tap trafo, pengaturan penerangan, pengaturan kecepatan pada motor induksi, pengaturan magnet AC, dan lain-lain.

Dalam pengaturan tegangan AC- AC ini, terdapat dua tipe pengaturan yang digunakan, yaitu :

1. *On-off control*
2. *Phase-angle control*

Pada *on-off control*, saklar thyristor menghubungkan beban dengan sumber tegangan AC untuk beberapa siklus dari tegangan input, dan akan memutuskan hubungan untuk beberapa siklus yang lain. Pada *phase-angle control*, thyristor menghubungkan beban dengan sumber tegangan AC untuk sebagian dari setiap siklus dari tegangan input.

Thyristor secara normal dapat *turn on* apabila dikenakan pulsa pada gatinya, dan akan *turn off* secara alami. Thyristor yang mengalami *turn off*, disebut juga dengan komutasi. Ada beberapa cara komutasi (*commutation*) yang dipaksakan pada thyristor, antara lain :

1. *Self-commutation*
2. *Impulse commutation*
3. *Resonant pulse commutation*
4. *Complementary commutation*
5. *External pulse commutation*
6. *Load-side commutation*

3.2. PERCOBAAN 3a Pengaturan Tegangan AC Satu Fasa Dengan Thyristor – Dioda

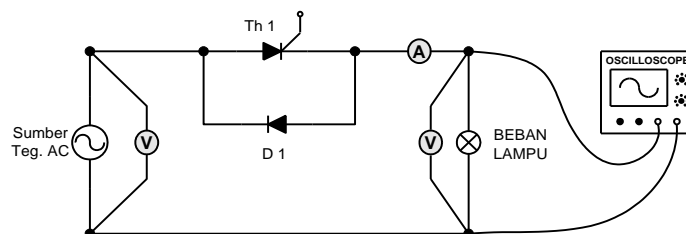
3.3.1 Tujuan Percobaan

- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami karakteristik pengaturan tegangan AC satu fasa dengan thyristor – dioda
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan keluaran pada pengaturan tegangan AC-AC satu fasa setengah gelombang
- Mahasiswa mengerti dan memahami perilaku pengaturan tegangan AC-AC satu fasa setengah gelombang apabila dibebani dengan beban resistif

3.3.2. Peralatan Yang Digunakan

1. Sumber tegangan AC variaabel	:	1 unit
2. Modul Thyristor	:	1 unit
3. Beban lampu pijar	:	4 buah
4. Multimeter digital	:	3 buah
5. Oscilloscope	:	1 buah
6. Kabel penghubung	:	secukupnya
7. Kertas millimeter blok	:	secukupnya

3.3.3. Gambar Rangkaian Percobaan



Gambar 3.2 Rangkaian percobaan pengaturan tegangan AC dengan thyristor - dioda

3.3.4. Langkah Percobaan

1. Siapkan semua peralatan yang akan dipergunakan
2. Rangkailah peralatan sesuai dengan gambar rangkaian percobaan
3. Konsultasikan rangkaian yang telah dibuat kepada asisten praktikum
4. Aturlah nilai tegangan sumber sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
5. Aturlah sudut pemicuan α dengan nilai 0°
6. Catat nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
7. Gambarkan grafik tegangan output yang ditunjukkan oleh oscilloscope pada kertas millimeter blok
8. Aturlah beban lampu secara bervariasi sesuai dengan petunjuk asisten praktikum



9. Catat kembali nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
10. Ulangi langkah 4 – 8 dengan nilai α yang bervariasi

3.3.5. Hasil Percobaan

Tabel 3.2 Hasil percobaan pengaturan tegangan AC satu fasa dengan thyristor – dioda

No	α	R (Ω)	V_{Th} (V)	V_D (V)	P_{in} (W)	I_{in} (A)	V_{out} (V)	I_{out} (A)	P_{out} (W)
1	0°								
2									
3									
4									
5	45°								
6									
7									
8									
9	90°								
10									
11									
12									
13	135°								
14									
15									
16									
17	180°								
18									
19									
20									

3.2.6. Perhitungan

Untuk beban R, hitunglah :
 Rugi daya ; Effisiensi η

3.2.7. Grafik

Untuk beban R , buat grafik sebagai berikut :

$$V_{Th} = f(\alpha) ; V_{Th} = f(I_{out}) ; V_D = f(\alpha) ; V_D = f(I_{out}) ; V_{out} = f(\alpha) ;$$

$$V_{out} = f(I_{out}) ; P_{out} = f(\alpha) ; P_{out} = f(I_{out}) ; \eta = f(\alpha) ; \eta = f(I_{out}) ;$$

3.3. PERCOBAAN 3b

Pengaturan Tegangan AC Satu Fasa Dengan Menggunakan Dua Thyristor

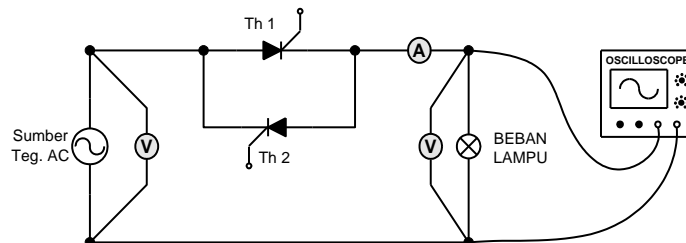
3.3.1 Tujuan Percobaan

- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami karakteristik pengaturan tegangan AC satu fasa dengan menggunakan dua thyristor
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan keluaran pada pengaturan tegangan AC-AC satu fasa gelombang penuh
- Mahasiswa mengerti dan memahami perilaku pengaturan tegangan AC-AC satu fasa gelombang penuh apabila dibebani dengan beban resistif

3.3.2. Peralatan Yang Digunakan

1. Sumber tegangan AC variaabel	:	1 unit
2. Modul Thyristor	:	1 unit
3. Beban lampu pijar	:	4 buah
4. Multimeter digital	:	3 buah
5. Oscilloscope	:	1 buah
6. Kabel penghubung	:	secukupnya
7. Kertas millimeter blok	:	secukupnya

3.3.3. Gambar Rangkaian Percobaan



Gambar 3.3 Rangkaian percobaan pengaturan tegangan AC satu fasa dengan menggunakan dua thyristor

3.3.4. Langkah Percobaan

1. Siapkan semua peralatan yang akan dipergunakan
2. Rangkailah peralatan sesuai dengan gambar rangkaian percobaan
3. Konsultasikan rangkaian yang telah dibuat kepada asisten praktikum
4. Aturlah nilai tegangan sumber sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
5. Aturlah sudut pemicuan α dengan nilai 0°
6. Catat nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
7. Gambarkan grafik tegangan output yang ditunjukkan oleh oscilloscope pada kertas millimeter blok



8. Aturlah beban lampu secara bervariasi sesuai dengan petunjuk asisten praktikum
9. Catat kembali nilai parameter yang ditunjukkan pada alat ukur input dan output
10. Ulangi langkah 4 – 8 dengan nilai α yang bervariasi
11. Ulangi langkah 2 – 9 dengan beban R+L, secara bervariasi

3.3.5. Hasil Percobaan

Tabel 3.3 Hasil percobaan pengaturan tegangan AC satu fasa dengan dua thyristor

No	α	R (Ω)	V_{Th} (V)	P_{in} (W)	I_{in} (A)	V_{out} (V)	I_{out} (A)	P_{out} (W)
1	0°							
2								
3								
4								
5	45°							
6								
7								
8								
9	90°							
10								
11								
12								
13	135°							
14								
15								
16								
17	180°							
18								
19								
20								

3.2.6. Perhitungan

Untuk beban R, hitunglah :
 Rugi daya ; Effisiensi η

3.2.7. Grafik

Untuk beban R , buat grafik sebagai berikut :

$$V_{Th} = f(\alpha) ; V_{Th} = f(I_{out}) ; V_{out} = f(\alpha) ; V_{out} = f(I_{out}) ; P_{out} = f(\alpha) ;$$

$$P_{out} = f(I_{out}) ; \eta = f(\alpha) ; \eta = f(I_{out})$$

