

DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDRAL PENDIDIKAN TINGGI
HEDS PROYECT MANAGEMENT UNIT

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG	
DITERIMA TGL	29-10-96
SUMBER/HARGA	HD
KOLEKSI	KKI
No INVENTARIS	802/HD/96-k 0/2/
KLASIFIKASI	530.7 FES k: 0

8

KOMPUTER DALAM PENGAJARAN FISIKA: (PEMROGRAMAN MATERI
PERKULIAHAN FISIKA MODEL COMPUTER
ASSISTED INSTRUCION - CAI)

MILIK UNIT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

OLEH
DRA. FESTIYED, MS

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENDIDIKAN
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

PADANG 1995

PROYEK PENGEMBANGAN DIRI

PROYEK HEDS / USAID

JUDUL : KOMPUTER DALAM PENGAJARAN FISIKA
(Pemrograman Materi Perkuliahan
Fisika Model Computer Assisted
Instruction - CAI)

JENIS KEGIATAN : Peningkatan Keefektifan Perkuliahan.

ORGANISASI : Universitas : IKIP Padang
Jurusan : Pendidikan Fisika

PEMIMPIN PROYEK

Nama : Dra. Festiyed. MS
Umur : 31 Tahun
Pangkat : III c/Lektor Muda
Nama dan Alamat Instansi: Fisika FPMIPA IKIP
Padang Air Tawar Barat 25132

LAMANYA WAKTU YANG DIUSULKAN: 7 Bulan
dari: Oktober 1994 sampai
April 1995

BIAYA : Rp 900.000,-
(Sembilan Ratus Ribu Rupiah)

MENGETAHUI

1. Ketua Jurusan

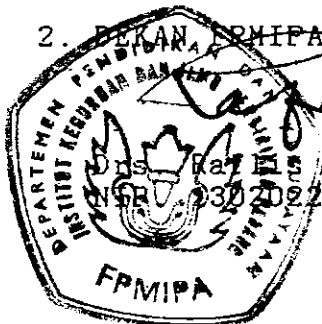
Dra. Djusmaini Djamas
NIP. 130889746

2. DEKAN FPMIPA IKIP Padang

Drs. Kay H Kosasi, MSc
NIP. 330202210

Padang, 20 April 1995
Pemimpin Proyek,

Dra. Festiyed, MS
NIP. 131668027



A B S T R A C T

With using micro computer to help education teaching process has been made by programme computer in CAI (Computer Assited Instruction) Methode. CAI Methode should be focused : "Osilator harmonic Linier such as : Polinum Hermit, Eigenfunction curve, Curve of Probabality for each status, Curve of Probabality energy diference level, could be appeared in short time, and also probabality refer classic methode. Circuit equivalentents in direct currents : Thevenin equivalentents and Norton equivalentents. Transien currents in RC circuits : to fill up capasitor and to empty capasitor, diferencial circuits and integral.

CAI methode uses a computer as a part of integral, in other word the computer systems should be given directly to students. And this can be done where interaction with a subject programmed in system. There are some probabalities of teaching methode to give easily and effective, such as tutor, training and pratical, simulation and game to refer teaching ways.

This programme should be support to studying with Osilator Harmonic Linier and Circuit equivalentents in direct currents, Transien current at capasitor, so that it is more efective and to give motivation for students in studying.

A B S T R A K

Dengan memanfaatkan komputer mikro sebagai alat bantu proses belajar mengajar telah dibuat program komputer model CAI - Computer Assisted Instruction untuk pokok bahasan, " *Osilator harmonik linier seperti: Polinom Hermit, kurva fungsi eigen, kurva kebolehjadian untuk masing-masing status, kurva kebolehjadian pada tingkatan energi yang berbeda, dapat ditampilkan dalam waktu singkat, dapat pula ditampilkan perbandingan makna kebolehjadian kuantum dengan kebolehjadian menurut faham klasik. Rangkaian pengganti pada arus searah: setara Thevenin, setara Norton. Arus transien pada rangkaian RC: pengisian dan pengosongan kapasitor, rangkaian pendeferensial dan integral*'.

Model CAI ini menggunakan komputer sebagai suatu bagian integral, dengan kata lain sistem-sistem komputer dapat menyampaikan pengajaran secara langsung kepada peserta didik melalui cara berinteraksi dengan mata pelajaran yang diprogram kedalam sistem. Ada berbagai macam kemungkinan model mengajar yang memberikan kemudahan paling efektif, misalnya sebagai tutor, latihan dan praktek, menemukan, simulasi dan permainan, yang disesuaikan dengan materi pengajaran.

Diharapkan program ini dapat membantu perkuliahan dengan topik Osilator Harmonik linier dan Rangkaian Pengganti pada Arus Searah, Arus Transien pada Kapasitor, sehingga menjadi lebih efektif dan menambah motivasi mahasiswa dalam belajar.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

DAFTAR GAMBAR

vii

Halaman

Gambar 2.1	Gerak Osilator harmonik linier Arah F bekerja pada benda yang massanya m diperlihatkan untuk masing-masing keadaan. Balok bebas bergerak di atas permukaan horizontal tanpa gesekan. x adalah pergeseran dari titik keseimbangan O .	11
Gambar 2.2	Kurva persamaan solusi osilator harmonik klasik dengan konstanta fase $\phi = 0$. A adalah simpangan x yang maksimum atau minimum (amplitudo) t waktu.	12
Gambar 2.3	Energi potensial osilator harmonik berbanding lurus dengan simpangan kuadrat, simpangan pergeseran dari kedudukan seimbang O . Amplitudo dari A ditentukan oleh energi total E .	14
Gambar 2.4	Kehadiran benda pada lintasannya dicatat oleh detektor. Misalnya untuk waktu t ke- n detektor k mencatat kehadiran benda tersebut dan ditandai dengan sebuah garis.	20
Gambar 2.5	Rangkaian setara Thevenin untuk suatu alat elektronik.	21
Gambar 2.6	Rangkaian setara Thevenin untuk rangkaian dengan dua gerbang	22
Gambar 2.7	Rangkaian setara Thevenin untuk suatu alat elektronik dihubungkan dgn beban	23
Gambar 2.8	Rangkaian pembagi tegangan.	23
Gambar 2.9	Rangkaian pembagi tegangan sumber berhubungan singkat.	24
Gambar 2.10	Rangkaian setara Thevenin	24
Gambar 2.11	Rangkaian setara Thevenin dengan beban	24
Gambar 2.12	Sumber Arus Tetap	25
Gambar 2.13	(a) Rangkaian setara Norton (b) Rangkaian setara Thevenin	26
Gambar 4.1	Contoh tampilan dasar teori halaman 1	32
Gambar 4.2	Contoh tampilan dasar teori halaman 5	32
Gambar 4.3	Contoh tampilan dasar teori halaman 7	33
Gambar 4.4	Contoh tampilan dasar teori halaman 11	33
Gambar 4.5	Contoh tampilan dasar teori halaman 16	34
Gambar 4.6	Contoh tampilan dasar teori halaman 18	34
Gambar 4.7	Contoh tampilan polinom Hermite $n = 0$	35
Gambar 4.8	Contoh tampilan polinom Hermite $n = 9$	35
Gambar 4.9	Contoh tampilan polinom Hermite $n = 20$	36
Gambar 4.10	Contoh tampilan polinom Hermite $n = 48$	36
Gambar 4.11	Contoh tampilan polinom Hermite $n = 48$	37
Gambar 4.12	Contoh tampilan polinom Hermite $n = 65$	37
Gambar 4.13	Contoh tampilan polinom Hermite $n = 65$	38
Gambar 4.14	Contoh tampilan polinom Hermite $n = 80$	38
Gambar 4.15	Contoh tampilan polinom Hermite $n = 80$	39

Gambar 4.16	Contoh tampilan polinom Hermite $n = 80$	39
Gambar 4.17	Contoh tampilan kurva fungsi eigen energi untuk $n = 0$	40
Gambar 4.18	Contoh tampilan kurva fungsi eigen energi untuk $n = 9$	40
Gambar 4.19	Contoh tampilan kurva fungsi eigen energi untuk $n = 20$	41
Gambar 4.20	Contoh tampilan kurva fungsi eigen energi untuk $n = 48$	41
Gambar 4.21	Contoh tampilan kurva fungsi eigen energi untuk $n = 65$	42
Gambar 4.22	Contoh tampilan kurva fungsi eigen energi untuk $n = 80$	42
Gambar 4.23	Contoh tampilan kurva kebolehjadian kuantum untuk $n = 0$	43
Gambar 4.24	Contoh tampilan kurva kebolehjadian kuantum untuk $n = 9$	43
Gambar 4.25	Contoh tampilan kurva kebolehjadian kuantum untuk $n = 0$	43
Gambar 4.26	Contoh tampilan kurva kebolehjadian kuantum untuk $n = 9$	43
Gambar 4.27	Contoh tampilan kurva kebolehjadian kuantum untuk $n = 65$	45
Gambar 4.28	Contoh tampilan kurva kebolehjadian kuantum untuk $n = 80$	45
Gambar 4.29	Contoh tampilan kurva kebolehjadian klasik untuk $n = 0$	46
Gambar 4.30	Contoh tampilan kurva kebolehjadian klasik untuk $n = 9$	46
Gambar 4.31	Contoh tampilan kurva kebolehjadian klasik untuk $n = 20$	47
Gambar 4.32	Contoh tampilan kurva kebolehjadian klasik untuk $n = 48$	47
Gambar 4.33	Contoh tampilan kurva kebolehjadian klasik untuk $n = 65$	48
Gambar 4.34	Contoh tampilan kurva kebolehjadian klasik	48
Gambar 4.35	Contoh tampilan histogram klasik $n = 0$	49
Gambar 4.36	Contoh tampilan histogram klasik $n = 9$	49
Gambar 4.37	Contoh tampilan histogram klasik $n = 20$	50
Gambar 4.38	Contoh tampilan histogram klasik $n = 48$	50
Gambar 4.39	Contoh tampilan histogram klasik $n = 65$	51
Gambar 4.40	Contoh tampilan histogram klasik $n = 80$	51
Gambar 4.41	Contoh gabungan kurva kebolehjadian kuantum dan klasik untuk $n = 0$	52
Gambar 4.42	Contoh gabungan kurva kebolehjadian kuantum dan klasik untuk $n = 9$	52
Gambar 4.43	Contoh gabungan kurva kebolehjadian kuantum dan klasik untuk $n = 20$	53
Gambar 4.44	Contoh gabungan kurva kebolehjadian kuantum dan klasik untuk $n = 40$	53
Gambar 4.45	Contoh gabungan kurva kebolehjadian kuantum dan klasik untuk $n = 65$	54
Gambar 4.46	Contoh gabungan kurva kebolehjadian kuantum dan klasik untuk $n = 80$	54
Gambar 4.47	Contoh gabungan kurva kuantum klasik $n = 0$	55

Gambar 4.48	Contoh gabungan kurva kuantum klasik $n = 9$	55
Gambar 4.49	Contoh tampilan gabungan kurva kebolehjadian kuantum dan histogram kebolehjadian klasik untuk $n = 20$	56
Gambar 4.50	Contoh tampilan gabungan kurva kebolehjadian kuantum dan histogram kebolehjadian klasik untuk $n = 48$	56
Gambar 4.51	Contoh tampilan gabungan kurva kebolehjadian kuantum dan histogram kebolehjadian klasik untuk $n = 65$	57
Gambar 4.52	Contoh tampilan gabungan kurva kebolehjadian kuantum dan histogram kebolehjadian klasik untuk $n = 80$	57
Gambar 4.53	Contoh tampilan gabungan kurva dan histogram kebolehjadian klasik untuk $n = 0$	58
Gambar 4.54	Contoh tampilan gabungan kurva dan histogram kebolehjadian klasik untuk $n = 9$	58
Gambar 4.55	Contoh tampilan gabungan kurva dan histogram kebolehjadian klasik untuk $n = 20$	59
Gambar 4.56	Contoh tampilan gabungan kurva dan histogram kebolehjadian klasik untuk $n = 48$	59
Gambar 4.57	Contoh tampilan gabungan kurva dan histogram kebolehjadian klasik untuk $n = 65$	60
Gambar 4.58	Contoh tampilan gabungan kurva dan histogram kebolehjadian klasik untuk $n = 80$	60
Gambar 4.59	Contoh tampilan kurva kebolehjadian kuantum serentak untuk status energi ke 0, 1, 2, 3 ($n=11$).	61
Gambar 4.60	Contoh tampilan kurva kebolehjadian kuantum serentak untuk status energi ke 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ($n=11$).	61
Gambar 4.61	Contoh tampilan kurva kebolehjadian kuantum serentak untuk status energi ke 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ($n=11$).	62
Gambar 4.62	Contoh tampilan kurva kebolehjadian kuantum serentak untuk status energi ke 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ($n=11$).	62
Gambar 4.63	Contoh tampilan menu utama	63
Gambar 4.64	Contoh tampilan dasar teori halaman 1	63
Gambar 4.65	Contoh tampilan menu utama setelah dijlknkan	64
Gambar 4.66	Contoh tampilan dasar teori halaman 2	64
Gambar 4.67	Contoh tampilan dasar teori halaman 15	65
Gambar 4.68	Contoh tampilan dasar teori halaman 13	65
Gambar 4.69	Contoh tampilan dasar teori halaman 15	66
Gambar 4.70	Contoh tampilan dasar teori halaman 19	66
Gambar 4.71	Contoh tampilan dasar teori halaman 20	67
Gambar 4.72	Contoh tampilan dasar teori halaman 22	67
Gambar 4.73	Contoh tampilan dasar teori halaman 24	68
Gambar 4.74	Cohtoh tampilan dasar teori halaman 25	68
Gambar 4.75	Tampilan contoh soal halaman 1	69
Gambar 4.76	Tampilan contoh soal halaman 2	69
Gambar 4.77	Tampilan contoh soal halaman 3	70
Gambar 4.78	Tampilan contoh soal halaman 4	70
Gambar 4.79	Tampilan contoh soal halaman 5	71

DAFTAR LAMPIRAN

x

Halaman

LAMPIRAN SOURCE CODE PROGRAM

76

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pengajaran Model CAI

Dalam pola pendidikan modern, terjadi perubahan pandangan terhadap proses belajar mengajar. Jika pada pendidikan tradisional pendidik sebagai pusat belajar mengajar, pada pendidikan modern subjek didik yang dijadikan titik pusat proses belajar mengajar tersebut. Pendidik lebih berperan sebagai fasilitator dan motivator, membantu dan memberikan kemudahan agar subjek didik dapat belajar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuannya.

Agar bahan pelajaran dapat dipahami subjek didik dengan baik, maka di dalam penyampaiannya pendidik harus menyesuaikan cara-cara penyajiannya dengan bahan tersebut. Cara-cara yang ditempuh pendidik dalam mencapai tujuan pengajarannya dikenal dengan metode mengajar. Oleh karenanya agar hasil yang dicapai dapat memuaskan, pendidik harus menguasai berbagai metode mengajar. Alipandie (1984 :71) mengemukakan :

Seseorang pendidik yang miskin penguasaan metoda atau teknik mengajar, maka ia akan berusaha mencapai tujuannya dengan cara-cara yang tidak wajar, yang berarti akan merugikan dirinya dan juga para subjek didik, sebab disiplin menjadi goyah, mutu pelajaran menjadi tidak terjamin, minat anak-anak berkurang, perhatian dan kesungguhan belajar menurun.

Oleh karena itu pentingnya penguasaan metoda mengajar bagi seorang guru, maka kurang tepatlah jika di dalam menyampaikan suatu bahan pelajaran guru itu masih tetap bertahan dengan satu jenis metoda saja, tanpa adanya perubahan atau variasi sesuai dengan bahan yang disampaikan serta kemajuan teknologi pada setiap kesempatan mengajar.

Munculnya teknologi komputer merupakan teknologi yang bertaraf canggih, bahkan menjadi suatu karakteristik yang tidak bisa diabaikan dalam keseluruhan hidup modernisasi dan akselerasi dewasa ini. Di sisi lain, tentu saja kemajuan sistem pendidikan sejalan dengan keseluruhan kemajuan tersebut. Menurut Oemar Hamalik (1989 : 28),

Diperkirakan, namun sudah bisa dipastikan akan lebih efektif menggunakan produk dan teknik dari teknologi informasi baru. Pengajaran matematika dan IPA akan menggunakan komputer baik untuk pengajaran dasar dan kalkulasi maupun untuk simulasi komputer.

Kalau dilihat keistimewaan komputer sangat banyak diantaranya mempercepat pengolahan data, analisa data yang tepat, mampu menghitung fungsi-fungsi majemuk yang rumit, memiliki daya ingat yang sangat besar, menampilkan warna, musik, grafis animasi, pemodelan dan simulasi. Semua ini memungkinkan untuk digunakan di lingkungan pendidikan baik sebagai media maupun sebagai sumber belajar.

Khususnya pada pengajaran Fisika Menurut B. Suprpto B (1989:2),

Komputer membantu fisika dalam hal hitung menghitung melalui fungsi-fungsi majemuk yang rumit memang sudah menjadi paraktek yang berjalan lama sejak komputer masih berupa mesin raksasa yang hanya dijamah oleh orang yang ditugasi khusus.

Tetapi nyatanya popularitas komputer justru terjadi bukan karena kecanggihannya peranannya dalam hitungan numerik, melainkan dalam bidang-bidang yang menjamah lebih banyak kepentingan masyarakat. Barangkali saja pemanfaatan komputer untuk membantu belajar fisika bisa digali lebih dalam dengan memperhitungkan kemampuannya diluar sekedar hitung numerik.

Untuk mewujudkan ini telah dikembangkan suatu model pengajaran dengan bantuan komputer (CAI - Computer Assisted Instruction) yang dipelopori oleh Patrick Suppes (Oemar Hamalik: 1989: 18). Model CAI ini menggunakan komputer sebagai satu bagian integral, dengan kata lain sistem-sistem komputer dapat menyampaikan pengajaran secara langsung kepada peserta didik melalui cara berintegrasi dengan mata pelajaran yang diprogram kedalam sistem. Ada berbagai macam kemungkinan yang meliputi model-model mengajar sehingga komputer dapat memberikan kemudahan paling efektif, misalnya sebagai tutor, latihan dan praktek, menemukan, simulasi dan permainan.

Model tutorial, dalam model tutorial ini pola dasarnya mengikuti pengajaran berprogram tipe bercabang dimana informasi/mata pelajaran disajikan dalam unit-unit kecil, lalu disusul dengan pertanyaan. Respons subjek didik dianalisis oleh komputer (diperbandingkan dengan jawaban yang diintegrasikan oleh penulis program), dan umpan baliknya yang benar diberikan. Suatu jaringan kerja saluran saluran atau cabang-cabang yang rumitpun dapat diprogramkan. Berbagai alternatif dilengkapkan kepada komputer itu, dan berbagai tutorial yang bersifat adaptif disesuaikan kepada perbedaan-perbedaan individual.

Model praktek dan latihan. Dalam mempergunakan model

ini hendaknya semua konsep, peraturan atau prosedur terlebih dahulu sudah dipelajari oleh subjek didik. Program akan membimbing subjek didik melalui serangkaian contoh yang kemudian meningkat pada ketangkasan dan kelancaran dalam mempergunakan keterampilan. Prinsipnya adalah penguatan secara tetap terhadap seluruh jawaban subjek pendidik yang betul. Komputer dapat mempertunjukkannya dengan cukup sabar, hanya akan berubah bilamana tingkat kemahiran subjek pendidik sudah dipertunjukkan. Model latihan dan praktek ini sangat cocok untuk tujuan latihan pelajaran matematika, fisika, praktek menerjemahkan bahasa asing, latihan kosakata, dan lain-lain.

Model simulasi. Dengan model ini subjek pendidik dihadapkan kepada situasi kehidupan nyata. Misalnya komputer Hamurabi yang terkenal dapat memperagakan para pemeran dalam mengeluarkan peraturan-peraturan ekonomi bagi sebuah negeri agraria kecil pada zaman lampau. Contoh dalam situasi kehidupan moderen memperlihatkan perusahaan penerbangan yang mempergunakan simulasi-simulasi penampilan pesawat terbang berkomputer canggih sebagai bagian integral dalam melatih terbang para awak pesawatnya. Berbagai persoalan manajemen bisnis dan eksperimen-eksperimen laboratorium di lapangan ilmu pengetahuan fisika (misalnya simulasi reaktor nuklir, tumbukan elektron dan lain-lain) adalah contoh pelajaran terkenal lainnya untuk bahan simulasi komputer.

Model permainan. Kegiatan permainan dapat mengakibatkan unsur-unsur simulasi. Seperti halnya permainan bisa mengakibatkan unsur-unsur pengajaran, bergantung pada ada

tidaknya keterampilan yang dipraktekkan dalam permainan itu sebagai kegiatan akademis, dan hal itu berhubungan erat dengan tujuan instruksional khusus yang telah dirumuskan sebelumnya. Permainan yang bersifat hiburan seperti Star Wars, Battleship dan Blackjack sudah merupakan atraksi besar untuk para pembeli komputer keluarga dan anak-anak sekolah. Semuanya itu bisa melayani pelbagai tujuan yang berguna dalam megembangkan keterbacaan bahasa komputer dalam cara-cara menikmati acara yang disajikan oleh komputer. Tetapi, tujuan akhirnya adalah manfaat belajar dari komputer itulah yang harus diperhatikan. Para pendidik yang telah bereksperimen dalam mempergunakan komputer hendaknya menyebarkan pemakaiannya sebagai permainan hiburan dengan tujuan untuk melengkapi kegiatan belajar subjek pendidik. Bila dipergunakan dalam kegiatan-kegiatan pengajaran permainan, komputer akan dapat mendukung kerangka dalam belajar, subjek didik, terutama dalam hal melatih ulang.

Menurut Kasman Rukun (1989:9) fungsi komputer dalam pendidikan yaitu :

- a. Memperjelas dasar -dasar yang disajikan
- b. Menarik perhatian subjek didik
- c. Melatih subjek didik berfikir sistimatis
- d. Mempermudah pengertian terhadap bahan yang disajikan

Latuheru (1988:22) menyebutkan keunggulan lain penggunaan komputer pada pengajaran antara lain,

- a. Bekerja dengan komputer sebagai sesuatu yang baru bagi subjek didik, menimbulkan motivasi bagi mereka untuk menekuni materi yang disajikan
- b. ...
- c. Kecepatan dalam menanggapi respon subjek didik, justru merupakan sesuatu yang mengandung nilai-nilai penguatan.
- d. ...

Menurut Sastromijoyo (1988:166-167) komputer juga mempunyai kelebihan-kelebihan sebagai berikut :

1. Mampu mendorong subjek didik untuk mencoba hal-hal baru tanpa takut salah. Siswa yang salah di dalam menjawab pertanyaan dalam belajar dengan komputer tidak akan begitu tegang, dibandingkan jika ia salah kalau diberi pertanyaan oleh guru. Berbuat salah dalam belajar adalah biasa, tetapi konsekuensinya dirasakan berat oleh siswa yang menggunakan cara belajar tradisional.
2. Subjek didik dapat memperoleh balikan segera, sehingga ia dapat memutuskan untuk terus melanjutkan atau mengulang pelajaran.
3. Pembimbing dapat membimbing lebih banyak subjek didik yang memerlukan bantuan, karena subjek didik lainnya dapat belajar sendiri. Dengan demikian komputer dapat membantu meringankan beban tugas guru.
4. Bekerja dengan komputer menjadikan siswa lebih mandiri, karena lebih sedikit meminta bantuan.
5. Komputer dapat memberi petunjuk perbaikan lebih cepat dan tidak mengenal bosan, sehingga tidak akan menimbulkan permasalahan antar manusia.

Akhirnya dapat disimpulkan bahwa dengan beberapa kelebihannya, komputer dapat digunakan dalam bidang pendidikan yaitu sebagai media pendidikan dan sumber belajar. Penggunaan komputer di dalam pengajaran memudahkan subjek didik untuk memahami materi pelajaran, selain itu juga berfungsi untuk membangkitkan minat belajar mereka. Jika dihubungkan dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, penggunaan komputer dalam pendidikan dapat disamakan sebagai usaha pensejajaran kemajuan-kemajuan tersebut dengan kemajuan di bidang pendidikan.

2. Osilator Harmonik Linier

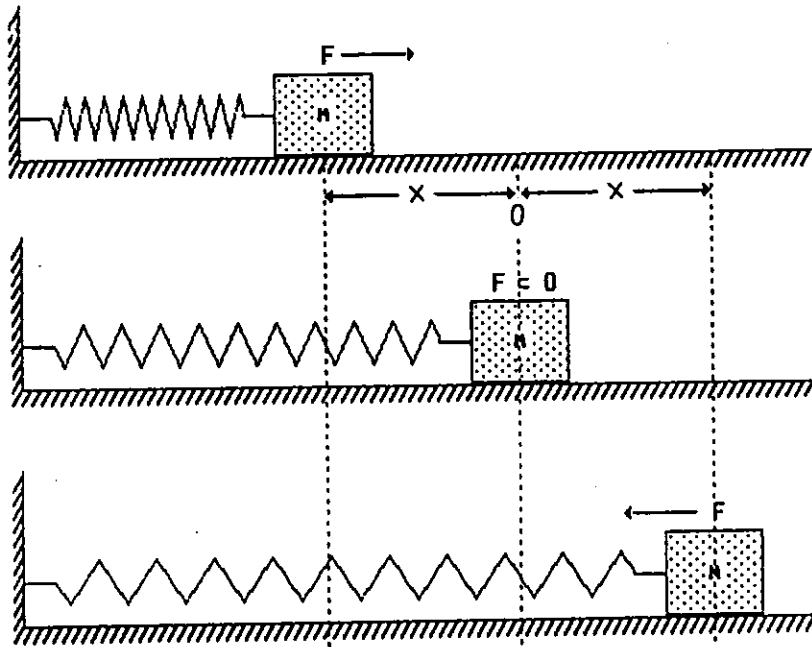
Suatu sistem yang bergetar di sekitar titik keseimbangan dan gaya yang bekerja pada sistem tersebut sebanding dengan jarak dari posisi seimbang, dikatakan sistem itu melakukan gerak harmonik linier. Sistem ini bisa terdiri dari benda yang terikat pada sebuah pegas, gerak ayunan bandul lonceng, roda keseimbangan arloji, gerak benda yang terapung di air, gerak molekul dwi atom, gerak atom dalam kisi kristal, gelombang elektromagnetik. Kalau kita perhatikan semua contoh itu melukiskan osilasi mekanik dan osilasi elektromagnetik ideal yang dapat digambarkan dengan persamaan matematika dasar yang sama dan sangat sederhana.

2.1 Tinjauan Secara Klasik

Kita ambil sebagai contoh (gambar 2.1) sebuah benda yang massanya m terikat pada sebuah pegas dengan konstanta k . Jika x adalah pergeseran benda tersebut dari kedudukan seimbang, maka gaya F yang bekerja pada benda itu adalah

$$F = -kx \quad (2.1)$$

Tanda minus (-) menunjuk bahwa arah gaya F berlawanan dengan arah pergeseran x .



Gambar 2.1 Gerak osilator harmonik linier. Arah gaya F bekerja pada benda yang massanya m diperlihatkan untuk masing-masing keadaan. Balok bebas bergerak di atas permukaan horizontal tanpa gesekan. x adalah perpindahan dari titik keseimbangan 0 .

Dari hukum Newton:

$$F = ma \tag{2.2}$$

diperoleh

$$-kx = m \frac{d^2x}{dt^2} \tag{2.3}$$

atau

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0 \tag{2.4}$$

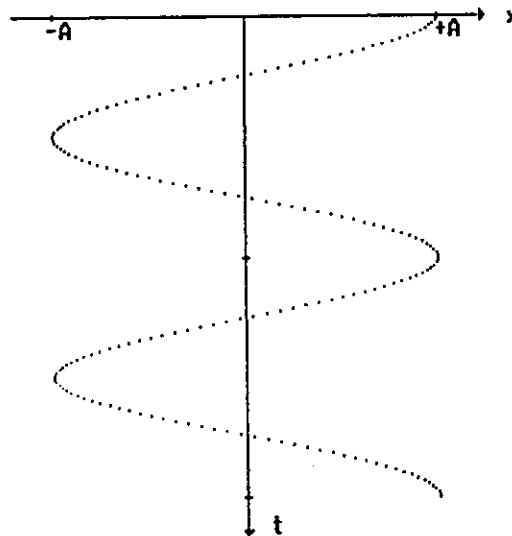
Jika ω besaran yang nilainya

$$\omega^2 = \frac{k}{m} \quad (2.5)$$

maka solusi umum persamaan (2.4) dapat ditulis sebagai

$$x(t) = A \cos(\omega t + \theta) \quad (2.6)$$

dengan A dan θ adalah tetapan yang bergantung pada syarat awal, misalnya posisi awal dan kecepatan awal. Untuk lebih jelasnya persamaan (2.6) dapat dilukis sebagai berikut:



Gambar 2.2 Kurva persamaan solusi osilator harmonik klasik dengan konstanta fase $\theta = 0$. A adalah simpangan x yang maksimum atau minimum (amplitudo). t waktu.

Dalam kasus ini untuk energi potensialnya pada posisi simpangan x diperoleh dari

$$V(x) = \int_0^x F(x)dx = \int_0^x (-kx)dx = \frac{1}{2}kx^2 \quad (2.7)$$

Jika p momentum benda maka energi kinetiknya adalah $K = \frac{p^2}{2m}$ sehingga energi total benda E pada pegas itu

$$E = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}kx^2 \quad (2.8)$$

Karena momentum dapat ditulis dalam bentuk $p = m \frac{dx}{dt}$ maka persamaan untuk energi total E dapat diubah menjadi

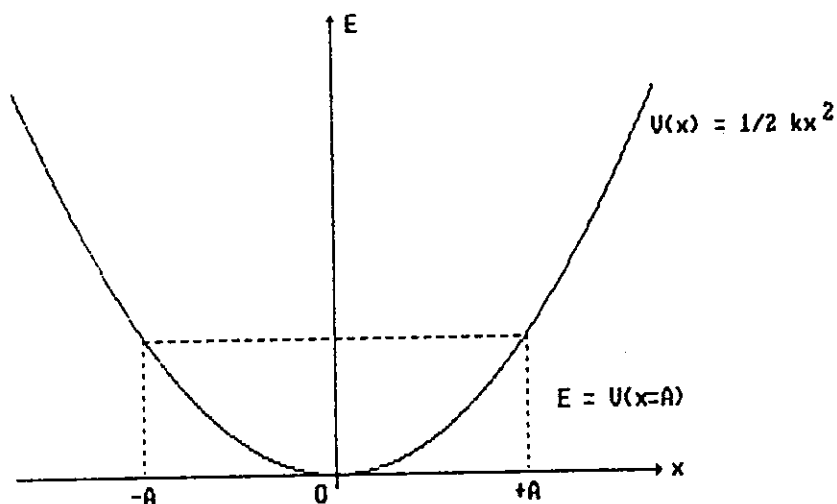
$$E = \frac{1}{2}m \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \frac{1}{2}kx^2 \quad (2.9)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.6) ke persamaan (2.9) energi total benda menjadi

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2} m \left[\frac{d}{dt} A \cos(\omega t + \theta) \right]^2 + \frac{1}{2} k \left[A \cos(\omega t + \theta) \right]^2 \\ &= \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t + \theta) + \frac{1}{2} k A^2 \cos^2(\omega t + \theta) \\ &= \frac{1}{2} k A^2 \left[\sin^2(\omega t + \theta) + \cos^2(\omega t + \theta) \right] \\ &= \frac{1}{2} k A^2 \end{aligned} \quad (2.10)$$

Dari solusi $x(t) = A \cos(\omega t + \theta)$ akan diperoleh simpangan maksimum $x_{\text{mak}} = A$ dan simpangan minimum $x_{\text{min}} = -A$, sehingga pada keadaan ini energi potensial $V(x)$ akan bernilai sama dengan energi total E. Dengan kata lain, energi total E itu merupakan energi potensial $V(x)$ pada

simpangan x yang maksimum atau minimum. Grafiknya dapat digambar sebagai berikut:



Gambar 2.3 Energi potensial osilator harmonik berbanding lurus dengan simpangan kuadrat, simpangan adalah pergeseran dari kedudukan seimbang 0. Amplitudo A dari gerak ditentukan oleh energi total E

Terlihat dari gambar 2.3 bahwa secara klasik energi total E dapat mempunyai harga berapa saja sepanjang sumbu energi total E atau bersifat malar (kontinyu).

2.2 Tinjauan Secara Kuantum

Persamaan gerak dalam mekanika kuantum untuk kasus stasioner, yaitu kasus dimana energinya tetap, dinyatakan dengan persamaan Schroedinger berikut:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\Psi}{dx^2} + V(x)\Psi = E\Psi \quad (2.11)$$

Persamaan (2.11) ini dikenal juga sebagai persamaan Schroedinger bebas waktu atau persamaan nilai eigen energi.

Sistem yang kita tinjau adalah osilator harmonik dengan energi potensial

$$V(x) = \frac{1}{2}kx^2 \quad (2.12)$$

Kalau persamaan (2.12) disubstitusikan ke persamaan (2.11) maka diperoleh:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{1}{2}kx^2\Psi = E\Psi$$

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \left[\frac{2mE}{\hbar^2} - \frac{kmx^2}{\hbar^2} \right] \Psi = 0 \quad (2.13)$$

Untuk menyederhanakan persamaan (2.13), dengan cara sebagai berikut: kita ambil energi dalam satuan $\frac{1}{2}\hbar\omega$ sehingga

$$E = \frac{1}{2}\alpha\hbar\omega \quad (2.14)$$

dimana α adalah variabel yang menyatakan terkuantisasinya energi dalam satuan $1/2 \hbar\omega$. Secara klasik, sesuai persamaan (2.10) dan (2.5),

$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

$$= \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \quad (2.15)$$

untuk energi yang sama diambil harga α tetap, yaitu $\alpha = 1$ sehingga dari persamaan (2.14) dan (2.15) diperoleh

$$\frac{1}{2} \hbar\omega = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2$$

jadi
$$A = \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega}} \quad (2.16)$$

Seperti terlihat pada gambar 2.3, dapat disimpulkan bahwa amplitudo berubah sepanjang sumbu x , ini dapat ditulis dalam bentuk:

$$\begin{aligned} x &= A\xi, \text{ dengan } \xi \text{ adalah variabel perubahan } x \\ &= \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega}} \xi \end{aligned} \quad (2.17)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.14) dan persamaan (2.17) ke persamaan (2.13) diperoleh

$$\frac{d^2\Psi}{d\xi^2} + (\alpha - \xi^2)\Psi = 0 \quad (2.18)$$

Dengan mengambil solusi

$$\psi = U(\xi).V(\xi) \quad (2.19)$$

dimana $U(\xi)$ sifat di tempat dekat, adalah $= \phi(\xi)$, dan $V(\xi)$ sifat di tempat jauh adalah $= e^{-\xi^2/2}$.

Maka:

$$\psi = \phi(\xi).e^{-\xi^2/2} \quad (2.20)$$

Melalui penurunan matematika diperoleh $\alpha = 2n+1$, dengan n adalah bilangan bulat dengan nilai 0, 1, 2, 3, ..., sehingga persamaan (2.18) dapat ditulis sebagai

$$\phi''(\xi) - 2\xi\phi'(\xi) + 2n\phi(\xi) = 0 \quad (2.21)$$

Persamaan (2.21) inilah yang disebut persamaan diferensial Hermite, dan solusi persamaan ini dinamakan polinom Hermite yang bentuknya

$$\phi_n(\xi) = (-1)^n e^{\xi^2} \frac{d^n}{d\xi^n}(e^{-\xi^2}) \quad (2.22)$$

Dari solusi polinom Hermite untuk nilai n yang berbeda diperoleh nilai fungsi ϕ yang berbeda, akibatnya dari persamaan (2.20) dan (2.22) didapat solusi persamaan (2.18), yaitu

$$\Psi_n = A_n \phi_n(\xi) \cdot e^{-\xi^2/2} \quad (2.23)$$

Dengan menormalisasi Ψ_n akan diperoleh:

$$A_n = \frac{1}{\sqrt{2^n n! \sqrt{\pi}}} \quad (2.24)$$

sehingga ψ_n dapat dituliskan dalam bentuk

$$\Psi_n(x) = \frac{1}{\sqrt{2^n n! \sqrt{\pi}}} H_n(x) e^{-x^2/2} \quad (2.25)$$

dimana $H_n(x) = \phi_n(\xi)$ dan $\Psi_n(x)$ adalah fungsi eigen energi. Kuadrat harga mutlak fungsi eigen energi ini merupakan kebolehjadian rata-rata untuk menemukan titik massa suatu benda pada posisi antara x dan dx .

Pengertian penting lainnya adalah kebolehjadian kuantum, pada kasus $n \gg$ nilai polinom Hermitenya adalah:

$$H_n(x) \approx \frac{2^{n+1} (n/2 e)^{n/2}}{\sqrt{2 \cos x}} e^{nx^2} \cos((2n+1/2)x - n\pi/2) \quad (2.26)$$

Sehingga



$$\begin{aligned}
|\Psi_n|^2 &= \left[\frac{1}{\sqrt{2^n n!} \sqrt{\pi}} H_n e^{-x^2/2} \right]^2 \\
&= \frac{1}{2^n n! \sqrt{\pi}} e^{-x^2} (H_n)^2 \\
&\approx \frac{2}{\pi \sqrt{2n-x^2}} \cos^2 \left[(2n+1/2) \frac{x}{\sqrt{2n}} - \frac{n\pi}{2} \right] \\
&= \frac{1}{\pi \sqrt{A^2 - x^2}} \quad , \text{ untuk } 2n \sim A^2
\end{aligned}
\tag{2.28}$$

2.2.1 Analogi Klasik

Secara klasik kita pun dapat menentukan kebolehjadian menemukan benda adalah

$$P(x)dx = \frac{2dt}{T} \tag{2.29}$$

Dimana $T = 2\pi/\omega$ adalah perioda osilasi dan dt selang waktu menemukan benda dalam selang dx sepanjang perioda osilasinya. Untuk menentukan dt kita tulis lagi persamaan (2.6) dengan mengambil syarat awal $\theta = -90$, yaitu

$$x = A \cos(\omega t - 90) = A \sin(\omega t) \tag{2.30}$$

Sehingga

$$dt = \frac{dx}{A\omega \cos(\omega t)} \tag{2.31}$$

3. Rangkaian Pengganti Pada Arus Searah dan Arus Transien Pada Rangkaian RC

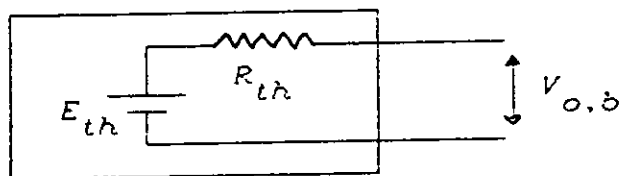
3.1 Rangkaian pengganti pada arus searah

Untuk memudahkan kita dalam mempelajari rangkaian elektronik dan peristiwa alih tegangan, alih arus, alih daya antara satu rangkaian elektronik dengan rangkaian elektronik lainnya tanpa mengetahui rangkaian didalamnya digunakan pengertian rangkaian setara.

Pada umumnya ada dua macam rangkaian setara yang biasa digunakan dalam mempelajari rangkaian elektronik yaitu: rangkain setara Thevenin dan rangkaian setara Norton.

a. Rangkaian setara Thevenin:

Diturunkan dari dalil Thevenin yang berbunyi: Tiap jaringan berterminal dua yang terdiri dari beberapa resistor dan beberapa sumber dapat diganti dengan rangkaian setara yang terdiri dari sebuah sumber dan sebuah resistor dihubung seri dengan sumber tersebut. Agar lebih jelas dapat dilihat gambar berikut:



alat elektronik

Gambar 2.5 Rangkaian setara Thevenin untuk suatu alat elektronik

E_{th} :- Merupakan sumber tegangan tetap, yaitu sumber yang takakan turun harganya walau diberi beban arus berapa juga besarnya.

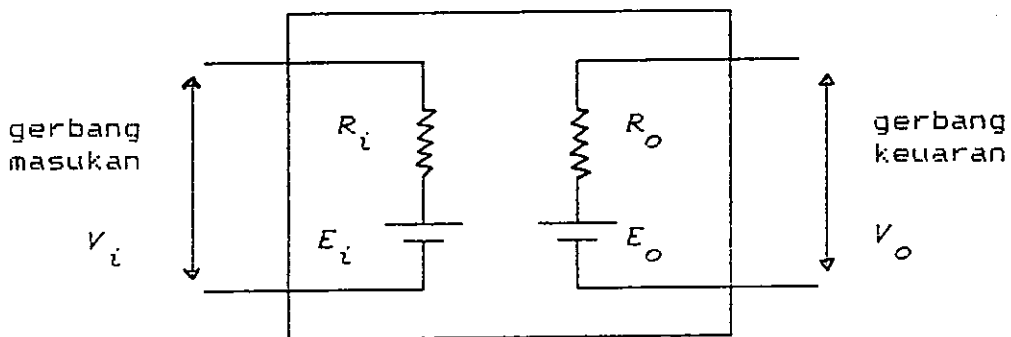
- Merupakan sumber tegangan setara, bukan suatu

sumber yang benar-benar ada di dalam rangkaian

R_{th} : Merupakan tahanan *Thevenin* untuk keuaran, karena alat tersebut mempunyai satu gerbang keluaran

$V_{o,b}$: Merupakan tegangan keuaran dalam keadaan terbuka (belum dipasang beban)

Jika alat elektronik mempunyai dua gerbang yaitu gerbang keluaran dan gerbang masukan, R_{th} untuk masukan disebut R_i dan untuk keuaran R_o seperti gambar:



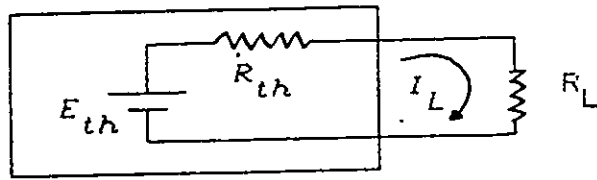
Gambar 2.6 Rangkaian setara *Thevenin* untuk rangkaian dengan dua gerbang

E_i dan E_o merupakan sumber tegangan masukan dan keluaran tetap *tevenin*, R_i dan R_o adalah tahanan *Thevenin* masukan dan keluaran, V_i dan V_o tegangan masukan dan tegangan keluaran dalam keadaan terbuka (tanpabeban).

Rangkaian *Thevenin* dapat digunakan sebagai rangkaian setara misalnya untuk:

batere, sumber tegangan PLN, catu daya, pembangkit isyarat, penguat dilihat dari keluarannya dan sebagainya.

Seanjutnya alat elektronik di atas dihubungkan dengan suatu beban R_L sehingga ditarik arus I_L , perhatikan gambar berikut:



alat elektronik

Gambar 2.7 Rangkaian setara Thevenin untuk suatu alat elektronik dihubungkan dengan beban

Tegangan keuaran dapat dirumuskan:

$$V_o = E_{th} - I_L R_{th}$$

jika rangkaian dalam keadaan terbuka $I_L = 0$, sehingga

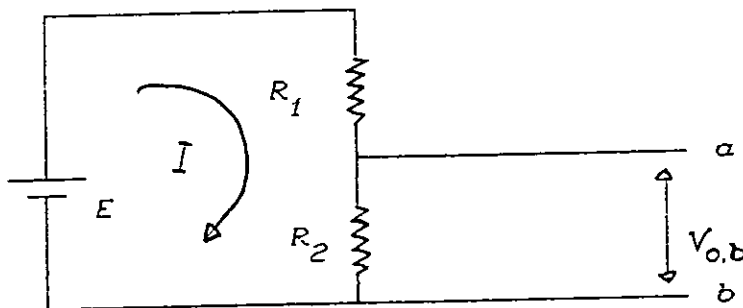
$$V_o = E_{th} = V_{o,b}$$

jadi dapat disimpulkan

$$V_o = E_{th} - I_L R_{th} < V_{o,b}$$

jatuh teegangan terjadi para R_{th} , sebesar $I_L R_{th}$. Kalau suatu rangkaian dengan hambatan thevenin keluaran yang besar mudah terbebani. Jadi untuk sumber tegangan tetap harus mempunyai tegangan thevenin keuaran kecil atau $= 0$, sehingga jika ditarik arus beban berapapun besarnya tegangan keluaran tidak akan jauh.

Perhatikan rangkaian pembagi tegangan berikut:



Gambar 2.8 rangkaian pembagi tegangan

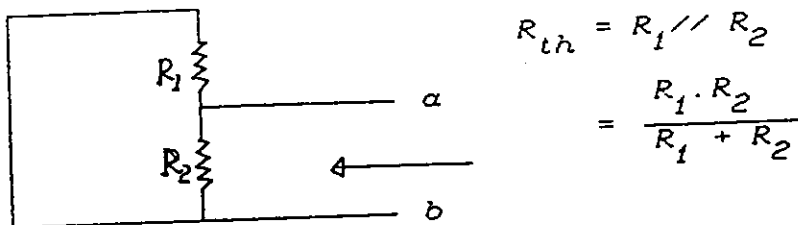
Untuk menentukan R_{th} dan E_{th} dilakukan langkah-langkah berikut:

Untuk E_{th} , rangkaian dalam keadaan terbuka:

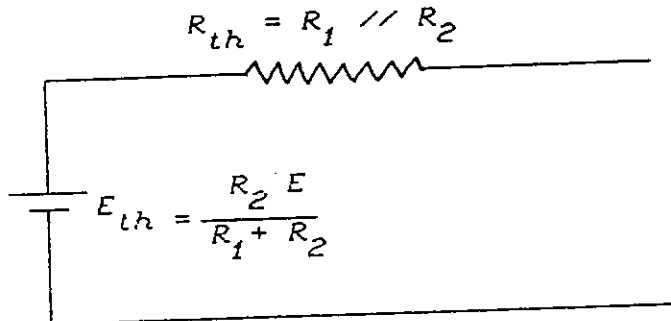
$$E_{th} = V_{o,b} = I R_2 \text{ dan } I = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot E$$

Untuk R_{th} , rangkaian terhubung singkat dan dipandang dari keuaran (titik ab):

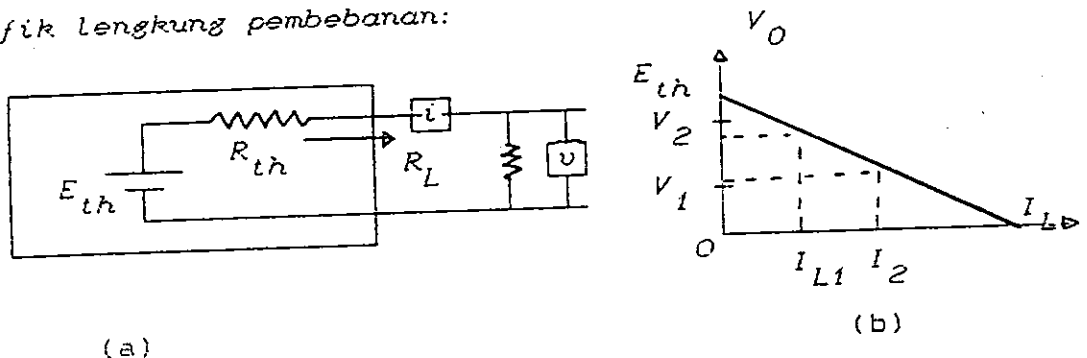


Gambar 2.9 Rangkaian pembagi tegangan sumber terhubung singkat diperoleh:



Gambar 2.10 Rangkaian setara Thevenin

Menentukan R_{th} dan E_{th} dengan pengukuran dan dibuat grafik lengkung pembebanan:



Gambar 2.11 (a). Rangkaian setara Thevenin dengan beban (b). Lengkung pembebanan

Dengan mengubah R_L tentu arus I_L akan berubah pula. Untuk tiap perubahan arus tegangan keluaran diukur dan dibuat grafiknya seperti gambar 2.11. Persamaan grafiknya seperti berikut:

$$V_o = E_{th} - I_L R_{th}$$

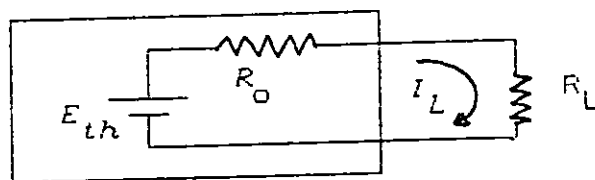
kemiringan pada grafik lengkung pembebanan

$$\Delta V_o / \Delta I_L = R_o$$

dan titik potong saat arus = 0 di titik $V_o = E_{th}$

b. Rangkaian setara Norton:

Suatu piranti atau rangkaian dengan hambatan keluaran yang amat besar berperilaku seperti suatu sumber arus tetap, yakni suatu piranti yang menghasilkan arus keluaran yang tak tergantung pada hambatan beban yang dipasang. Ini ditunjuk pada gambar berikut ini.



alat elektronik

Gambar 2.12 Sumber arus tetap

Jika $R_o \gg R_L$, maka

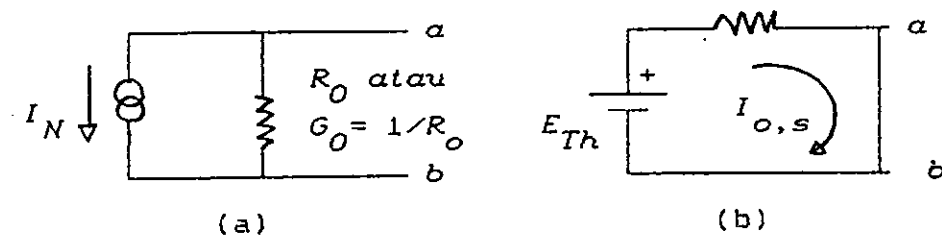
$$I_L = \frac{E_{th}}{(R_o + R_L)} = \frac{E_{th}}{R_o}$$

Akibatnya untuk setiap nilai R_L , asalkan $R_o \gg R_L$, akan kita dapatkan arus I_L yang boleh dikata tetap. Memang V_o akan berubah dengan nilai R_L oleh karena $V_o = I_L R_L$.

Suatu sumber arus tetap mempunyai $R_o =$

Beberapa peralatan yang bersifat sebagai sumber arus

misalnya tabung Geiger, tabung foto, antena radio, keluaran transistor, dsb. Rangkaian yang mempunyai sumber arus tetap dapat diganti dengan rangkaian setara Norton. Rangkaian setara Norton yang keluarannya dihubungkan singkatkan tentu seluruh arus akan mengalir melalui keluaran, arus ini akan sama dengan arus yang mengalir bila keluaran rangkaian setara Thevenin dihubungkan singkatkan, seperti gambar berikut:



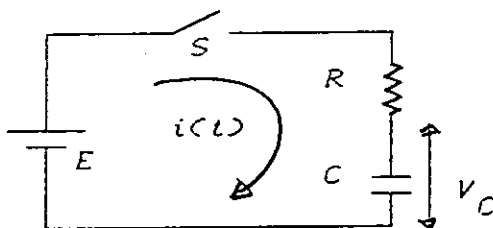
Gambar 2.13 (a). Rangkaian setara Norton
(b). Rangkaian setara Thevenin

Kalau rangkaian Thevenin keluaran ab dihubungkan singkatkan

$$I_{o,s} = \frac{E_{th}}{R_o} = I_N$$

$I_{o,s}$ adalah arus keluaran jika hubung singkat.

3.2 Arus transien pada rangkaian RC



Pada rangkaian sebelah setelah saklar S ditutup, maka arus $i(t)$ akan mengalir. Setelah selang

waktu tertentu arus $i(t)$ akan berhenti mengalir. Oleh sebab itu arus ini disebut arus transien, yaitu arus yang hanya timbul sebentar.

Arus transien ini tak lain adalah arus pengisian

kapasitor. Pada saat $t = 0$, yaitu tepat setelah saklar S ditutup kapasitor C belum terisi muatan listrik sehingga beda tegangan pada kapasitor, yaitu $V_C = 0$ V, akibatnya antara kedua ujung resistor R ada beda tegangan E, sehingga arus pada saat $t = 0$ adalah :

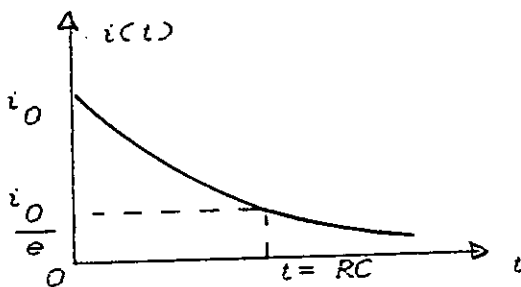
$$i(t=0) = E/R$$

Selanjutnya muatan kapasitor akan bertambah sehingga tegangan pada kapasitor, yaitu V_C akan tumbuh, dan tegangan pada resistor R akan berkurang, yaitu menjadi $E - V_C(t)$. Dengan demikian arus $i(t)$ juga akan berkurang.

Perubahan arus $i(t)$ terhadap waktu mengikuti fungsi eksponensial, yaitu :

$$\frac{E e^{-t/RC}}{R}$$

Secara grafik bentuk fungsi arus $i(t)$ terhadap waktu adalah pada gambar :

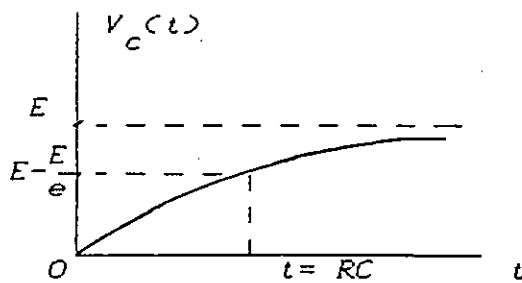


Pada saat $t = RC$ setelah saklar ditutup arus $i(t) = 1/e E/R = 1/e i(t=0)$. Nilai RC disebut tetapan waktu.

Beda tegangan pada resistor R adalah $V_R(t) = i(t)R = E/R e^{-t/RC} R = E e^{-t/RC}$. Akibatnya tegangan pada kapasitor berubah terhadap waktu sebagai :

$$V_C(t) = E - V_R(t) = E (1 - e^{-t/RC})$$

Bentuk fungsi diatas pada gambar berikut :



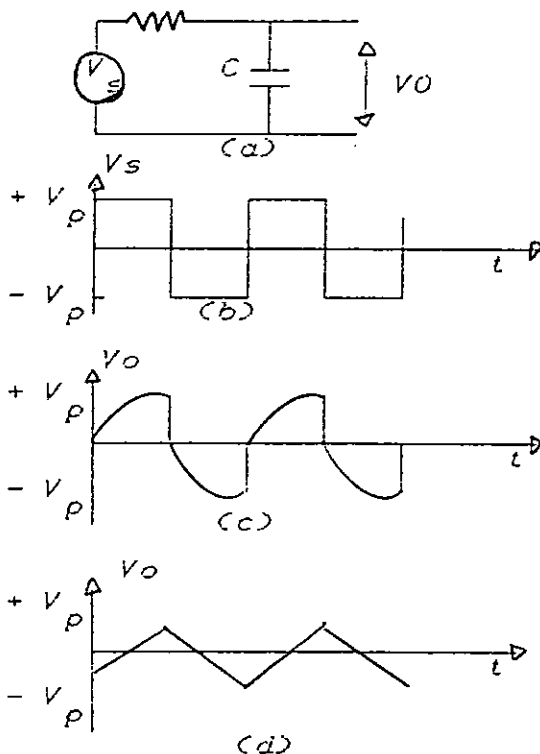
Tampak bahwa pada saat $t = RC$ (tetapan waktu) tegangan kapasitor telah berubah menjadi :

$$V_c(t - RC) = E (1 - 1/e)$$

Untuk nilai RC yang lebih besar muatan tegangan kapasitor $V_c(t)$ makin pelan naiknya. Secara fisis dapatlah dipahami sebagai berikut. Jika hambatan R besar maka arus E/R pengisi kapasitor, yaitu $V_R(t)/R$ kecil, sehingga kapasitor memerlukan waktu lama untuk terisi penuh ini sejalan dengan aliran air yang kecil. Jika kapasitansi C besar, berarti daya tampung muatan besar, sehingga perlu waktu lama untuk mengisinya hingga penuh.

Rangkaian pengintegral RC

Perhatikan rangkaian gambar berikut ini:



Misalkan isyarat $V_s(t)$ berupa isyarat persegi seperti pada gambar a. Pada waktu V_i berubah menjadi V_p kapasitor C diisi muatan melalui R , dengan tetapan waktu $t = RC$. Untuk $t = RC \ll T/2$ maka kapasitor segera terisi penuh sebelum $T/2$, sehingga V_o dengan cepat mencapai V_p , seperti pada gambar b. Jika tetapan

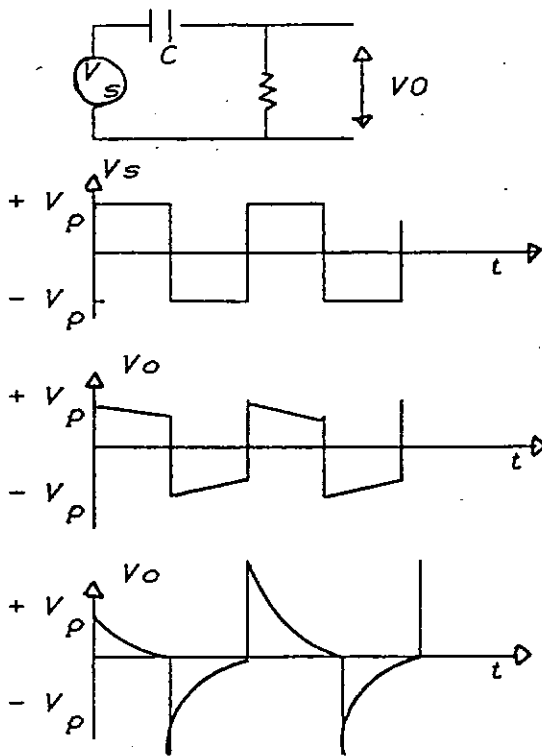
waktu $t = RC \gg T/2$, maka sewaktu $V_o \ll V_p$ $V_i(t)$ sudah berubah tanda, sehingga V_o akan turun, seperti pada gambar c. Jelaslah bahwa untuk tetapan waktu $RC \gg T/2$ bentuk tegangan keluaran $V_o(t)$ adalah mirip dengan integral dari $V_i(t)$. Oleh karena itu rangkaian RC seperti di atas disebut rangkaian pengintegral.

Rangkaian pengintegral banyak digunakan untuk meratakan isyarat dc, untuk membuat bentuk isyarat segitiga, dan sebagainya. Seringkali nilai R dan kapasitansi C bukanlah dari komponen-komponen yang sengaja dipasang, namun berupa hambatan keluaran R_o , dan kapasitansi masukan C_i .

Rangkaian untuk isyarat bentuk sinusoida rangkaian yang sama seperti di atas berpungsi untuk meneruskan isyarat dengan frekuensi di bawah $1/RC$. Rangkaian RC di atas dalam fungsi ini disebut tapis lolos rendah.

Rangkaian Pendiferensial RC.

Rangkaian RC pada gambar berikut dikenal sebagai rangkaian pendiferensial. Untuk memahami ini marilah kita periksa bentuk keluaran berbagai nilai RC apabila masukan kita beri isyarat masukan berbentuk persegi.



$V_o = V_s(t) - V_c = i(t) R$. Pada saat $t = 0$ $V_c(t) = 0$ maka $V_o = V_s(t)$, beberapa lama kemudian $V_c(t)$ akan mencapai V_p , sehingga jika ini terjadi $V_o(t) = 0$. Untuk tetapan waktu $RC \ll T/2$ kita dapatkan bentuk seperti gambar c. Bentuk ini mirip dengan diferensial dari $V_i(t)$, sehingga rangkaian RC di atas disebut rangkaian pendiferensial RC. Untuk

nilai $RC \gg T/2$ bentuk isyarat keluaran adalah seperti gambar d. Jelaslah bahwa untuk diferensial hanya terjadi apabila $RC \ll T/2$. Peristiwa diferensiasi isyarat juga terjadi jika C adalah suatu kapasitor penggandeng, dan R adalah hambatan masukan R_i .

Untuk isyarat sinusoida rangkaian pendiferensial berlaku sebagai tapis yang meneruskan isyarat dengan frekuensi di atas $1/RC$. Dalam fungsi ini rangkaian di atas disebut tapis lolos tinggi.

BAB III

BAHAN DAN METODE

1. Bahan

Karena penelitian ini berupa pembuatan media dengan komputer mikro, bahan yang diperlukan:

- a. Komputer mikro
- b. Sofwere: Turbo Pascal
- c. Disket

2. Metode

Materi perkuliahan diprogram model CAI - Computer Assisted Instruction. Artinya materi pengajaran diprogram sehingga komputer sebagai bagian integral dari proses belajar mengajar, sehingga sistem-sistem komputer dapat menyampaikan pengajaran kepada peserta didik melalui cara berinteraksi dengan mata pelajaran yang diprogram kedalam sistem.

Untuk mewujudkan ini telah dibuat program komputer untuk pokok bahasa: " *Osilator harmonik linier seperti: Polinom Hermit, kurva fungsi eigen, kurva kebolehjadian untuk masing-masing status, kurva kebolehjadian pada tingkatan energi yang berbeda dapat ditampilkan dalam waktu singkat. Dapat ditampilkan pulaperbandingan makna kebolehjadian kuantum dengan kebolehjadian menurut faham kllasik. Rangkaian pengganti pada arus searah: setara Thevenin, setara Norton. Arus transien pada rangkaian RC: pengisian dan pengosongan kapasitor, rangkaian pendeferensial dan integral*".