

SATUAN ACARA PENGAJARAN

Mata Kuliah : Rangkaian Listrik II
 Kode Mata Kuliah : EES13253
 Waktu Pertemuan : 1x3x50 menit
 Pertemuan ke : 1

- A. Tujuan Instruksional
1. Umum
Mahasiswa dapat memahami konsep pemodelan sistem dan sinyal beserta klasifikasinya.
 2. Khusus
Mahasiswa dapat memahami pengertian dari sistem dan sinyal, mengenal klasifikasi sistem serta klasifikasi sinyal.
- B. Pokok Bahasan
Konsep pemodelan sistem dan sinyal
- C. Sub Pokok Bahasan
1. Sistem
 2. Klasifikasi Sistem
 3. Model-model Sistem Kontiniu
 4. Sinyal
- D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajar	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat pengajaran
Pendahuluan	1. Menjelaskan cakupan materi yang ada dalam Rangkaian Listrik II.	Memperhatikan materi.	Note Book LCD Papan Tulis
Penyajian	2. Menjelaskan manfaat mempelajari rangkaian listrik II.	Memperhatikan manfaat rangkaian listrik II	Note Book LCD Papan Tulis
	3. Menjelaskan pengertian sistem dan sinyal yang merupakan induk dari rangkaian listrik	Menjawab, memberikan sumbang saran tentang sistem dan sinyal.	
	a. Pertanyaan lisan tentang Sistem dan sinyal.		
	b. Menuliskan jawaban mahasiswa di papan tulis.		
	c. Menjelaskan pengertian sistem dan sinyal.	Memperhatikan penjelasan tentang klasifikasi sistem.	
	4. Penjelasan tentang klasifikasi sistem.		
5. Menjelaskan rumusan dari maing-masing klasifikasi sistem.			
	6. Menjelaskan tugas yang	Berlatih secara	

Penutup	<p>harus dilakukan mahasiswa dalam penggunaan rumusan.</p> <p>7. Menutup pertemuan</p> <p>a. Menunjuk beberapa mahasiswa untuk menyajikan hasil latihan yang diberikan.</p> <p>b. Mengundang komentar/pertanyaan dari mahasiswa.</p> <p>c. Memberikan penilaian berupa koreksi dan analisa yang benar.</p> <p>d. Memberikan gambaran umum untuk perkuliahan berikutnya.</p>	<p>individual dari tugas yang diberikan.</p> <p>Menyajikan jawaban dari latihan yang diberikan</p> <p>Memberikan komentar atau pertanyaan</p> <p>Memperhatikan dan mencatat komentar pengajar tentang analisa yang benar.</p>	<p>Note Book</p> <p>LCD</p> <p>Papan Tulis</p>
---------	---	---	--

E. Evaluasi

1. Instrumen yang digunakan :
Tes lisan secara acak atau bergilir untuk menilai pemahaman mahasiswa terhadap materi yang diberikan.
2. Instrumen ini digunakan minggu berikutnya setekah mahasiswa memahami materi.

F. Referensi

1. Budiono Mismail, Rangkaian Listrik
2. BL. Theraja, Hand Book Of Electrical Technology
3. Joseph A. Edminister, Rangkaian Listrik
4. Soepono Soeparlan & Umar Yahdi, Teknik Rangkaian Listrik Jilid 1, Penerbit Universitas Gunadarma, Depok, 1995
5. Soepono Soeparlan & Umar Yahdi, Teknik Rangkaian Listrik Jilid 2, Penerbit Universitas Gunadarma, Depok, 1995
6. William H. Hayt, Jr & Jack E. Kemmerly, Rangkaian Listrik Jilid 1 (terjemahan Pantur Silaban), Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991

Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan (RRKBM)

Minggu ke-	Pokok Bahasan (Topik)	Substansi	Metode
I	Pendahuluan, Konsep Pemodelan Sistem dan Sinyal	Sistem Klasifikasi Sistem Model-model Kontiniu Sinyal Sistem	Ceramah Diskusi Latihan Soal

BAB I

KONSEP PEMODELAN SISTEM DAN SINYAL

Tujuan Umum:

- *Mahasiswa dapat memahami konsep pemodelan sistem dan sinyal beserta klasifikasinya*

Tujuan Khusus:

- *Mahasiswa dapat memahami pengertian dari sistem dan sinyal*
- *Mahasiswa mengenal klasifikasi sistem*
- *Mahasiswa dapat mengenal klasifikasi sinyal*

1.1. Pendahuluan

Bagian ini akan membahas masalah sistem dan hubungannya dengan sinyal (isyarat). Untuk memudahkan pemahamannya akan dijelaskan terlebih dahulu pengertian sistem itu sendiri, diikuti penjelasan mengenai sinyal kemudian diakhiri dengan hubungan sinyal dengan sistem. Dalam setiap bahasan akan dimulai dengan pengertian fisis, dilanjutkan dengan model matematis. Pola ini akan sangat menolong khususnya bagi mereka yang belum akrab dengan masalah masalah sistem dan sinyal.

1.2. Sistem

Secara umum suatu sistem didefinisikan sebagai kombinasi dan interaksi dan beberapa komponen yang berbentuk fungsi tertentu. Sebuah sistem dapat berbentuk rangkaian listrik, mekanik atau kombinasi dari keduanya. Umumnya sebuah sistem dinyatakan dalam bentuk persamaan diferensial yang menghubungkan sinyal input dengan outputnya.



Gambar 1.1

1.3. Klasifikasi Sistem

Suatu sistem dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat-sifat komponen atau variabel yang terkait dengan sistem.

a. Kontiniu atau Diskrit

Suatu sistem dikatakan sistem kontinu apabila sinyal yang diproses oleh sistem tersebut adalah sinyal kontinu dan sistem dikatakan sistem diskrit apabila sinyal yang diporses berupa sinyal diskrit.

Tidak semua sistem yang inputnya kontinyu akan menghasilkan output kontinyu, begitu pula tidak semua input diskrit akan menghasilkan output diskrit. Dapat juga terjadi sistem yang inputnya kontinyu akan menghasilkan output diskrit atan sebaliknya. Sistem seperti ini disebut sistem Hibrid.

b. Sistem Linier atau Non Linier

Suatu sistem dikatakan linier bila memenuhi syarat-syarat berikut:

- Superposisi

Bila input $x_1(t)$ menghasilkan output $y_1(t)$

$x_2(t)$ menghasilkan output $y_2(t)$

maka

input $x_1(t) + x_2(t)$ menghasilkan output $y_1(t) + y_2(t)$

- Homogen

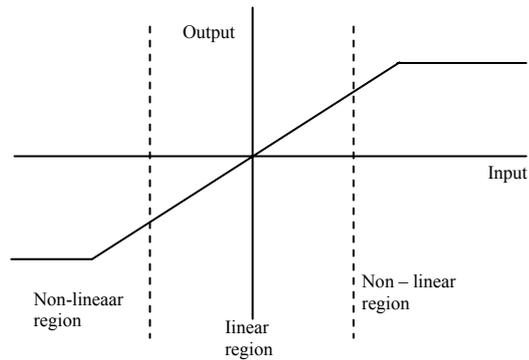
Bila input $a x(t)$ menghasilkan output $a y(t)$ dimana a adalah konstanta

Kedua syarat diatas dapat digabung sehingga :

Bila input $a x_1(t) + a x_2(t)$

akan menghasilkan output $a y_1(t) + a y_2(t)$

Pada realitasnya semua sistem dapat mempunyai syarat linier (dinyatakan linier) hanya pada daerah input tertentu. Di mana batas input yang ditolerir, sistem menjadi non linier. Secara grafis dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1.2
Daerah linier dan nonlinier

c. Sistem time Varian/time invarian

Sistem dikatakan time varian (variabel waktu) apabila respon sistem terhadap input yang sama dilakukan dalam waktu yang berbeda akan menghasilkan respon berbeda. Secara matematis input sistem ditulis $X(t - T)$ dan outputnya $y(t - T)$. Sedangkan suatu sistem dikatakan time invarian jika respon dari sistem tidak berbeda untuk input yang sama, meskipun dilakukan dalam waktu yang berbeda. Cara matematis input sistem ditulis $x(t)$ dan output sistem $y(t)$.

Dimana t = variabel waktu

T = waktu saat perubahan berlangsung

d. Sistem SISO atau MIMO

Suatu sistem dikatakan single input single output (SISO) atau sistem satu masukan keluaran apabila sistem itu memiliki satu input dan satu output.



Gambar 1.3
Sistem SISO

Sedangkan sistem dikatakan multi input multi output (MIMO) atau banyak masukan banyak keluaran, apabila sistem tersebut memiliki input atau output lebih dari satu.



Gambar 1.4
Sistem MIMO

1.4. Model-model sistem kontiniu

Model matematik telah digunakan untuk dihubungkan sinyal input dan output satu sistem. Karena itu kemampuan menurunkan model matematik dari sistem fisik menjadi sangat penting. Sebenarnya semua sistem dapat dicari model matematisnya, namun pada bagian ini hanya akan diuraikan sistem elektronik dan sistem mekanik.

a. Sistem elektronik.

Variabel-variabel yang sering muncul pada sistem eletronik adalah :

- Arus : $i(t)$
- Tegangan : $v(t)$
- Muatan listrik : $q(t)$

hubungan arus, tahanan dan tegangan : $V(t) = I(t) R$

hubungan arus kapasitor dan tegangan : $i = C \frac{dV}{dt}$

$$v = \frac{1}{C} \int I dt$$

1.5. Sinyal (Isyarat)

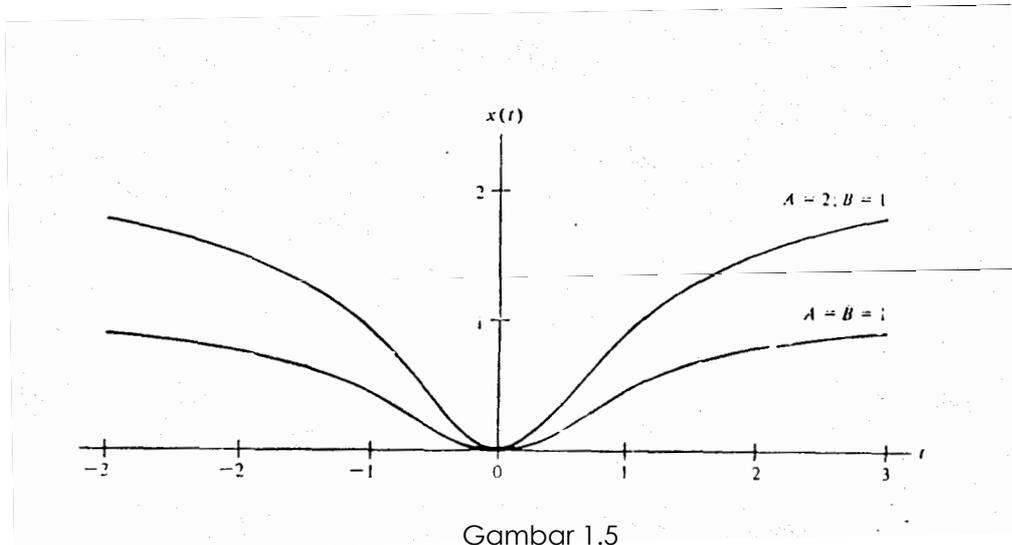
Suatu sinyal (isyarat) boleh jadi fungsi dari waktu yang merepresentasikan variabel fisis yang dikaitkan dengan suatu sistem dalam sistem. Eletronika, sinyal (isyarat) menunjukkan arus dan tegangan. Sedangkan pada sistem fisis dapat menunjukkan gaya, kecepatan atau posisi.

Berdasarkan fungsinya terhadap waktu sinyal (isyarat) dapat dikelompokkan menjadi :

1. Sinyal (isyarat) deterministik kontinu.

$$x(t) = \frac{At^2}{B+t^2} \quad -\infty < t < \infty$$

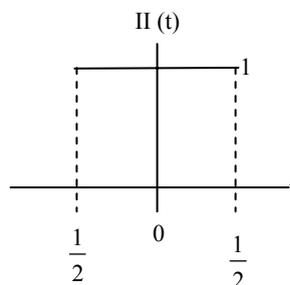
Dimana : A dan B konstanta



Gambar 1.5
Sinyal determinasi kontinu

2. Sinyal deterministik tidak kontinu (pulsa unit)

$$\pi(t) = \begin{cases} 1, & |t| \leq \frac{1}{2} \\ 0, & |t| > \frac{1}{2} \end{cases}$$



Gambar 1.6
Sinyal deterministik tidak kontinu

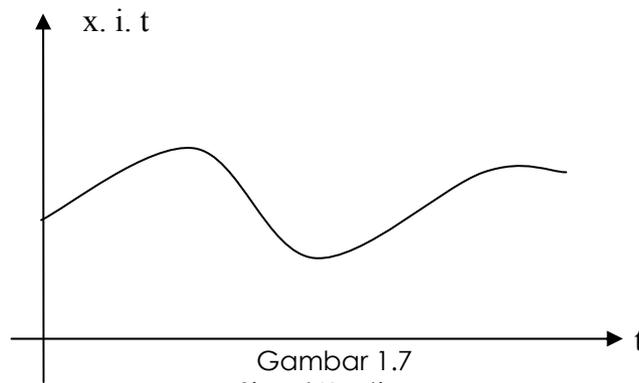
3. Sinyal Random

Sinyal (isyarat) random atau acak yang pembahasannya harus dengan menggunakan model statistik probabilitas tidak dibahas disini.

Berdasarkan pada bentuknya, sinyal (isyarat) dapat dikelompokkan menjadi :

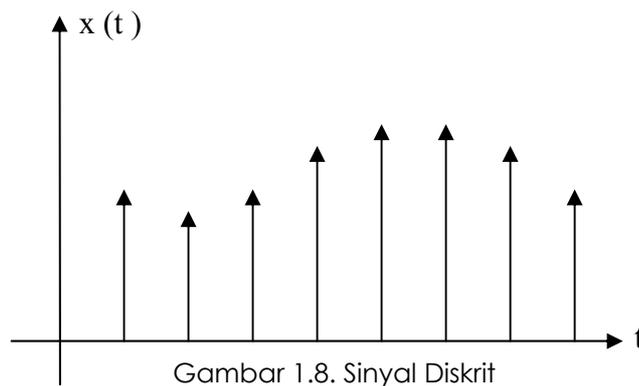
1. Sinyal (isyarat) kontinu

Jenis sinyal ini digunakan dalam sistem analog



2. Sinyal Diskrit

Jenis sinyal (isyarat) yang digunakan dalam sistem diskrit, atau sinyal yang didapat dari hasilpencuplikan.



1.6. Gaya dari Daya Sinyal (Isyarat)

Sinyal memiliki Gaya dari Daya. Jika $e (t)$ merupakan tegangan pada tahanan R yang menghasilkan arus t , maka gaya per ohm :

$$P(t) = \frac{e(t)i(t)}{R} = i^2(t)$$

Untuk interval waktu $(t) \leq T$

Didefinisikan gaya total tahanan

$$E = \lim_{T \rightarrow \infty} \int_{-T}^{T} i^2(t) dt \text{ Joule}$$

Dan gaya rata-rata pada per ohm tahanan :

$$P = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{T} i^2(t) dt \text{ Watt}$$

SATUAN ACARA PENGAJARAN

Mata Kuliah : Rangkaian Listrik II
 Kode Mata Kuliah : EES13253
 Waktu Pertemuan : 1x3x50 menit
 Pertemuan ke : 2

- A. Tujuan Instruksional
1. Umum
Mahasiswa dapat memahami konsep analisa sistem dalam kawasan waktu
 2. Khusus
Mahasiswa dapat menganalisa rangkaian menggunakan persamaan matematis, menghitung penyelesaian persamaan differensial orde I dan orde II
- B. Pokok Bahasan
Analisa sistem dalam kawasan waktu
- C. Sub Pokok Bahasan
1. Persamaan Differensial
 2. Orde I Homogen
 3. Orde I tak homogen
 4. Orde II homogen
 5. Orde II tak homogen
- D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajar	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat pengajaran
Pendahuluan	1. Menjelaskan cakupan materi yang ada dalam analisa sistem dalam kawasan waktu.	Memperhatikan materi.	Note Book LCD Papan Tulis
Penyajian	2. Menjelaskan manfaat mempelajari persamaan differensial.	Memperhatikan Dan mencatat	
	3. Menjelaskan secara matematis, analisa dengan menggunakan persamaan differensial serta pembagiannya.	Menjawab, memberikan sumbang saran.	Note Book LCD Papan Tulis
	4. Latihan soal		
	5. Menuliskan jawaban mahasiswa di papan tulis.		
	6. Menjelaskan rumusan dari maing-masing klasifikasi sistem.	Memperhatikan dan mencatat	
	7. Menjelaskan tugas yang harus dilakukan mahasiswa dalam penggunaan rumusan.	Berlatih secara individual dari tugas yang diberikan.	

Penutup	8. Menutup pertemuan a. Menunjuk beberapa mahasiswa untuk menyajikan hasil latihan yang diberikan. b. Mengundang komentar/pertanyaan dari mahasiswa. c. Memberikan penilaian berupa koreksi dan analisa yang benar. d. Memberikan gambaran umum untuk perkuliahan berikutnya.	Menyajikan jawaban dari latihan yang diberikan Memberikan komentar atau pertanyaan Memperhatikan dan mencatat komentar pengajar tentang analisa yang benar.	Note Book LCD Papan Tulis
---------	---	---	---------------------------------

E. Evaluasi

1. Instrumen yang digunakan :
Tes lisan secara acak atau bergilir untuk menilai pemahaman mahasiswa terhadap materi yang diberikan.
2. Instrumen ini digunakan minggu berikutnya setekah mahasiswa memahami materi.

F. Referensi

1. Budiono Mismail, Rangkaian Listrik
2. BL. Theraja, Hand Book Of Electrical Technology
3. Joseph A. Edminister, Rangkaian Listrik
4. Soepono Soeparlan & Umar Yahdi, Teknik Rangkaian Listrik Jilid 1, Penerbit Universitas Gunadarma, Depok, 1995
5. Soepono Soeparlan & Umar Yahdi, Teknik Rangkaian Listrik Jilid 2, Penerbit Universitas Gunadarma, Depok, 1995
6. William H.Hayt, Jr & Jack E. Kemmerly, Rangkaian Listrik Jilid 1 (terjemahan Pantur Silaban), Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991

Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan (RRKBM)

Minggu ke-	Pokok Bahasan (Topik)	Substansi	Metode
II	Analisa Sistem Dalam Kawasan Waktu	Persamaan Differensial Orde I Homogen Orde I tak Homogen Orde II homogeny Orde II tak homogen	Ceramah Diskusi Latihan Soal

BAB II

ANALISA SISTEM DALAM KAWASAN WAKTU

Tujuan Umum:

- *Mahasiswa dapat memahami konsep analisa sistem dalam kawasan waktu*

Tujuan Khusus:

- *Mahasiswa dapat menganalisa rangkaian menggunakan persamaan matematis*
- *Mahasiswa dapat menghitung penyelesaian persamaan differensial orde I*
- *Mahasiswa dapat menghitung penyelesaian persamaan differensial orde II*

2.1 Pendahuluan

Setelah kita membahas model sistem dan sinyal pada Bab sebelumnya, sekarang kita akan membahas pengaruh sistem terhadap sinyal. Masalah yang akan dibahas adalah bila suatu sistem mendapatkan input yang berupa sinyal, maka akan dapat dianalisa outputnya.

Desain sistem (sintesa) juga merupakan hal yang tidak kalah pentingnya dibanding analisa, meskipun relatif lebih sulit untuk mendapatkannya. dalam sintesa, input sistem dan outputnya diketahui, dengan demikian sistemnya dapat dicari.

Ada tiga pendekatan dasar untuk mendapatkan (menganalisa) respon sistem linier yang mendapat input :

- a. Dengan model matematika persamaan differensial
- b. Dengan integral pada kawasan waktu
- c. Dengan analisa transformasi Laplace atau Transformasi Fourier

Bagian ini akan memfokuskan diri pada pembahasan dengan menggunakan metoda (a) dan (b)

2.2. Persamaan Differensial

Definisi : persamaan yang mengandung dua atau lebih peubah berikut turunan-turunannya.

2.2.1. Persamaan Differensial tingkat I / Orde I

$$Y^1 = dy/dx = dy/dt$$

mengandung komponen (suku) turunan pertama

Dalam bentuk Umum :

$$dy/dt + P(t) y = Q(t)$$

- Kalau $Q(t)$ berharga = 0, maka persamaan differensial ini disebut P.D tingkat I homogen.

$$\text{Bentuk Umum : } dy/dt + P(t) y = 0$$

- Kalau $Q(t)$ berharga $\neq 0$, maka persamaan differensial ini disebut P.D tingkat I tak homogen.

$$\text{Bentuk Umum : } dy/dt + P(t) y \neq 0$$

- Secara umum bentuk solusi dari persamaan differensial tingkat I Linier adalah :

$$y e^{\int P(t) dt} = \int e^{\int P(t) dt} Q(t) dt + C$$

sehingga :

$$y = e^{-\int P(t) dt} \int e^{\int P(t) dt} Q(t) dt + C \cdot e^{-\int P(t) dt}$$

Untuk bentuk homogen, karena $Q(t) = 0$, maka solusinya :

$$dy/dt + P(t) y = 0$$

sehingga :

$$y = k e^{-\int P(t) dt} \text{ atau } y = k e^{-P(t)t}$$

2.2.2. Persamaan Differensial tingkat II / Orde II

$$d^2y / dt^2 = y''$$

Secara Umum Persamaan Differensial tingkat II yaitu :

$$d^2y / dt^2 + a_1 dy/dt + a_2 y = Q(t)$$

- Kalau $Q(t)$ berharga = 0, disebut P.D orde II homogen
 $d^2y / dt^2 + a_1 dy/dt + a_2 y = 0$
- Kalau $Q(t)$ berharga $\neq 0$, disebut P.D orde I tak homogen
 $d^2y / dt^2 + a_1 dy/dt + a_2 y \neq 0$

2.2.2.1. Persamaan Differensial Orde II Homogen

$$d^2y / dt^2 = y''$$

$$d^2y / dt^2 + a_1 dy/dt + a_2 y = 0$$

kalau d/dt dianggap S , maka persamaan menjadi :

$$S^2 y + a_1 S y + a_2 y = 0$$

$$(S^2 + a_1 S + a_2) y = 0$$

atau : harga S_1 dan S_2 dari

$$- (S - S_1) (S - S_2) y = 0$$

- Dengan menggunakan rumus abc

Metode rumus abc akan memungkinkan terjadinya 3 kasus :

- Kasus I

Jika $a_1^2 > 4a_2$ ($b^2 > 4ac$) : kedua akar S_1 dan S_2 adalah real dan tak sama

misalnya $S_1 = a_1$; $S_2 = a_2$

maka penyelesaian :

$$y = k_1 e^{a_1 t} + k_2 e^{a_2 t}$$

- Kasus II

Jika $a_1^2 = 4a_2$ ($b^2 = 4ac$) : kedua akar S_1 dan S_2 adalah real dan sama besar

misalnya $S_1 = S_2 = a$

maka penyelesaian :

$$y = k_1 e^{at} + k_2 e^{at} t$$

$$= (k_1 + k_2 t) e^{at}$$

- Kasus III

Jika $a_1^2 < 4a_2$ ($b^2 < 4ac$) : kedua akar S_1 dan S_2 adalah sepasang bilangan kompleks

misalnya $S_1 = \alpha + j\beta$ dan $S_2 = \alpha - j\beta$

sehingga penyelesaian :

$$y = e^{\alpha t} (A \cos \beta t + B \sin \beta t)$$

2.2.2.2. Persamaan Differensial Orde II Tak Homogen

Bentuk Persamaan :

$$d^2y / dt^2 + a_1 dy/dt + a_2 y = Q(t)$$

Penyelesaian :

Langkah I :

Homogenkan persamaan :

$$d^2y / dt^2 + a_1 dy/dt + a_2 y = 0$$

Jawabnya dinamakan $y_n(t)$ yaitu solusi natural

Langkah II :

Tentukan sebuah fungsi $y_p(t)$ yaitu solusi perkiraan.

$Q(t)$ dalam aplikasi biasanya berbentuk fungsi :

- (1) Polinom dari t (suku banyak dalam t)
- (2) Fungsi Eksponensial
- (3) Fungsi Sinusoidal

Untuk pencarian $y_p(t)$ sangat berkaitan erat dengan bentuk $Q(t)$.

Secara garis besar dapat dilihat pada tabel berikut :

No.	$Q(t)$	$y_p(t)$
1.	$K_m t^m + \dots + K_1 t + K_0$	$C_m t^m + \dots + C_1 t + C_0$
2.	$K e^{\alpha t}$	$C e^{\alpha t}$
3.	$K_1 \cos \beta t + K_2 \sin \beta t$	$A \cos \beta t + B \sin \beta t$
4.	K	C

Maka penyelesaiannya adalah :

$$y(t) = y_n(t) + y_p(t)$$

SATUAN ACARA PENGAJARAN

Mata Kuliah : Rangkaian Listrik II
 Kode Mata Kuliah : EES13253
 Waktu Pertemuan : 1x3x50 menit
 Pertemuan ke : 3

- A. Tujuan Instruksional
1. Umum
Mahasiswa dapat memahami konsep komponen-komponen pasif rangkaian listrik
 2. Khusus
Mahasiswa dapat memahami pengertian Induktansi dan kapasitansi serta perhitungannya
- B. Pokok Bahasan
Induktansi dan kapasitansi
- C. Sub Pokok Bahasan
1. Induktansi
 2. Kapasitansi
- D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajar	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat pengajaran
Pendahuluan	1. Menjelaskan cakupan materi yang ada dalam komponen pasif rangkaian listrik	Memperhatikan materi.	Note Book LCD Papan Tulis
Penyajian	2. Menjelaskan manfaat mempelajari induktansi dan kapasitansi.	Memperhatikan Dan mencatat	
	3. Menjelaskan secara matematis, rumusan yang digunakan.	Menjawab, memberikan sumbang saran.	Note Book LCD Papan Tulis
Penutup	4. Latihan soal		
	5. Menuliskan jawaban mahasiswa di papan tulis.		
	6. Menjelaskan rumusan dari maing-masing komponen rangkaian.	Memperhatikan dan mencatat	
	7. Menjelaskan tugas yang harus dilakukan mahasiswa dalam penggunaan rumusan.	Berlatih secara individual dari tugas yang diberikan.	
	8. Menutup pertemuan a. Menunjuk beberapa mahasiswa untuk menyajikan hasil	Menyajikan jawaban dari latihan yang diberikan	

	latihan yang diberikan. b. Mengundang komentar/pertanyaan dari mahasiswa. c. Memberikan penilaian berupa koreksi dan analisa yang benar. d. Memberikan gambaran umum untuk perkuliahan berikutnya.	Memberikan komentar atau pertanyaan Memperhatikan dan mencatat komentar pengajar tentang analisa yang benar.	Note Book LCD Papan Tulis
--	---	---	---------------------------------

E. Evaluasi

1. Instrumen yang digunakan :

Tes lisan secara acak atau bergilir untuk menilai pemahaman mahasiswa terhadap materi yang diberikan.

2. Instrumen ini digunakan minggu berikutnya setelah mahasiswa memahami materi.

F. Referensi

1. Budiono Mismail, Rangkaian Listrik
2. BL. Theraja, Hand Book Of Electrical Technology
3. Joseph A. Edminister, Rangkaian Listrik
4. Soepono Soeparlan & Umar Yahdi, Teknik Rangkaian Listrik Jilid 1, Penerbit Universitas Gunadarma, Depok, 1995
5. Soepono Soeparlan & Umar Yahdi, Teknik Rangkaian Listrik Jilid 2, Penerbit Universitas Gunadarma, Depok, 1995
6. William H. Hayt, Jr & Jack E. Kemmerly, Rangkaian Listrik Jilid 1 (terjemahan Pantur Silaban), Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991

Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan (RRKBM)

Minggu ke-	Pokok Bahasan (Topik)	Substansi	Metode
III	Induktansi, Kapasitansi Admitansi	Induktansi, kapasitansi Admitansi	Ceramah Diskusi Latihan Soal

BAB III

INDUKTANSI, KAPASITANSI dan ADMITANSI

Tujuan Umum:

- Mahasiswa dapat memahami konsep komponen-komponen pasif rangkaian listrik

Tujuan Khusus:

- Mahasiswa dapat memahami pengertian Induktansi dan perhitungannya
- Mahasiswa memahami pengertian kapasitansi dan perhitungannya
- Mahasiswa memahami pengertian admitansi dan perhitungannya

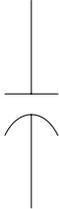
3.1. Induktansi

Induktor juga disebut induktansi adalah sebuah elemen rangkaian yang menyimpan energi selama satu perioda waktu dan mengembalikannya selama perioda waktu yang lainnya, sehingga daya rata-rata adalah nol.

Gulungan – gulungan kumparan dalam motor – motor induksi, transformator dan alat-alat yang serupa memiliki induktansi dalam model-model rangkaiannya.

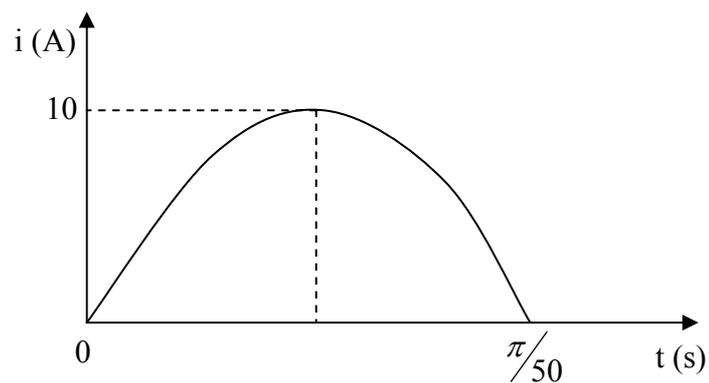
Tabel 1. Induktansi dan Kapasitansi

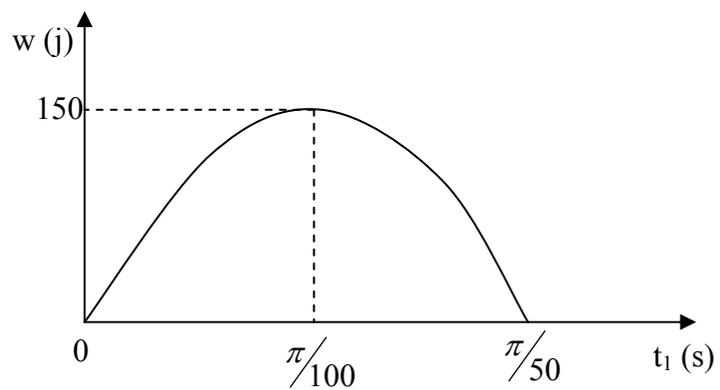
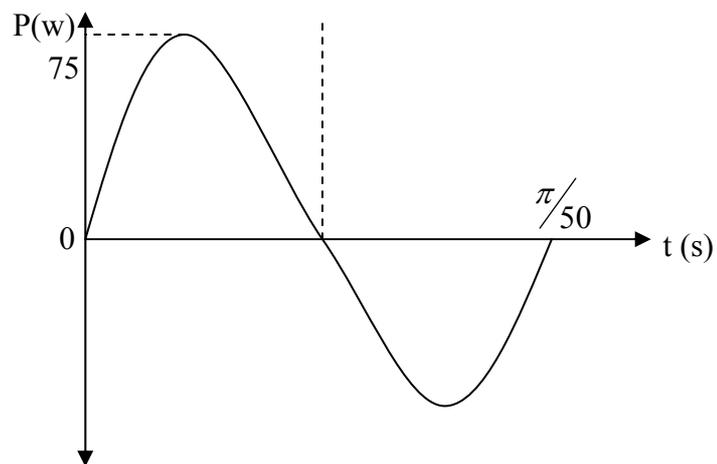
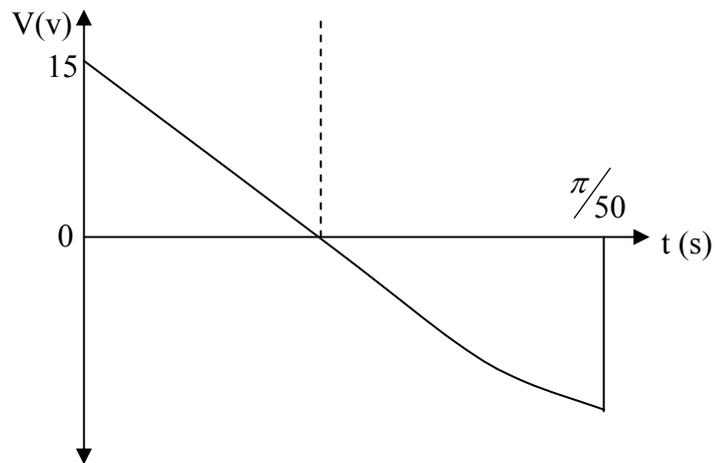
Elemen Rangkaian	Satuan	Tegangan	Arus	Daya
 Induktansi	Henry (H)	$V = L \frac{di}{dt}$	$i = \frac{1}{L} \int V dt + K_1$	$P = Vi = Li \frac{di}{dt}$

	Farad (f)	$V = \frac{1}{C} \int idt + K_2$	$i = C \frac{dv}{dt}$	$P = vi = cv \frac{dv}{dt}$
Kapasitansi				

Dari tabel 1, arus didalam sebuah induktansi diberikan oleh integral waktu dari tegangan terpasang, berarti arus ini harus berupa fungsi kontinu dari waktu, khususnya, jika $i = 0$ pada $t = 0$, i tidak mungkin memiliki harga selain dari pada nol untuk $t = 0^+$

Pada gambar 1-1 dapat dilihat bahwa, arus yang diketahui menghasilkan suatu penyimpanan energi yang maksimum sebesar 1,50 J pada $t = \left(\frac{\pi}{100}\right)S$. Selama $\left(\frac{\pi}{100}\right)S$ berikutnya energi akan kembali ke sumber, dan energi yang tersimpan kembali nol pada saat $t = \left(\frac{\pi}{50}\right)S$





Contoh soal :

Dalam selang waktu $0 \leq t \leq \left(\frac{\pi}{50}\right)S$ sebuah induktansi sebesar 30 mH mempunyai arus $i = 10 \sin 50t$ (A). Pada semua waktu yang lainnya arus adalah nol.

Hitung : tegangan, daya dan energi untuk induktansi

Solusi :

- Tegangan untuk induktansi

$$VL = L \frac{di}{dt}$$

$$= 15 \cos 50t \text{ (V)}$$

- Daya untuk induktansi

$$P = VL.I$$

$$= 75 \sin 100t \text{ (w)}$$

- Energi untuk induktansi

$$W = \int_0^2 P dt + w(0)$$

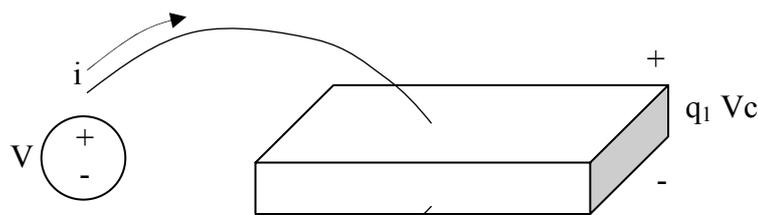
$$\text{jika : } W(0) = 0$$

$$\text{maka } W = 0,75 (1 - \cos 100t) \text{ (J)}$$

3.2. Kapasitansi

Kapasitor juga disebut kapasitansi adalah elemen rangkaian yang seperti induktor, yang fungsinya menyimpan dan mengembalikan energi. Dalam kapasitor, penyimpanan berlangsung didalam suatu medan listrik, sebaliknya penyimpanan didalam induktor adalah didalam medan magnet.

Tegangan kapasitor adalah integral waktu dari arus. Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa V_c harus merupakan fungsi kontinu dari waktu, muatan pada kapasitor berbanding langsung dengan tegangan : $q_1 = C V_c$. Ini memberikan bukti paling baik bahwa tegangan tidak dapat berubah dengan tiba-tiba dari satu nilai ke yang lain.



Gambar 3.5

Untuk muatan yang kelebihan elektron pada konduktor negatif dalam gambar 1.2 dan kekurangan elektron pada yang lain, tidak dapat berubah secara seketika dari satu nilai ke nilai yang lain.

Contoh soal :

Dalam selang waktu $0 \leq t \leq 5 \pi$ ms, sebuah kapasitansi sebesar $20 \mu\text{F}$ memiliki tegangan $V_c = 50 \sin 200 t$ (v)

Hitung : Muatan, arus, daya dan energi. Gambarkan $W(t)$ dengan menganggap bahwa $W(0) = 0$

Solusi :

- Muatan (q)

$$q_1 = C V_c$$

$$= 1000 \sin 200t \text{ (}\mu\text{C)}$$

- Arus (i)

$$I = c \frac{dVc}{dt}$$

$$= 0,20 \cos 200t \text{ (A)}$$

- Daya (P)

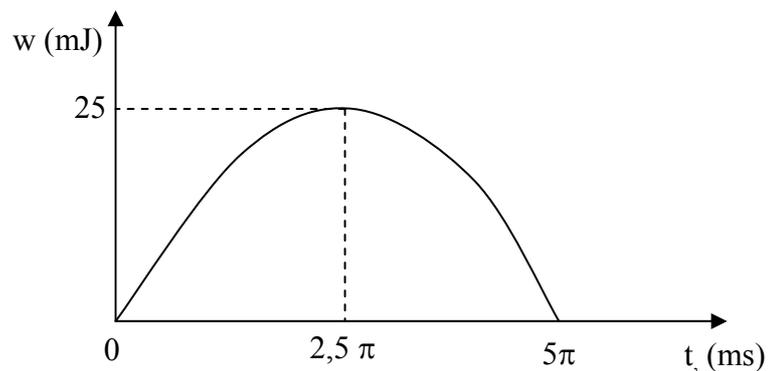
$$P = V Ci$$

$$= 5 \sin 400t \text{ (W)}$$

- Energi (W)

$$W = \int_0^i P dt$$

$$= 12,5 (1 - \cos 400t) \text{ mJ}$$



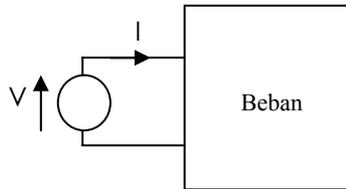
Gambar 3.6

Dalam selang waktu $0 \leq t \leq 2,5 \pi$ ms, tegangan dan muatan berturut-turut bertambah dari 0 sampai 50 V dan 1000 μC . Pada gambar 1.3 memperlihatkan bahwa ini menghasilkan energi tersimpan sebesar 25 mJ. Energi ini dikembalikan ke sumber dalam selang waktu $2,5 \pi$ ms berikutnya, dan energi akhir yang tersimpan adalah nol.

3.3.ADMITANSI

Pengenalan Impedansi dan Admitansi

Rangkaian sederhana berikut :



$$\text{Impedansi : } Z = \frac{V}{I} (\Omega)$$

$$\text{Admitansi : } Y = \frac{I}{V} (v)$$

$$Y = \frac{1}{Z} (v)$$

Rumus Umum :

$$Z = R + jX$$

$$Y = G + jB$$

$$= \frac{1}{R + jX}$$

Dimana :

$$R = \text{Re sistensi} (\Omega)$$

$$X = \text{Re ak tan si} (\Omega)$$

$$G = \frac{1}{R} = \text{Konduk tan si} (v)$$

$$B = \frac{1}{X} = \text{Susep tan si} (v)$$

Contoh Soal :

Tentukan konduktansi dan suseptansi pada impedansi berikut :

a. $3 + j4$

b. $\frac{\sqrt{2}}{2} \angle 45^\circ$

Jawab :

$$Y = G + jB$$

$$\begin{aligned} Y &= \frac{1}{R + jX} \times \frac{R - jX}{R - jX} \\ &= \frac{R - jX}{R^2 + X^2} = \frac{R}{R^2 + X^2} - j \frac{X}{R^2 + X^2} \end{aligned}$$

Jadi :

$$G = \frac{R}{R^2 + X^2}$$

$$B = -\frac{X}{R^2 + X^2}$$

Maka :

a. $G = \frac{R}{R^2 + X^2} = \frac{3}{3^2 + 4^2} = \frac{3}{25}$

$$B = -\frac{X}{R^2 + X^2} = -\frac{4}{3^2 + 4^2} = -\frac{4}{25}$$

b. $Z = \frac{\sqrt{2}}{2} \angle 45^\circ$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2} \cos 45^\circ + \frac{\sqrt{2}}{2} j \sin 45^\circ$$

$$= \frac{1}{2} + j \frac{1}{2}$$

Maka :

$$G = \frac{R}{R^2 + X^2} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}^2 + \frac{1}{2}^2} = 1$$

$$B = -\frac{X}{R^2 + X^2} = -\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}^2 + \frac{1}{2}^2} = -1$$

SATUAN ACARA PENGAJARAN

Mata Kuliah : Rangkaian Listrik II
 Kode Mata Kuliah : EES13253
 Waktu Pertemuan : 1x3x50 menit
 Pertemuan ke : 4

A. Tujuan Instruksional

1. Umum

Mahasiswa dapat memahami nilai rata-rata dan efektif

2. Khusus

Mahasiswa dapat memahami, menghitung, nilai rata-rata dan efektif, serta menggambarkan bentuk gelombangnya.

B. Pokok Bahasan

Nilai rata-rata dan nilai efektif

C. Sub Pokok Bahasan

1. Nilai rata-rata

2. Nilai efektif

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajar	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat pengajaran
Pendahuluan	1. Menjelaskan cakupan materi yang ada dalam nilai rata-rata dan nilai efektif	Memperhatikan materi.	Note Book LCD Papan Tulis
Penyajian	2. Menjelaskan manfaat mempelajari induktansi dan kapasitansi.	Memperhatikan Dan mencatat	
	3. Menjelaskan secara matematis, rumusan yang digunakan.	Menjawab, memberikan sumbang saran.	Note Book LCD Papan Tulis
	4. Latihan soal		
	5. Menuliskan jawaban mahasiswa di papan tulis.		
Penutup	6. Menjelaskan rumusan dari maing-masing nilai.	Memperhatikan dan mencatat	
	7. Menjelaskan tugas yang harus dilakukan mahasiswa dalam penggunaan rumusan.	Berlatih secara individual dari tugas yang diberikan.	
	8. Menutup pertemuan	Menyajikan jawaban dari latihan yang diberikan	
	e. Menunjuk beberapa mahasiswa untuk menyajikan hasil latihan yang diberikan.	Memberikan komentar atau	Note Book
	f. Mengundang		

	komentar/pertanyaan dari mahasiswa. g. Memberikan penilaian berupa koreksi dan analisa yang benar. h. Memberikan gambaran umum untuk perkuliahan berikutnya.	pertanyaan Memperhatikan dan mencatat komentar pengajar tentang analisa yang benar.	LCD Papan Tulis
--	--	--	--------------------

E. Evaluasi

1. Instrumen yang digunakan :

Tes lisan secara acak atau bergilir untuk menilai pemahaman mahasiswa terhadap materi yang diberikan.

2. Instrumen ini digunakan minggu berikutnya setelah mahasiswa memahami materi.

F. Referensi

1. Budiono Mismail, Rangkaian Listrik
2. BL. Theraja, Hand Book Of Electrical Technology
3. Joseph A. Edminister, Rangkaian Listrik
4. Soepono Soeparlan & Umar Yahdi, Teknik Rangkaian Listrik Jilid 1, Penerbit Universitas Gunadarma, Depok, 1995
5. Soepono Soeparlan & Umar Yahdi, Teknik Rangkaian Listrik Jilid 2, Penerbit Universitas Gunadarma, Depok, 1995
6. William H.Hayt,Jr & Jack E. Kemmerly, Rangkaian Listrik Jilid 1 (terjemahan Pantur Silaban), Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991

Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan (RRKBM)

Minggu ke-	Pokok Bahasan (Topik)	Substansi	Metode
IV	Nilai Rata-rata dan Nilai Efektif	Nilai rata-rata dan efektif	Ceramah Diskusi Latihan Soal

BAB IV

NILAI RATA-RATA DAN EFEKTIF

Tujuan Umum:

- Mahasiswa dapat memahami konsep nilai rata-rata dan nilai efektif

Tujuan Khusus:

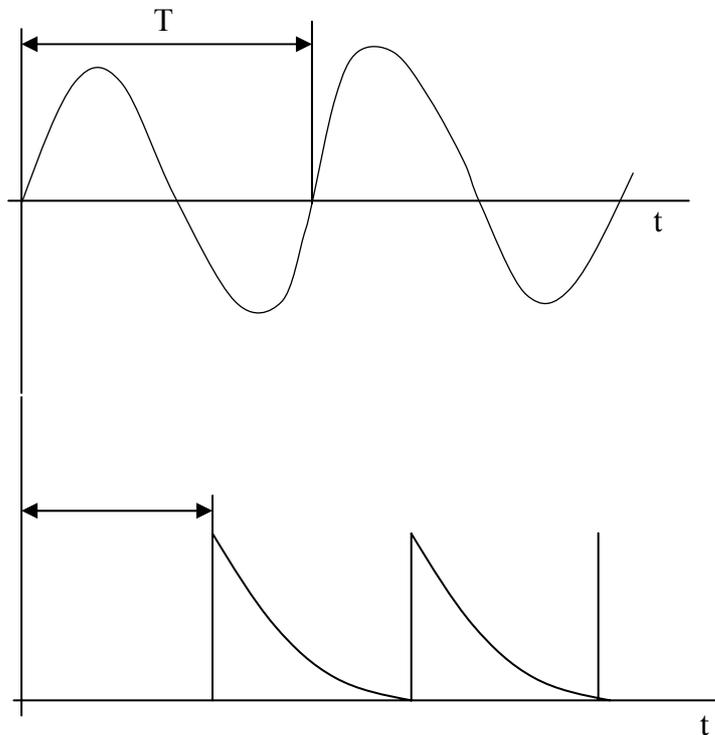
- Mahasiswa dapat memahami dan menghitung nilai rata-rata
- Mahasiswa memahami dan menghitung nilai efektif
- Mahasiswa dapat menggambarkan bentuk gelombang rata-rata dan efektif

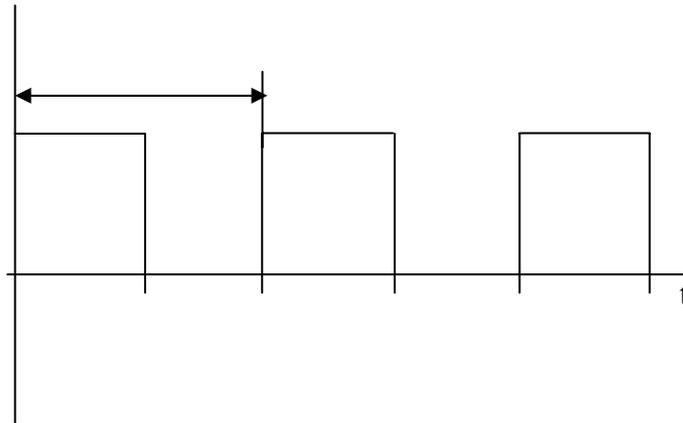
4.1. Pendahuluan

Bentuk Gelombang :

Dalam matriks, rangkaian dasar yang diselidiki hanyalah bentuk-bentuk gelombang periodik, sebagai fungsi dari waktu seperti $f(t) = f(t + nT)$, dimana n adalah bilangan bulat dan T adalah perioda.

Gambar :





4.2. Nilai Rata-Rata

Fungsi periodik yang umum $y(t)$ dengan perioda T (s), mempunyai rata-rata (average value) y rata-rata yang dibentuk oleh :

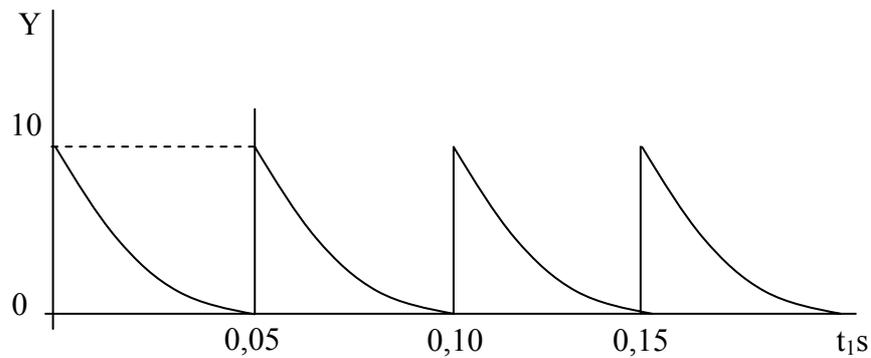
$$Y \text{ rata-rata} = \frac{1}{T} \int_0^T y(t) dt = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} y(t) dt$$

Sebagai fungsi, misalnya $y = y_m \sin(\omega t)$ berlaku secara baik sebagai fungsi dari ωt (rad) sebagai pengganti t_0 , maka pernyataan untuk nilai rata-rata adalah :

$$\begin{aligned} Y \text{ rata-rata} &= \frac{1}{T} \int_0^T y(\omega t) d(\omega t) \\ &= \frac{1}{T} \int_{\omega t_0}^{\omega t_0 + T} y(\omega t) d(\omega t) \end{aligned}$$

Soal 1 :

Tentukan nilai rata-rata dari bentuk gelombang, untuk $0 < t < 0,03$ dengan gambar sebagai berikut :



Solusi :

Jika $y(t) = 10 e^{-200t}$, maka :

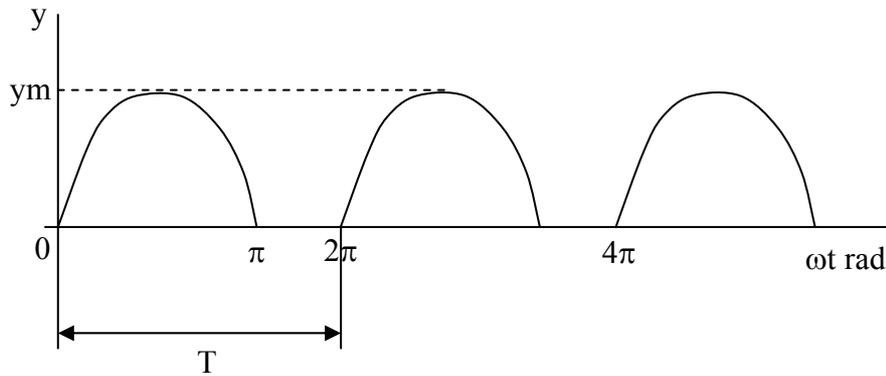
Dengan menghitung nilai rata-rata dalam perioda pertama adalah :

Y rata-rata :

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{T} \int_0^T y \, dt \\ &= \frac{1}{0,05} \int_0^{0,05} 10 e^{-200t} \, dt \\ &= \frac{10}{0,05 (-200)} \left[e^{-200t} \right]_0^{0,05} \\ &= -1 \left[e^{-10} \cdot e^0 \right] \\ &= 1,00 \end{aligned}$$

Soal 2 :

Tentukan nilai rata-rata untuk $0 < \omega t < \pi$, $y = y_m \sin \omega t$, untuk $\pi < \omega t < 2\pi$, $y = 0$ dengan perioda adalah 2π dari bentuk gelombang yang terlihat pada gambar :



Solusi :

$$Y \text{ rata-rata} = \frac{1}{2\pi} \left\{ \int_0^{\pi} Y_m \sin \omega t d(\omega t) + \int_{\pi}^{2\pi} 0 d(\omega t) \right\}$$
$$= 0,318 Y_m$$

4.3. Nilai RMS atau Efektif

Daya sesaat dalam sebuah tahanan diberikan oleh $P(t) = [i(t)]^2 R$. Arus periodik $i(t)$ disebut memiliki nilai efektif ($rms = \text{root mean square}$, I_{eff} atau I_{rms}). Jika arus konstan dari nilai tersebut akan menghasilkan daya rata-rata yang sama seperti arus periodik, jadi :

$$i^2_{\text{rms}} R = \frac{1}{T} \int_0^T i(t)^2 R dt$$

$$I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [i(t)]^2 dt}$$

Pengertian root mean square dari mana tulisan rms diambil, dipakai sebagai pernyataan tentang bagaimana nilai rms tersebut diperoleh. bil akar (root) dari rata-rata (mean) fungsi yang dikuadratkan (squared).

Fungsi periodik $y(t)$ yang umum mempunyai nilai efektif.

$$Y_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [y(t)^2] dt}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} [y(t)^2] dt}$$

Soal 1 :

Tentukan nilai efektif dari bentuk gelombang sebagai berikut :

Solusi :

$$y_{rms}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T y^2 dt$$

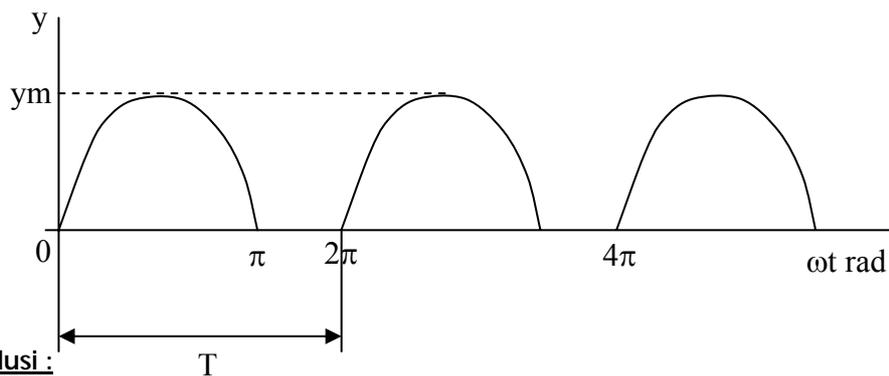
$$= \frac{1}{0,05} \int_0^{0,05} 100 e^{-400t} dt$$

$$= 5,00 \text{ atau}$$

$$y_{rms} = 2,24$$

Soal 2 :

Tentukanlah nilai efektif dari bentuk gelombang sebagai berikut :



Solusi :

$$y_{rms}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} (y_m \sin \omega t)^2 d(\omega t)$$

$$= \frac{1}{4} Y^2 m \text{ atau}$$

$$Y_{rms} = \frac{1}{2} Y_m$$

SATUAN ACARA PENGAJARAN

Mata Kuliah : Rangkaian Listrik II
 Kode Mata Kuliah : EES13253
 Waktu Pertemuan : 1x3x50 menit
 Pertemuan ke : 5

- A. Tujuan Instruksional
1. Umum
Mahasiswa dapat memahami konsep transient
 2. Khusus
Mahasiswa dapat memahami pengertian serta penyebab transient dalam sistem kelistrikan
- B. Pokok Bahasan
- Dasar transient
- C. Sub Pokok Bahasan
1. Tipe transien
 2. Transien dalam rangkaian R-L
 3. Arus hubung singkat
 4. Time Konstan
 5. Transien dalam rangkaian R-C
- D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Pengajar	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat pengajaran
Pendahuluan	1. Menjelaskan cakupan materi yang ada dalam rangkaian transien.	Memperhatikan materi.	Note Book LCD Papan Tulis
Penyajian	2. Menjelaskan manfaat mempelajari rangkaian transien.	Memperhatikan Dan mencatat	
	3. Menjelaskan secara matematis, rumusan yang digunakan.	Menjawab, memberikan sumbang saran.	Note Book LCD Papan Tulis
	4. Latihan soal		
	5. Menuliskan jawaban mahasiswa di papan tulis.		
	6. Menjelaskan rumusan dari maing-masing komponen rangkaian.	Memperhatikan dan mencatat	
	7. Menjelaskan tugas yang harus dilakukan mahasiswa dalam penggunaan rumusan.	Berlatih secara individual dari tugas yang diberikan.	
	8. Menutup pertemuan		
Penutup	a. Menunjuk beberapa mahasiswa untuk menyajikan hasil latihan yang diberikan.	Menyajikan jawaban dari latihan yang diberikan	

	b. Mengundang komentar/pertanyaan dari mahasiswa. c. Memberikan penilaian berupa koreksi dan analisa yang benar. d. Memberikan gambaran umum untuk perkuliahan berikutnya.	Memberikan komentar atau pertanyaan Memperhatikan dan mencatat komentar pengajar tentang analisa yang benar.	Note Book LCD Papan Tulis
--	--	---	---------------------------------

E. Evaluasi

1. Instrumen yang digunakan :
Tes lisan secara acak atau bergilir untuk menilai pemahaman mahasiswa terhadap materi yang diberikan.
2. Instrumen ini digunakan minggu berikutnya setelah mahasiswa memahami materi.

F. Referensi

1. Budiono Mismail, Rangkaian Listrik
2. BL. Theraja, Hand Book Of Electrical Technology
3. Joseph A. Edminister, Rangkaian Listrik
4. Soepono Soeparlan & Umar Yahdi, Teknik Rangkaian Listrik Jilid 1, Penerbit Universitas Gunadarma, Depok, 1995
5. Soepono Soeparlan & Umar Yahdi, Teknik Rangkaian Listrik Jilid 2, Penerbit Universitas Gunadarma, Depok, 1995
6. William H.Hayt,Jr & Jack E. Kemmerly, Rangkaian Listrik Jilid 1 (terjemahan Pantur Silaban), Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991

Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan (RRKBM)

Minggu ke-	Pokok Bahasan (Topik)	Substansi	Metode
V	Dasar Transient	Tipe transien Transien dalam rangkaian R-L Arus hubung singkat Time Konstan Transien dalam rangkaian R-C	Ceramah Diskusi Latihan Soal

BAB V

DASAR TRANSIENT

Tujuan Umum:

- *Mahasiswa dapat memahami konsep dasar rangkaian transien dan steady state*

Tujuan Khusus:

- *Mahasiswa dapat mengetahui penyebab transien dan tipenya*
- *Mahasiswa mengetahui dasar transien melalui rangkaian berbeban R-L-C*
- *Mahasiswa dapat menghitung secara mendasar rangkaian transien*

5.1. Pendahuluan

Merupakan hal mudah untuk menghitung arus steady yang mengalir pada rangkaian bila dihubungkan ke generator arus searah atau battery.

Arus yang mengalir dikenal sebagai arus steady karena :

- i. Komponen rangkaian konstan.
- ii. Rangkaian yang dihubungkan ke generator cukup lama untuk setiap gangguan yang disebabkan pada saat mula di switch.

Umumnya transient terjadi bila

- a. Alat atau rangkaian tiba-tiba dihubungkan atau dilepaskan dari suplay.
- b. Rangkaian dihubung singkat.
- c. Adanya perubahan tiba-tiba dari tegangan pada harga yang satu ke harga lainnya.

Sekarang akan dibicarakan tentang transient yang dihasilkan rangkaian berbeda tiba-tiba di switch di on-off kan dari tegangan supply.

Arus yang dihasilkan terdiri dari 2 bagian :

- i. Arus normal atau final steady state.
- ii. Arus transient yang disuper imposed ke dalam arus steady state.

Jadi arus transient tidak digerakkan oleh bagian manapun dari tegangan terpakai tetapi terjadi akibat perubahan enersi yang disimpan pada induktor dan kapasitor.

5.2. Tipe Transien

Terdapat transient single energi dan transient double energi.

Transient single energi hanya mempunyai satu bentuk energi, elektromagnetik atau elektrostatik seperti pada rangkaian R;L;C.

Transient double energi mempunyai elektromagnet energi elektrostatik seperti rangkaian R-L-C.

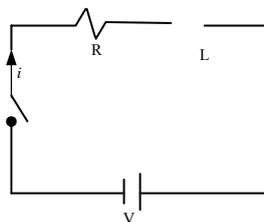
Gangguan tersebut meliputi :

- Transient mula, terjadi bila rangkaian yang di energi putus.
- Transient surut, diproduksi bila rangkaian dengan tepat diberi energi dan mencapai arus steady state atau tegangan seperti pada saat hubung singkat R.L atau R.C secara tiba-tiba.
- Transient transisi, karena perubahan energi steady state dari satu kelainnya.
- Transient kompleks, diproduksi dalam rangkaian yang serentak pada dua transient akibat dua gangguan yang tidak saling berhubungan atau bila gangguan menghasilkan transient.

5.3. Transien dalam Rangkaian R-L (arus searah)

Bila rangkaian R,L diketahui i sebagai arus resultan, I_s sebagai arus steady state dan i_t sebagai arus transient maka dengan super impose, persamaan arus resultan selama transient :

$$i = I_s + i_t$$



Bila V merupakan penghasil arus steady state maka :

$$I_s = V/R$$

Arus transient i_t tidak berhubungan dengan tiap tegangan, maka :

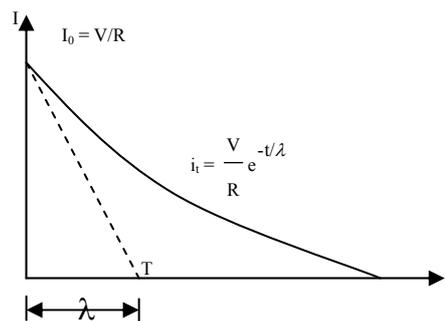
$$I_t R + L \frac{di}{dt} = 0 \quad \longrightarrow \quad L \frac{di}{dt} = - i_t R$$

5.4. Arus Hubung Singkat

Bila rangkaian R-L dihubungkan singkat oleh switch maka I_s berhenti menjadi arus steady state dan menjadi I_0 .

Bila $t = 0$ yaitu disaat hubung singkat, maka $I_0 = V/R$.

$$i_t = (V/R) e^{-t/\lambda}$$



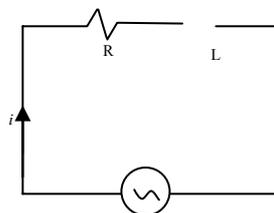
5.5. Time Constant

Time konstan rangkaian didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan arus transient agar menjadi nol.

$$di_t/dt = - (I_0/\lambda) e^{-t/\lambda}$$

5.6. Dasar – dasar Transient pada Rangkaian R – L (ABB)

Tegangan $V = V_m \sin(\omega t + \Theta)$ tiba-tiba dipakaikan pada rangkaian R – L.



Untuk $t = 0$, artinya tegangan dipakai bila melalui harga $U_m \sin \Theta$.

Sejak kontak dapat tutup di tiap titik dari cyle, sudut Θ mempunyai harga 0 sampai 2 radian.

3 hal yang perlu diperhatikan :

I. $t = 0$, artinya tegangan melalui harga nol dan menjadi positif yaitu untuk $\Theta = 0$

$$\begin{aligned} i &= I_M \sin (wt - 0) - I_M \sin (-0) e^{-t/\lambda} \\ &= I_M [\sin (wt - 0) - \sin 0 e^{-t/\lambda}] \\ &= I_M [\sin (wt - 0) + \sin 0 e^{-t/\lambda}] \end{aligned}$$

II. $t = 0$ Bila tegangan melalui harga $V_m \sin \phi$,

$$\Theta = 0 = \alpha \text{ atau } \Theta - 0 = 0$$

Bila $i_0 = 0$, tidak terjadi arus transient bila diswitch.

III. $t = 0$. Bila tegangan melalui harga $V_m \sin (0 \pm \pi/2)$

$$\text{Jadi } \Theta = 0 \pm \pi/2$$

$$\Theta - 0 \neq \pm \pi/2$$

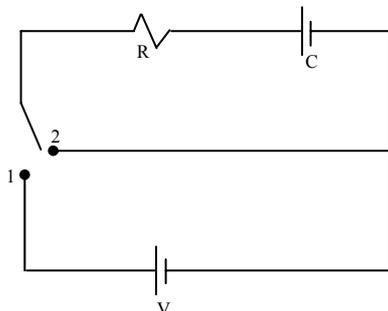
Arus transient :

$$\begin{aligned} I_t &= -I_M \sin (\pm \pi/2) e^{-t/\lambda} \\ &= I_M e^{-t/\lambda} \end{aligned}$$

5.7. Dasar Transien pada Rangkaian R - C (arus searah)

Bila tegangan secara V tiba-tiba dipakaikan ke rangkaian seri, tegangan V_C pada kapasitor bertambah dari 0 ke harga steady state V . V_C merupakan tegangan kapasitor, V_{ct} merupakan tegangan transient.

$$V_C = V + V_{ct}$$



Arus charging maximum disaat permulaan, kemudian menjadi nol sehingga tidak ada arus steady state tetapi arus transient.

Karena arus transient tidak berhubungan dengan tegangan terpakai, maka :

$$i_t R + V_{ct} = 0$$

$$V_{ct} = q_t/C \longrightarrow i_t R + q_t/C = 0$$

$$R \cdot di_t/dt + (1/C) dq_t/dt = 0$$

i). Arus changing

Bila $t = 0$, arus transient $i_t = I_0$

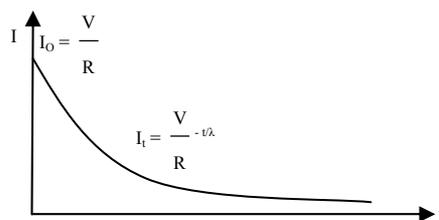
$$V_{ct} = -I_0 \cdot R$$

Bila $t = 0$, $V_C = 0$

$$V_{ct} = -V$$

$$I_0 = V/R$$

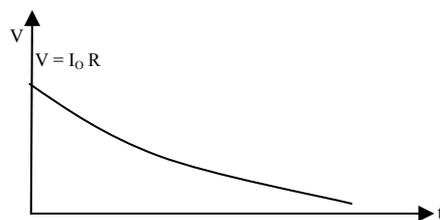
$$i_t = I_0 e^{-t/\lambda} = (V/R) e^{-t/\lambda}$$



Tegangan transient melalui R,

$$I_t R = (V/R) e^{-t/\lambda} \times R$$

$$= V e^{-t/\lambda}$$



Tegangan transient melalui C

$$V_{ct} = i_t R$$

$$V_C = V - i_t R = V - V e^{-t/\lambda}$$

$$V_C = V (1 - e^{-t/\lambda})$$

ii) Arus Discharge

Bila kapasitor dimuati penuh sehingga arus changing berhenti, maka rangkaian RC dihubung singkat oleh sakelar S dari posisi 1 ke posisi 2.

Dengan cara ini transient dari arus discharging akan siap untuk mengalir tiba-tiba.

Bila waktu dihitung dari saat hubung singkat, maka bila $t = 0$,

$$I_t = I_0, V_{ct} = - I_0 \cdot R$$

Untuk $t = 0$; $V_C = V$

Jika tidak terdapat tegangan steady state pada kapasitor maka

$$V_C = V_{ct}$$

$$I_0 = - V/R$$

$$I_t = - (V/R) e^{-t/\lambda}$$

Tanda negatif di muka persamaan menunjukkan arus discharge yang mengalir dengan arah berlawanan dari aliran arus charging.

Karena itulah kurve berada di bawah sumbu X

Tegangan rangkaian : $V_{ct} = i_t R$

5.8. Transien Double Energi

Pada rangkaian RLC terdapat energi elektrostatis dan elektromagnet sehingga terjadinya perubahan dalam rangkaian meliputi kedua bentuk energi tadi.

Arus transient yang diproduksi ini disebut transient double energi. Arus ini dapat satu arah atau berisolasi.

Persamaan tegangan transient :

$$i_t R + L \cdot Di_t/dt + q_t/C = 0$$

