

**STUDI TENTANG
KOPLING ELEKTROMAGNETIK UNTUK PENSAKLARAN
DENGAN RIAK KECIL FREKUENSI RENDAH
PADA KONVERTOR CUK**

DISERTASI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor Bidang Ilmu
Teknik Program Studi Teknik Elektro

Disusun oleh

Herawati Ys

8405032028



**PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS INDONESIA
2011**

LEMBAR PERSETUJUAN

**STUDI TENTANG
KOPLING ELEKTROMAGNETIK UNTUK PENSAKLARAN
DENGAN RIAK KECIL FREKUENSI RENDAH
PADA KONVERTOR CUK**

Disusun oleh :

Herawati Ys

8405032028

Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Indonesia

Depok, Januari 2011

Ko Promotor,

Promotor,

Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa, MK,MT
NIP. 19610507198903 1 004

Prof. Dr. Ir. Eko Tjipto Rahardjo, Msc
NIP. 19580422198203 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Bersama ini,

Nama : Herawati Ys
Nomor Mahasiswa : 8405032028

Mahasiswa Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik
Elektro Universitas Indonesia,

MENYATAKAN

Bahwa Disertasi yang saya buat ini adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang disebutkan sumbernya sebagai acuan.

Depok, Januari 2011

Herawati Ys
8405032028

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penulisan Disertasi ini penulis bersyukur kepada ALLAH atas karunia-NYA dan penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

Prof. Dr. Ir. Eko Tjipto Rahardjo, M.Sc
Promotor

Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa, MK, MT
Ko Promotor

Sebagai Pembimbing Disertasi pada Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Indonesia, yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, diskusi dan bimbingan sehingga Disertasi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Depok, Januari 2011

Herawati Ys
8405032028

HALAMAN PENGESAHAN


Desertasi ini diajukan oleh :
Nama : Herawati YS
NPM : 8405032028
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Disertasi : STUDI TENTANG KOPLING ELEKTROMAGNETIC
UNTUK PENSAKLARAN DENGAN RIAK KECIL
FREKUENSI RENDAH PADA KONVERTOR CUK.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Doktor Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.


DEWAN PENGUJI

Promotor : Prof.Dr.Ir. Eko Tjipto Rahardjo, Msc. 

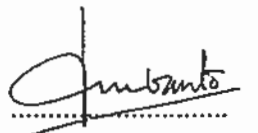
Ko Promotor : Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa MK, MT. 

Penguji : Prof. Dr. Ir. Rudy Setyabudi, DEA. 

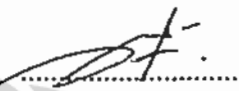
Penguji : Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo.



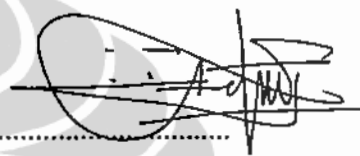
Penguji : Dr. Setyo Purwanto, M.Eng.



Penguji : Dr. Ir. Feri Yusivar, M.Eng.

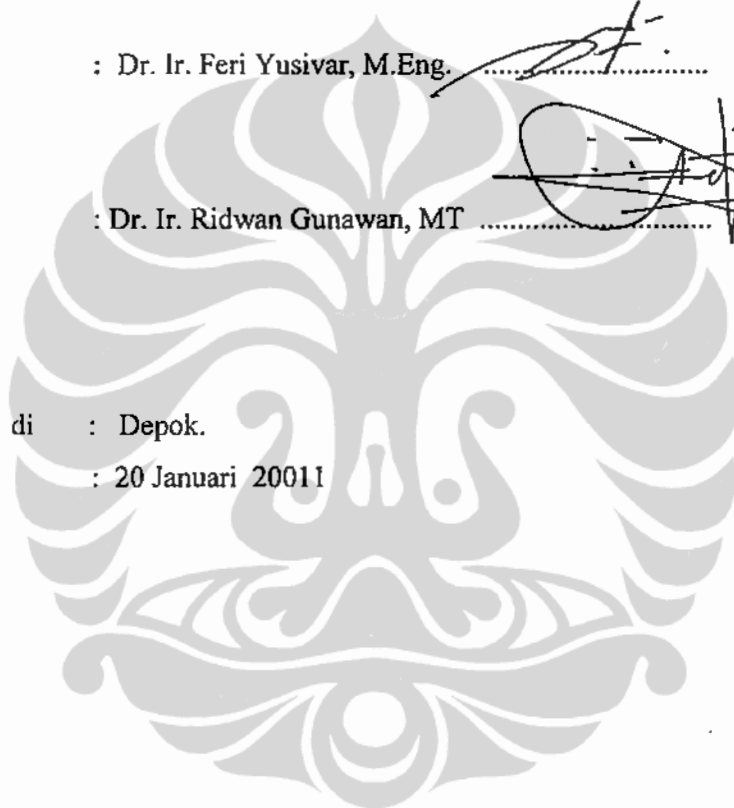


Penguji : Dr. Ir. Ridwan Gunawan, MT



Ditetapkan di : Depok.

Tanggal : 20 Januari 2011



**STUDI KOPLING
ELEKTROMAGNETIK GYRATOR KAPASITOR
KONVERTOR CUK UNTUK MEMPERKECIL
RIAK ARUS KELUARAN**

ABSTRAK

Sebenarnya, Gyrator kapasitor hampir menyerupai dengan transformator konvensional mempunyai inti magnet permanen dengan permeabilitas tinggi dan diberi celah udara.

Konvertor Cuk sebelum modifikasi mempunyai riak arus keluaran lebih dari 30 %, pada saat tanpa beban. Saat ini konvertor Cuk menggunakan metoda *soft switching* dengan komponen aktif seperti IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*), GTO (*Gate Turn Off*). Thyristor sebagai *switching* dengan metoda PWM (*Pulse Wave Modulation*) sampai menjadi 6 %.

Hasil penelitian ini diperoleh dengan menggunakan empat inti magnet tipe E berbahan ferit, berpemeabilitas tinggi, dengan enam celah udara, disertai puntiran konduktor, sehingga mampu meredam riak arus keluaran ketika dibebani R,L dan C

Hasil studi tentang kopling elektromagnetik dengan metoda pendekatan rangkaian magnet, sampai efisiensi 99,4 %, meninggikan magnetomotans dan arus, meredam riak arus 0,36 %. Pemodelan inti magnet tipe E yang terbaik diperoleh pada model I, dengan tiga konduktor puntir beradius $1,6 \cdot 10^{-3}$ mm. Dengan konfigurasi model riak arus keluaran mampu direduksi sampai menjadi 0,036 %.

Kata kunci : Gyrator kapasitor, *switching*, kopling, mengecilkan riak arus.

**A STUDY OF
AN ELECTROMAGNETIC COUPLING SWITCHED
GYRATOR CAPACITOR CUK CONVERTER TO REDUCE
OUTPUT RIPPLE CURRENT**

ABSTRACT

Principally, the Gyrator capacitor in the Cuk converter has a similar construction with an ordinary transformer having a permanent magnet's core with high permeability and with an air gaps.

An ordinary Cuk converter has an output ripple current more than 30 %, at no load condition. Nowadays the Cuk converter's use soft switching methods with an active components such as IGBT (insulated Gate Bipolar Transistor), GTO (Gate Turn Off) Thyristors for switching or by using PWM (Pulse Wave Modulation) to reduce the ripple current to 6 %.

In this research, the Gyrator capacitor consist of four magnet core type E with 6 air gaps. magnet cores materials of Ferrite having high permeability and twisted conductor winding are being used to reduce the output ripple current for a R, L,C load.

The study result about the electromagnetic coupling with the approached magnetic circuit method shows an efficiency 99.4%, the best model of magnetic core is the type E was obtained by the model 1, with three twisted conductor's of with radius of 1.6×10^{-3} m. By using this configuration, the model enables to reduce output ripple current to 0.036%.

Keywords: Capacitor-Gyrator, Switching, Coupling, Reduce the ripple current.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
UCAPAN TERIMAKASIH	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR ISTILAH/SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Keterbaruan	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Metoda	4
1.6 Diagram Alir Penelitian	5
BAB II PENURUNAN RIAK ARUS KELUARAN DENGAN KOPLING ELEKTROMAGNETIK	6
2.1 Konverter Penaik Tegangan	6
2.2 Peredam Riak Arus Keluaran dan Gyrator sebagai Pemodelan Magnet dalam PSpice	9
2.3 Gyrator	10
2.4 Bahan Magnet Sebagai Filter	13
2.4.1 Bahan Magnet	13
2.4.2 Magnetomotans	15
2.4.3 Induktans Sendiri dan Bersama	16
2.4.4 Struktur Rangkaian Ekuivalen Gyrator Kapasitor untuk Menghasilkan Efisiensi Tinggi	17
2.5 Kopling Elektromagnetik	19
BAB III STUDI TENTANG KOPLING ELEKTROMAGNETIK UNTUK PENSAKLARAN RIAK KECIL FREKUENSI RENDAH PADA KONVERTOR CUK	21
3.1 Motivasi	21
3.2 Pemodelan Gyrator Kapasitor dengan Inti Magnet Tipe E	22
3.2.1 Pemodelan Dua Inti Magnet Tipe E dengan Tiga Celah Udara Meredam Riak Arus Keluaran dengan Beban RLC Paralel	22

3.2.2	Pemodelan Empat Inti Magnet Tipe E dengan Enam Celah Udara untuk Meredam Riak Arus Keluaran dengan Beban RLC Paralel	23
3.2.3	Gyrator Kapasitor Model Empat Buah Inti Magnet Tipe E dengan Enam Celah Udara	24
3.2.4	Perhitungan Parameter Reluktans, Kapasitans dan Induktans pada Inti Magnet dan Celah Udara	26
3.3	Pemodelan Matematika Konverter Cuk dengan Gyrator Kapasitor Meredam Riak Arus Keluaran	31
3.3.1	Saat Saklar Padam $V_G = \text{padam} \rightarrow S = 0$	31
3.3.2	Keadaan Gyrator Kapasitor Kontinyu Setelah Kondisi Mula	35
BAB IV ANALISA SIMULASI PEMODELAN DAN PENGUJIAN		41
ALAT		
4.1	Simulasi Pemodelan	41
4.1.1	Simulasi Dua Inti Magnet tipe E dengan Tiga Celah Udara dan Empat Inti Magnet Tipe E dengan Enam Celah Udara	41
4.1.1.1	Langkah Perhitungan dan Pengujian	42
4.1.1.1.1	Rangkaian Ekuivalen Modifikasi Konverter Cuk dengan Tiga Konduktor yang Dipuntir untuk $r_1 = r_2 = 4.10^{-4}$ m	43
4.1.1.1.2	Rangkaian Ekuivalen Modifikasi Konverter Cuk dengan Tiga Konduktor yang Dipuntir untuk $r_1 = r_2 = 8.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 16.10^{-4}$ m	44
4.1.2	Perhitungan Efisiensi dan Nilai dari Rasio Inti Magnet	44
4.1.2.1	Perhitungan Efisiensi Setelah Rangkaian Ekuivalen konduktor Transformator dipuntir dan Kerapatan Fluks Magnet untuk $r_1 = r_2 = 4.10^{-4}$ m	44
4.1.2.2	Nilai dari Rasio Inti Magnet dimana Rangkaian Ekuivalen Konduktor Setelah Dipuntir untuk $r_1 = r_2 = 8.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 16.10^{-4}$ m	45
4.1.3	Menguji dan Menganalisa Simulasi dengan Konverter Dua Inti Tipe E dengan Tiga Celah Udara Berbeban R, L, C, RL, RC dan RLC.	46
4.2	Langkah Perhitungan dan Pengujian	49
4.2.1	Perhitungan Efisiensi sebelum Rangkaian Ekuivalen	51
4.2.1.1	Perhitungan Efisiensi sebelum Rangkaian Ekuivalen Transformator Kawat Belitan Tiga Kumparan di puntir untuk $r_1 = r_2 = r_3 = 2,25.10^{-4}$ m	51
4.2.1.2	Perhitungan Efisiensi Sebelum Rangkaian Ekuivalen Transformator Kawat Belitan Tiga Kumparan Dipuntir untuk $r_1 = r_2 = r_3 = 4,50.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = r_3 = 6,75.10^{-4}$ m	53

4.2.2	Perhitungan Efisiensi setelah Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet pada Konverter Cuk	54
4.3	Kopling Elektromagnetik untuk Mengakumulasikan Magnetomotans	56
4.3.1	Perhitungan Efisiensi sebelum Rangkaian Ekuivalen Inti magnet Dimodifikasi	56
4.3.1.1	Perhitungan Efisiensi Sebelum Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet dimodifikasi untuk $r_1 = r_2 = 4.10^{-4}$ m	56
4.3.1.2	Perhitungan Efisiensi sebelum Rangkaian Ekuivalen Inti magnet Dimodifikasi untuk $r_1 = r_2 = 8.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 16.10^{-4}$ m	57
4.3.2	Perhitungan Efisiensi setelah Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet dimodifikasi	58
4.3.2.1	Perhitungan Efisiensi setelah Rangkaian Ekuivalen Inti magnet dimodifikasi untuk jari-jari konduktor $r_1 = r_2 = 4.10^{-4}$ m., untuk Dua Inti magnet dengan Tiga Celah Udara	58
4.3.2.2	Perhitungan Rasio setelah Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet dimodifikasi untuk $r_1 = r_2 = 8.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 16.10^{-4}$ m	59
4.3.3	Perhitungan Efisiensi Setelah Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet dimodifikasi untuk $r_1 = r_2 = 4,50.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 6,75.10^{-4}$ m	60
4.3.4	Perhitungan Efisiensi Setelah Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet di modifikasi untuk jari-jari konduktor $r_1 = r_2 = 4,50.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 6,75.10^{-4}$ m, untuk Dua Inti Magnet dengan Tiga Celah Udara.	60
4.3.5	Nilai Rasio dan Efisiensi dari Kawat Belitan dua Konduktor Magnet I setelah Rangkaian Ekuivalennya dimodifikasi	
4.3.5.1	Nilai Rasio dan Efisiensi dari Kawat Belitan Dua Konduktor Magnet I setelah Rangkaian Ekuivalennya dimodifikasi pada Jari-jari $r_1 = r_2 = 4,50.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 6,75.10^{-4}$ m	61
4.3.5.2	Nilai rasio dan Efisiensi dari Kawat Belitan Dua Konduktor Magnet I Setelah Rangkaian Ekuivalennya dimodifikasi Reaktans Ekuivalen dan Imajiner jari-jari $r_1 = r_2 = 4,50.10^{-4}$ m	61

4.4. Menguji dan Menganalisa Konverter	62
4.4.1 Analisa Gyator	64
4.4.2 Analisa Gyator dan Rangkaian Magnetik I	73
4.4.3 Simulasi Konverter Cuk Gyator Kapasitor dengan Beban R,L,C	78
4.4.4 Analisa Kumparan yang dipuntir	78
4.4.5. Analisis Program Gy-Lam Pasgyator B (1, 2, 3)	80
4.5. Analisa Alat	89
4.6. Analisa Simulasi dan Pengujian Alat	90
4.7. Hasil Pengukuran Beban RL	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	99
5.1. Kesimpulan	99
5.2. Saran	99
DAFTAR ACUAN	101
LAMPIRAN	104

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. <i>Boost</i> konverter Cuk	6
2.2. a. Pada kondisi tegangan dan arus keluaran terus menerus	7
b. Pada kondisi tegangan dan arus keluaran tidak terus menerus	7
2.3. Konverter Cuk dengan menambah induktans	8
2.4. Konverter Cuk dengan transformator bercelah	10
2.5. Gyrator	11
2.6. Pemodelan Gyrator pada sisi primer dan PSpice	11
2.7. Pemodelan Gyrator pada sisi sekunder dan PSpice	12
2.8. Filter frekuensi tinggi	14
2.9. Sejumlah konduktor yang dipuntir	15
2.10. Rangkaian ekivalen dari transformator sebagai Gyrator kapasitor	18
2.11. Posisi kawat (a) setelah dipuntir dan (b) sebelum dipuntir	19
3.1. Gyrator kapasitor	21
3.2. Konverter Cuk dengan Gyrator kapasitor	22
3.3. Konverter Cuk dengan beban RLC	23
3.4. Dua inti magnet tipe E dengan tiga celah udara	23
3.5. Gyrator kapasitor dua inti magnet tipe E dengan tiga celah udara	24
3.6. Empat buah inti magnet tipe E dengan enam celah udara	25
3.7. Pendekatan kapasitor dengan magnetomotans untuk empat inti magnet Tipe E dan enam celah udara	25
3.8. Konverter Cuk dengan modifikasi Gyrator kapasitor	26
3.9. Grafik hubungan nilai reluktans dengan celah udara pada Inti transformator model I	28
3.10. Grafik nilai kapasitans pengganti total dengan celah udara inti magnet I.	29
3.11. Grafik dari tiga inti transformator	30
3.12. Grafik Nilai reluktans terhadap celah udara dari tiga tipe inti magnet. TR1 =model trafo 1, TR2 = model trafo 2 , TR3 = model trafo 3.	30
3.13. Sistem kepekaan arus sumber terhadap tegangan sistem	39
4.1. Simulasi konverter Cuk	42
4.2. Rangkaian pengganti kapasitor dari inti magnet	45

4.3. Grafik keluaran konverter Cuk saat sebelum modifikasi	47
4.4. Grafik arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_G = 0,0012 \text{ Ohm}$.	47
4.5. Grafik inti magnet tipe E dan tiga celah udara dengan kondisi beban R.	48
4.6. Grafik arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_G = 0,026 \text{ Ohm}$.	48
4.7. Grafik persentase riak arus beban pada konverter Cuk	49
4.8. Grafik persentase efisiensi riak arus beban konverter Cuk	49
4.9. Gambar rangkaian pengganti kapasitans inti transformator I	54
4.10. Kapasitans pengganti diperoleh dari perhitungan kapasitans Inti transformator	58
4.11. Rangkaian konverter Cuk	62
4.12. Grafik arus beban I_R terhadap waktu untuk $L_1 = 1,135 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 1,736 \mu\text{H}$ dari $r_1 = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}$.	63
4.13. Grafik arus beban I_R terhadap waktu untuk $L_1 = 0,789 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 1,219 \mu\text{H}$ dari $r_1 = 4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$.	64
4.14. Grafik arus beban I_R Terhadap waktu untuk $L_1 = 0,608 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 0,947 \mu\text{H}$ dari $r_1 = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}$.	64
4.15. Gyrator beban R	65
4.16. Grafik arus beban I_R dan arus gyrator I_G terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ dari $r_1 = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	66
4.17. Grafik arus sumber I_{V_s} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ dari $r_1 = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	66
4.18. Grafik arus Gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ dari $r_1 = 4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	66
4.19. Grafik arus sumber I_{V_s} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ dari $r_1 = 4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	67
4.20. Grafik arus Gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$ dari $r_1 = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	68
4.21. Grafik arus sumber I_{V_s} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ dari $r_1 = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	68
4.22. Gambar Gyrator beban R dilengkapi penyearah BJT dan kapasitor	69
4.23. Grafik arus gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$, untuk $r = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	69

4.24. Grafik arus Gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$, untuk $r = 4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	70
4.25. Grafik arus Gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$, untuk $r = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	70
4.26. Gyrator dengan beban R_L dan C_2	71
4.27. Grafik arus Gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$	71
4.28. Grafik Arus Gyrator I_g dan Arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0.006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0.010 \Omega$	72
4.29. Grafik arus Gyrator I_g dan Arus Beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G1} = 0,004 \Omega$	72
4.30. Gyrator kapasitor berbeban R paralel dengan C	73
4.31. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$	73
4.32. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$	74
4.33. Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$	74
4.34. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$	75
4.35. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$	75
4.36. Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$	76
4.37. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$	76
4.38. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$	77
4.39. Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$	77
4.40. Konverter Cuk Gyrator kapasitor dengan berbeban R, L, C	78

4.41. Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$	79
4.42. Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$	79
4.43. Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$	80
4.44. Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$	81
4.45. Grafik arus beban RL terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$	81
4.46. Grafik arus beban RLC terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$	82
4.47. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$	82
4.48. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$	83
4.49. Grafik arus Gyrator I_G dan Arus <i>hybrid</i> I_H terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$	83
4.50. Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,001 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$	84
4.51. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$	85
4.52. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$	85
4.53. Grafik arus Gyrator I_G dan Arus <i>hybrid</i> I_H terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$	86
4.54. Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$	86
4.55. Grafik arus beban RL terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$	87
4.56. Grafik arus Beban RLC terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$	87

4.57. Grafik arus Kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$	88
4.58. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$	88
4.59. Grafik arus Gyrator I_G dan arus <i>hybrid</i> I_H terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$	89
4.60. <i>Boost</i> konverter Cuk Gyrator kapasitor beserta alat ukur arus dan <i>oscilloscope</i>	90
4.61. Gambar empat buah Inti magnet diberi celah udara	91
4.62. Beban tahanan	91
4.63. Keluaran konverter Cuk Gyrator kapasitor saat dibebani RL	92
4.64. Grafik arus keluaran Cuk Gyrator kapasitor dibebani dengan beban RL	93
4.65. Grafik pengukuran riak arus beban RLC tanpa celah udara	94
4.66. Pembebanan RC, <i>duty cycle</i> = 40 %, frekuensi 25KHz, Celah udara yang diberikan = 0,4 mm	94

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Nilai reluktans dan permeans dari inti transformator I	27
3.2 Nilai reluktans dan permeans dari 6 celah udara dari transformator I	28
3.3 Hasil nilai kapasitor pengganti dan celah udara dari inti magnet I	29
4.1 Nilai induktans dari kumparan transformator	44
4.2 Nilai efisiensi transformator sebelum konduktor dipuntir	44
4.3 Nilai dari rasio inti magnet dimana rangkaian ekivalen konduktor setelah dipuntir.	46
4.4 Nilai efisiensi ekivalen konduktor transformator setelah dipuntir	46
4.5 Nilai induktans, rasio dan efisiensi dari kawat belitan tiga kumparan transformator I sebelum dimodifikasi	53
4.6 Nilai rasio dan efisiensi dari kawat belitan tiga kumparan transformator I setelah rangkaian ekivalennya dimodifikasi	55
4.7 Nilai induktansi dari kumparan transformator	58
4.8 Nilai efisiensi transformator sebelum dimodifikasi	58
4.9 Rasio ekivalen rangkaian magnet setelah dimodifikasi	59
4.10 Nilai efisiensi rangkaian magnet setelah rangkaian dimodifikasi	60
4.11 Nilai induktans dan efisiensi dari kawat belitan satu konduktor sebelum dimodifikasi	60
4.12 Nilai induktans dan efisiensi dari kawat kumparan 3 konduktor sebelum dimodifikasi	61
4.13 Nilai rasio dan efisiensi dari kawat belitan dua konduktor magnet I setelah rangkaian ekivalennya dimodifikasi	61
4.14 Nilai rasio dan efisiensi dari kawat belitan tiga konduktor Inti magnet I setelah rangkaian ekivalennya dimodifikasi	62
4.15 Hasil pengukuran inti trafo beban RL tanpa celah udara tiga konduktor	95
4.16 Hasil pengukuran inti trafo beban RL bercelah udara tiga konduktor	96
4.17 Hasil pengukuran inti trafo beban RC tanpa celah udara tiga konduktor	96
4.18 Hasil pengukuran inti trafo beban RC bercelah udara tiga konduktor	97
4.19 Hasil pengukuran inti trafo beban RLC tanpa celah udara tiga konduktor	97
4.20 Hasil pengukuran inti trafo beban RLC bercelah udara tiga konduktor	98

DAFTAR ISTILAH / SINGKATAN

Riak	:	<i>Ripple</i>
GTO	:	<i>Gate Turn Off</i>
EMI	:	<i>Electromagnetic Interference</i>
EMC	:	<i>Electromagnetic Compatibility</i>
Pensaklaran	:	<i>Switching.</i>
E	:	<i>Electromagnetic</i>
H	:	<i>Intensity of Electromagnetic</i>
Puntir	:	<i>Twisted</i>
IGBT	:	<i>Insulated Gate Bipolar Ttransistor</i>
G	:	<i>Gyrator</i>
CCVS	:	<i>Current Control Voltage Source</i>
VCCS	:	<i>Voltage Contol Current Source</i>
Rp	:	Tahanan ekivalen
\mathfrak{R}	:	<i>Reluctance</i>
L	:	<i>Inductance</i>
C	:	<i>Capacitance</i>
g	:	<i>Conductance</i>
F	:	<i>Magnetomotance</i>
mmf	:	<i>Magneto Motive Force</i>
Ag	:	Celah udara
T	:	<i>Period</i>
Duty Cycle	:	Siklus kerja
Cp	:	Capasitor pendekatan
Cp ₁ (ganjil)	:	Capasitor pendekatan inti magnet
Cp ₂ (genap)	:	Capasitor pendekatan celah udara
Is	:	Arus sumber
Ir	:	Arus pada beban tahanan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem yang sensitif membutuhkan energi listrik berkualitas tinggi, dapat dikendalikan dari jarak jauh, tergantung dari sudut penyalaan, mempunyai riak arus keluaran yang kecil misalnya: pada proses pengecatan mobil (*electroplating*), pewarnaan kain (*chemical processing*) dan lainnya.

Proses penyalaan dan pemadaman suatu saklar (*switching*), menggunakan frekuensi rendah, memakai tegangan atau arus besar, sedangkan pada tegangan atau arus rendah menggunakan frekuensi tinggi [1][2]. Penyalaan dan pemadaman kedua sistem tersebut menimbulkan adanya riak arus atau riak tegangan, riak ini dapat mengakibatkan medan magnet dan listrik. Riak dapat mengganggu sistem itu sendiri, sistem yang lain dan lingkungan, juga mengakibatkan sistem menjadi tidak stabil.

Sistem yang tidak stabil dapat merusak suplai beban. Ketidak stabilan ini diakibatkan loncatan bunga api pada *switching*, akibat adanya ketidak stabilan dapat menimbulkan panas, pada kondisi seperti ini timbul medan listrik dan medan magnet yang datang secara bersamaan.

Inti magnet dengan permeabilitas tinggi dipakai saat ini berbahan ferit dikarenakan bahan ferit lebih baik dibandingkan dengan bahan Alnico, inti magnet didesain khusus yang sesuai dengan *performance* inti magnet dan celah udara, *duty cycle*, frekuensi yang dibutuhkan sehingga dapat diintegrasikan ke berbagai *prototype* mampu mengecilkan riak arus keluaran dengan model empat inti tipe E dan enam celah udara pada konverter Cuk penaik tegangan.

Konverter Cuk digunakan diberbagai aplikasi teknik elektro, karena berguna untuk pengendali otomatis. Saat ini pengendali otomatis bergantung dengan *Pulse Width Modulation* (PWM) konvensional yang menggunakan *Insulated Gate Bipolar Transistor* (IGBT) [3] – [6]. IGBT memiliki beberapa keunggulan seperti regulasi tegangan yang baik, namun membutuhkan biaya yang lebih tinggi dan efisiensi konverter Cuk tidak optimal karena adanya riak arus keluaran [7].

Dengan referensi[8], riak arus keluaran direduksi menggunakan inti magnetik, tapi hanya untuk beban tahanan namun dalam aplikasi nyata, beban dapat terdiri atas R, L dan C, sehingga riak arus keluaran masih ada.

Metoda lain untuk menekan riak arus keluaran dilakukan oleh Lotfi [9] , Chetty [10] , dan Lagari [11]. Lotfi menggunakan metoda beberapa kumparan berjumlah ganjil, Chetty menggunakan rangkaian ekivalen arus injeksi, sedangkan, Lagari menggunakan penyimpanan-energi namun semua metoda ini hanya mempertimbangkan beban tahanan.

Konverter Cuk mempunyai riak arus keluaran lebih dari 30 %, disekitar lingkungan dipenuhi medan elektromagnetik. Medan elektromagnetik ditimbulkan oleh komponen aktif ataupun komponen pasif [14-15], baik dari luar ataupun dari dalam, sehingga efek medan elektromagnetik makin membesar atau saling meredam yang lebih dikenal efek kopling medan elektromagnetik, sehingga dapat mengakibatkan riak tegangan keluaran mengecil [16].

Pada penelitian ini digunakan PSpice untuk mensimulasikan Gyrator kapasitor pada konverter Cuk, untuk memudahkan analisa sebagai parameter baru berikutnya dikombinasikan dengan beban RL dan C, sedangkan tegangan masukan 9 Volt, untuk mensimulasikan switching program aplikasi yang dibandingkan adalah Matlab. Switching merupakan komponen aktif penyebab terjadinya riak arus keluaran. Untuk meredam riak arus keluaran salah satu diantaranya membangkitkan tegangan yang besar, frekuensi tinggi dan lainnya.

Bila dalam melakukan penelitian keluarannya masih beriak maka kumparan tadi digantikan dengan beberapa konduktor yang dipuntir (*twisted*). Tujuan dipuntir ini untuk menghasilkan riak arus yang kecil, juga menaikkan frekuensi sampai orde Giga Hz (GHz).

1.2 Tujuan

Melakukan rancang bangun kopling elektromagnetik dengan riak arus kecil mencakup :

- Meningkatkan efisiensi dengan menggunakan inti magnetik tipe E untuk beban RL dan C yang berubah-ubah.
- Mereduksi riak arus keluaran konverter Cuk untuk beban RL dan C yang berubah-ubah

1.3 Keterbaruan

Dalam disertasi ini telah dilakukan pemodelan dan studi empat buah inti magnet tipe E, dengan enam buah celah udara berbahan ferit sebagai filter aktif L dan C. Selama ini yang digunakan adalah komponen aktif (IGBT, GTO dan lainnya). Inti magnet diberi kumparan primer dan sekunder, kumparannya terdiri dari beberapa konduktor yang dipuntir. Sistem ini sebagai pengganti sebuah induktor pada konverter Cuk penarik tegangan yang sudah ada. Penggunaan inti magnet, celah udara dan beberapa konduktor yang dipuntir merupakan yang pertama dilakukan untuk memperbaiki kinerja atau *performance* konverter Cuk.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada tulisan ini adalah sebagai berikut :

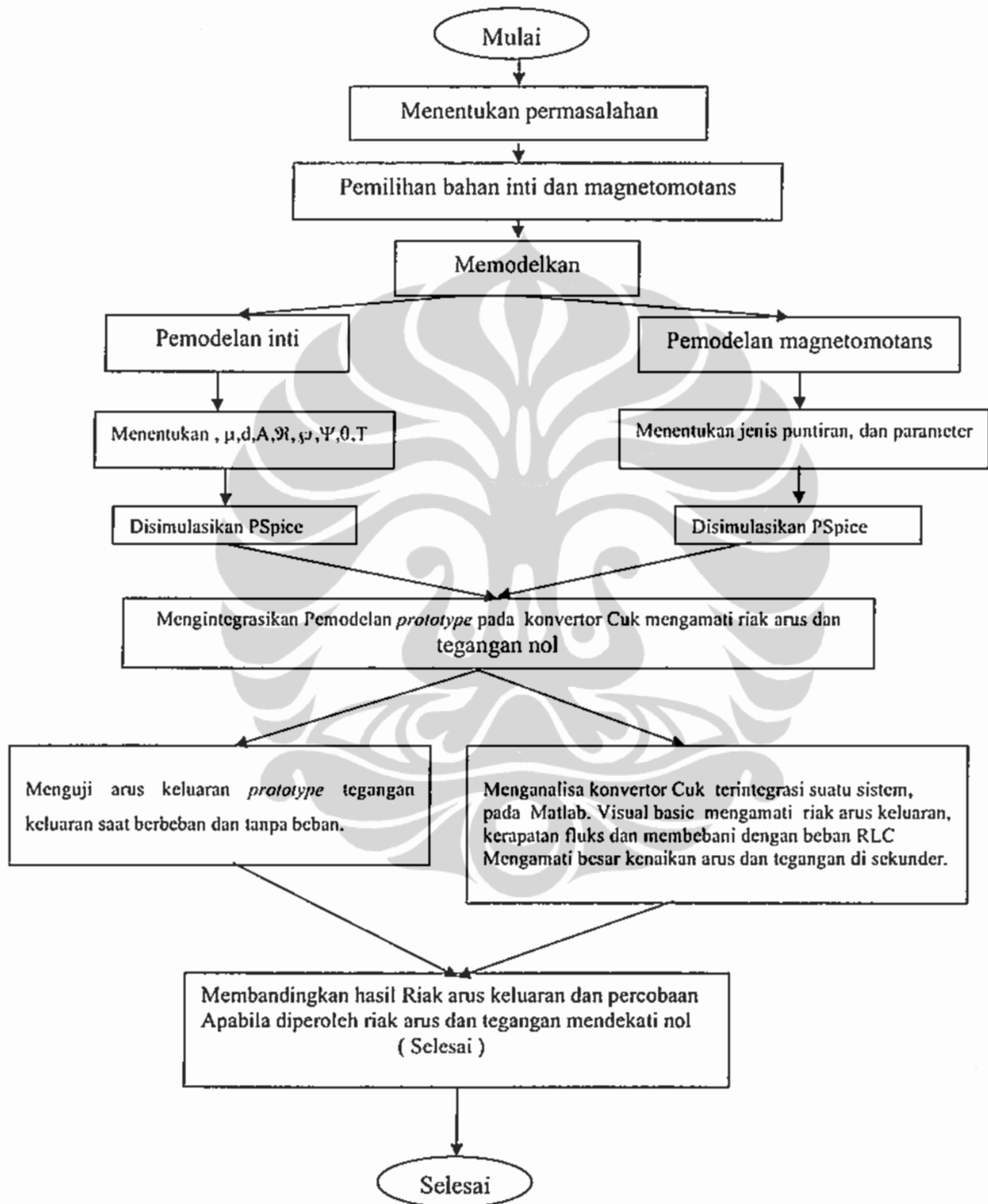
- Medan magnet dianggap homogen
- Bahan magnet dipilih berbahan ferit dengan permeabilitas 10.000
- Kumparan transformator berpasangan dan dipuntir
- Komponen konverter yang lain dianggap sama sebelum dan sesudah digunakan rangkaian magnet.

1.5 Metoda.

Dalam meredam arus riak keluaran yang sesuai dengan perubahan beban dilakukan langkah sebagai berikut :

- Simulasi riak arus dan tegangan *switching* pada konverter Cuk dengan PSice pada kondisi beriak.
- Analisa melalui Matlab untuk mencari parameter medan listrik dan magnet.
- Mencari parameter- parameter baru pada model inti ferit yang berfungsi sebagai filter aktif.
- Menggunakan *microcontroller* yang dapat mengatur filter aktif menentukan nilai R,L dan C yang dibutuhkan setiap perubahan beban.
- Meneliti tingkat riak arus dan tegangan pada kondisi perubahan beban.
- Memvalidasi hasil pengujian alat dan simulasi.

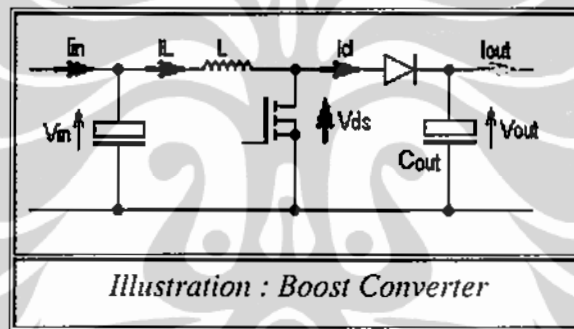
1.6 Diagram Alir Penelitian.



BAB II
PENURUNAN RIAK ARUS KELUARAN DENGAN KOPLING
ELEKTROMAGNETIK

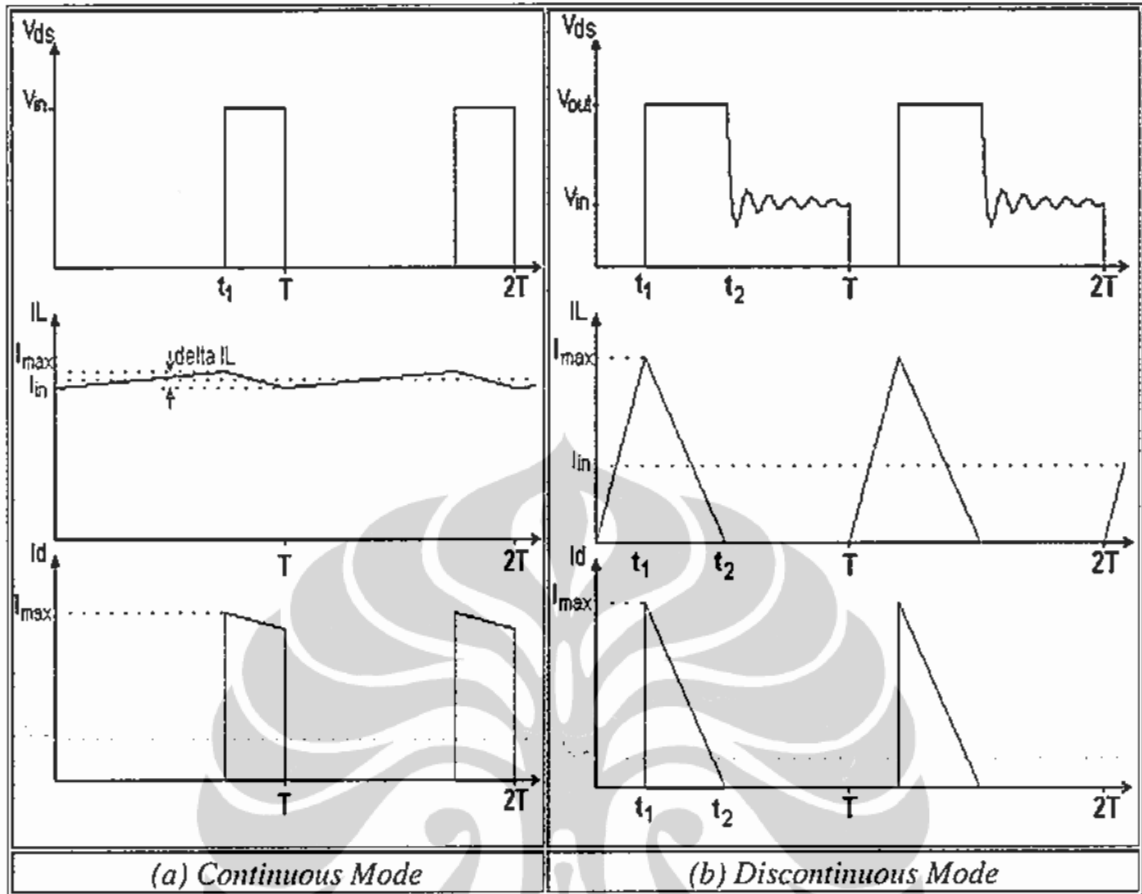
2.1 Konverter Penaik Tegangan

Switching yang diteliti dipilih konverter Cuk jenis penaik tegangan atau *boost* seperti pada Gambar 2.1. Arus keluarannya mempunyai riak seperti Gambar 2.2.[8]



Gambar 2.1. *Boost* konverter Cuk

Pada Gambar dibawah ini diperoleh arus dan tegangan keluaran pada saat penyalaan terus menerus dan tidak terus menerus lihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. (a) Pada kondisi tegangan dan arus keluaran terus menerus
 (b) Pada kondisi tegangan dan arus keluaran tidak terus menerus

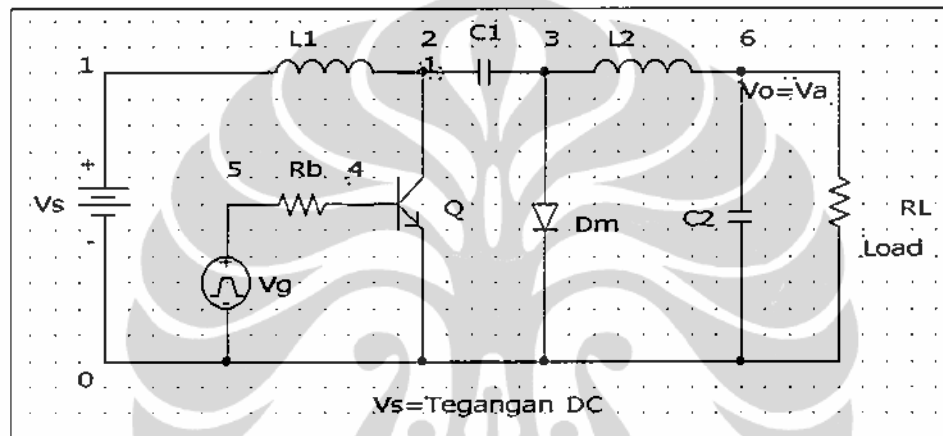
Pada Gambar 2.2, mode terus menerus dapat dilihat arus riak induktansnya cukup besar. Konverter Cuk banyak dipergunakan pada sistem frekuensi tinggi dan frekuensi rendah, Sistem frekuensi rendah pada alat penghemat energi listrik dimana konvertornya sebagai alat kendali beban sehingga faktor kerja beban tetap unti. Untuk mode konverter tidak terus menerus arus riak pada induktans, $\Delta I_L < 2I_{out}$, maka riak arus induktor akan lebih kecil dari dua kali arus keluaran:

$$\Delta I_L = \left(\frac{1}{f}\right) (V_{out} + V_F - V_{in}) \left(\frac{V_{in}}{V_{out} + V_F}\right) \left(\frac{1}{L}\right) \text{ dan} \quad (2-1)$$

Untuk mode konverter terus menerus arus riak pada induktans $\Delta I_L > 2I_{out}$ seperti persamaan (2-2) :

$$\Delta I_L = \left(\frac{1}{L}\right)V_{in} \cdot t_1 = \left(\frac{1}{L}\right)V_{out} \cdot (T - t_1) \quad (2-2)$$

Dari Gambar 2.1. diatas, rangkaian konverter Cuk ditambahkan sebuah induktans baru yaitu komponen L_2 yang digambarkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Konverter Cuk dengan menambah induktans [8]

Konverter Cuk pada Gambar 2.3, menunjukkan sistem penyalannya terbagi menjadi dua proses kerja atau dua *mode*, *mode*1 (menyala) dan *mode* 2 (padam).

dimana *Mode* 1:

Arus puncak ke puncak riak dari komponen induktans L_1 seperti berikut ini :

$$\Delta I_1 = \frac{-V_s(V_s - V_{C1})}{fL_1 V_{C1}} \quad (2-3)$$

$$\Delta I_2 = \frac{V_s k}{fL_1} \cot \alpha$$

Mode 2

Pada saat t_2 arus induktor L_2 jatuh linier dari I_{L22} ke I_{L21}

$$\Delta I_2 = I_{L_{22}} - I_{L_{21}}$$

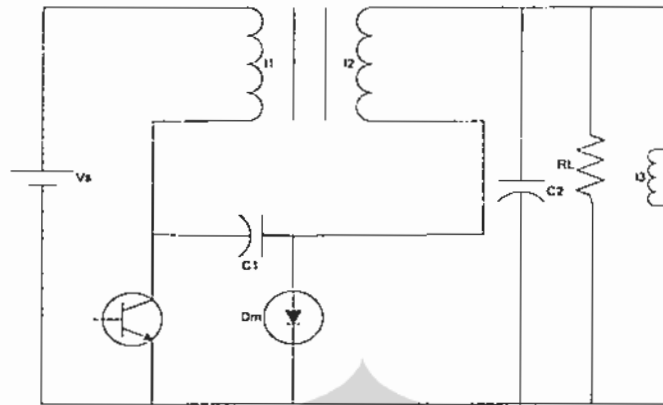
$$\Delta I_2 = \frac{(V_{C_1} + V_a)t_1}{L_2} = \frac{V_a t_1}{L_2} \quad (2-4)$$

Pada frekuensi tinggi 0,7 GHz digunakan sebagai transformator pembangkit pulsa yang dipakai pada sistem komunikasi.

Pada tegangan keluaran konverter Cuk terdapat riak arus 30 %, Sedangkan pada proses yang membutuhkan kualitas yang tinggi misalnya pada proses kimia riak arus hanya diperbolehkan sama dengan atau 2 %, apabila riak arus melebihi dari 2 %, maka kualitas menjadi kurang baik.

2.2 Peredam Riak Arus Keluaran dan Gyrator sebagai Pemodelan Magnet dalam PSpice

Dengan menambahkan satu buah induktans, seperti pada Gambar 2.3, dimana kedua induktans mengkopling satu sama lainnya, maka rangkaian dapat dirubah dalam bentuk transformator bercelah udara seperti Gambar 2.4, Gyrator kapasitor, induktans 1 pada sisi primer dan induktans 2 pada sisi sekunder, diberi inti magnet yang bercelah udara, Gyrator kapasitor ini bersifat *two port* yang biasa dipakai pada sistem *microwave* untuk frekuensi dibawah 1 MHz, berfungsi sebagai filter aktif, tetapi hasil keluarannya masih memiliki riak sebesar 0,036 % [8] pada kondisi berbeban tahanan.



Gambar 2.4. Konverter Cuk dengan transformator bercelah [8]

Sisi primer dan sekunder sebagai sumber magnet atau magnetomotans dimodifikasikan dengan Gyrator lihat Gambar.2.5

2.3 Gyrator

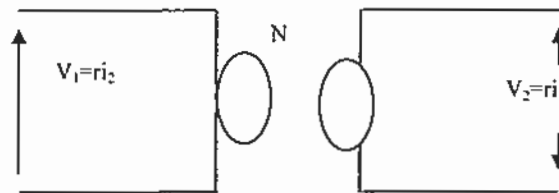
Gyrator merupakan suatu model yang menggambarkan akumulasi energi pada kumparan sehingga pada kumparan tersebut tidak terdapat energi yang hilang (*lumped*) yang sama dengan transformator ideal, digambarkan pada Gambar 2.5. Seperti pada persamaan (2-5) :

$$I_1 = gV_2$$

$$V_1 = -R_g I_2 \tag{2-5}$$

Dimana :

- I_1 = Arus pada primer .
- I_2 = Arus sekunder.
- G = Gyrator
- V_1 = Tegangan masukan dan keluaran 1
- V_2 = Tegangan masukan dan keluaran 2
- R_g = Tahanan Gyrator.
- V_g = Tegangan Gyrator
- N = Jumlah belitan.



Gambar 2.5. Gyrator

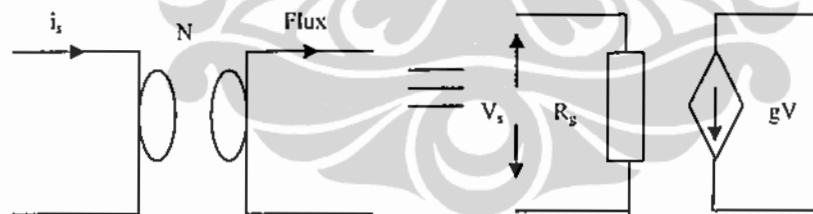
$I_2 = gV_1$ atau ditulis secara matrix dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & R_{g1} \\ \frac{1}{R_{g1}} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix} \quad (2-6)$$

Atau sama dengan V

$$V_2 = gV_1$$

Pemodelan Gyrator dibawa kedalam pemodelan PSpice pada sisi primer dimana magnetomotans sebagai sumber arus yang dikontrol tegangan seperti Gambar 2.6. sebagai berikut:

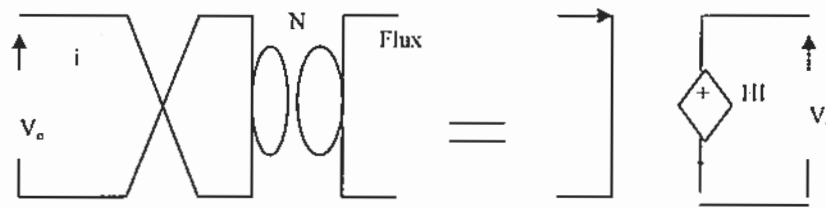


a. Pemodelan Gyrator pada sisi primer.

b. Model Gyrator pada PSpice sebagai VCCS

Gambar 2.6. Pemodelan Gyrator pada sisi primer dan PSpice

Sedang pada sisi sekunder dibawa dalam pemodelan Gyrator dan PSpice dimana magnetomotans sebagai sumber tegangan yang dikontrol arus seperti pada Gambar 2.6. b. Pada Gambar 2.7. Pemodelan Gyrator pada sisi sekunder dan pemodelan PSpice lihat Gambar 2.7



a. Pemodelan Gyrator pada sisi sekunder.

b. Model Gyrator pada PSpice sebagai CCVS

Gambar 2. 7. Pemodelan Gyrator pada sisi sekunder dan PSpice

Konverter Cuk Gyrator kapasitor diatas dibebani tahanan murni, bila dibebani beban R, L dan C maka konverter diatas menghasilkan riak keluaran yang bertambah besar. Pada kondisi yang sesuai dengan kondisi sebenarnya misalnya pada frekuensi rendah biasanya menggunakan arus 1 KA, dimana setiap komponen akan bereaksi sehingga timbul kondisi *transient*. Dengan dasar pemikiran lewat kontrol optimal dengan menambahkan lagi Gyrator kapasitor seperti Gambar 2.7. Induktor pada Gambar 2-4, komponen Gyrator sebagai pemasok energi kapasitor sehingga tegangan induktor ditunjukkan persamaan (2-7):

$$V_s = \frac{L_1 \cdot di_1}{dt} = V_g - d_2 \cdot v_1 \quad (2-7)$$

Pada saat induktor melepaskan muatan maka pada saat itu kapasitor mengisi muatan sehingga diperoleh tegangan pada persamaan (2-8) sebagai berikut:

$$V_1 = I_{ave1} \cdot \frac{R_e}{-S \cdot R_e \cdot C_1 + 1} \quad (2-8)$$

Dimana R_e adalah beban efektif :

$$R_e = \frac{R_2}{(d_1)} \quad (2-9)$$

Pada kondisi penyalaan (mode1), bila prinsip kerja penyalaan dan pemadaman bekerja secara simultan maka diperoleh persamaan 1. Kondisi ini merupakan kondisi kopling elektromagnet sendiri. Pada saat terjadi kopling elektromagnet secara bersamaan maka pola *switching* berubah mengikuti pola pengisian kapasitor dan induktor.

Javaid R membahas masalah teknologi kapasitor yang merupakan modifikasi inti induktor yang bercelah udara yang mempunyai prinsip seperti kapasitor dan bersifat *lumped*, sehingga dapat meningkatkan pengaruh induktans dan kapasitans, pada induktans dan kapasitans dan mampu meningkatkan energi sehingga rugi-ruginya dapat ditekan sekecilnya.

Induktor dari konverter Cuk digantikan dengan model Gyator kapasitor yang mampu mereduksikan riak arus atau tegangan. Pada inti Gyator yang terbuat dari bahan ferit mampu menyerap gelombang mikro sehingga dapat menimbulkan efek kopling feromagnetik [13]. Rangkaian magnet ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3.4. merupakan gambar rangkaian magnet, dimana inti ferit diberi celah udara sehingga membentuk kapasitans, dan belitannya merupakan sumber magnet atau disebut magnetomotans yang disebut Gyator G_1 atau G_2 , sehingga diperoleh penjumlahan tegangan, penjumlahan tegangan ini berasal dari pengaruh kopling elektromagnet.

2.4 Bahan Magnet sebagai Filter

2.4.1 Bahan Magnet

Dari material yang mempunyai permeabilitas tinggi mampu mereduksi tange kerugian, tange kerugian mempengaruhi waktu penyalaan dan pemadaman saklar (*switching*) dengan menentukan volume bahan, dapat membatasi frekuensi seperti persamaan (2-10) berikut ini:

$$\tan \delta = \mu''/\mu' = \theta^2/\theta \quad (2-10)$$

$$\tan \delta = 1$$

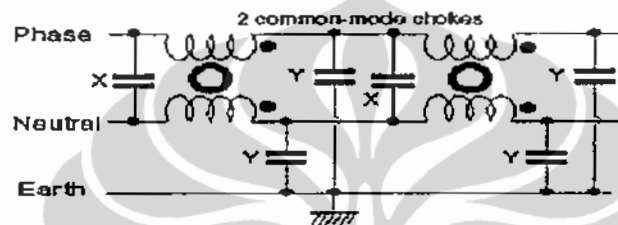
dan

$$\mu' = \mu'' = \frac{\mu_{dc}}{\theta_{11}}$$

Untuk limit frekuensi rendah $\theta \ll 1$

Untuk limit frekuensi tinggi $\theta \gg 1$

Dari persamaan diatas dapat diperoleh frekuensi yang sesuai dengan frekuensi yang dipakai, gambar Gyrator kapasitor yang menggunakan dua transformator dengan kopling elektromagnet Gambar 2.8. adalah dua transformator dipasang seri, dua transformator ini bekerja secara serial.



Gambar 2.8. Filter frekuensi tinggi [8]

Dari Gambar 2.8. filter frekuensi tinggi, merupakan Gambaran perencanaan Gyrator kapasitor, dan efek kopling medan elektromagnet[20].

Parameter baru diperoleh dari geometri intimagnet permanen (12), dari geometri diperoleh reluktans (11) seperti persamaan berikut ini:

$$\mathfrak{R} = \frac{1}{\mu A c} \quad (2-11)$$

$$\phi = \frac{1}{\mathfrak{R}} \quad (2-12)$$

Efek kopling elektromagnet ini dipergunakan untuk proses *switching* [20] pada proses *switching* menimbulkan medan magnet yang dipancarkan sehingga terjadi *scattering* [21]. *Scattering* dapat terjadi karena frekuensi tinggi [9], konyugat konduktor [11], dari konduktor diperhitungkan kehalusan permukaan [18], karena dielektrik, lapisan konduktor, dan bentuk konduktor [15].

Akibat *Scattering* dapat mengakibatkan efek kopling bertambah besar, nois yang bertambah besar, bahkan mempengaruhi kesesuaian medan magnet pada lingkungan, yang mempengaruhi sistem misalnya pada komunikasi akan terjadi *eye spote*. Kopling elektromagnet terjadi pada semua sistem, begitu juga pada frekuensi rendah.

Agar diperoleh kopling yang sangat kuat maka jumlah kumparannya harus berpasangan sehingga nois diredam menjadi nol seperti persamaan dibawah ini:

$$\frac{N_x}{N_y} = \frac{X_{DC}}{X_{trans}} = \text{Cot}\alpha_m \quad (2-13)$$

2.4.2 Magnetomotans

Magnetomotans merupakan sumber tegangan yang dibangkitkan oleh sejumlah belitan. Makin banyak jumlah belitan maka magnetomotans makin besar. Besarnya magnetomotans dipengaruhi oleh komponen lain, sehingga terdapat riak arus keluaran. Riak arus keluaran keluaran diminimisasi dengan memodifikasi menjadi beberapa konduktor, dimana konduktor tersebut, puntir agar diperoleh energi yang riak arus/tegangan nol seperti Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Sejumlah konduktor yang dipuntir

Pada Gambar 2.9. berupa dua atau tiga konduktor yang puntir, dua atau tiga konduktor puntir mampu menghilangkan riak. Meningkatkan frekuensi, sehingga sumber pembangkit magnet atau magnetomotans berfungsi memperkecil riak keluaran, sebagai kendali frekuensi. Puntir memenuhi persyaratan pada persamaan Maxwell sehingga diperoleh komponen kerapatan arus, bekerja searah

$$J_z = \left(\frac{1}{2\pi n}\right)k \left\{ \begin{matrix} [I_o(k_r)] \\ I_1(ka) \end{matrix} \right\} \quad (2-14)$$

$$J_o = H_o k \left\{ \begin{matrix} [I_1(k_r)] \\ I_o(ka) \end{matrix} \right\}$$

jari-jari konduktor (a_R) sebagai berikut:

Dengan pertimbangan ini maka penulis mengoptimalkan agar hasil yang diperoleh mencapai nol riak arus dan tegangan, maka di beri sumber magnet V_m yang terdiri dari lebih dari satu konduktor yang dipuntir dari hasil penelitian sementara yang penulis lakukan dengan simulai PSpice konduktor yang diberikan dua atau tiga konduktor dengan sudut puntir 50 derajat, frekuensi yang diberikan 4 Ghz. Ternyata masih diperoleh riak arus bebannya sebesar 0,25% (lihat Gambar 2.10), dari *transaction* ini yang dirubah bentuk rangkaian Gyrator kapasitornya.

2.4.3 Induktans Sendiri dan Bersama.

Untuk memperhitungkan tahanan AC, maka harus diperhitungkan tahanan DC dimana:

$$R_{DI} = \frac{\rho l_{10}}{3\pi r_1^2} \quad (2-15)$$

Resistansi AC sekunder R_{02} dan induktans internal :

$$k_1 < 1 \quad (2-16)$$

$$R_{AI} \approx R_{DI} [1 + (1/3)k_1^4]$$

$$L_{ii} \approx (\mu_0 l_1 / 2) [1 - (1/6)k_1^3]$$

$$k_1 \geq 1$$

$$R_{AI} \approx R_{DI} [(1/4) + k_1 + (1/64)(1/k_1^3)] \quad (2-17)$$

$$L_{ii} \approx (\mu_0 l_1 / 2) [(1/k_1) - (1/64)(1/k_1^3)] \quad (2-18)$$

Induktans sekunder L_{12} dapat diperoleh dengan cara yang sama dengan yang distribusi yang simetris dengan menghargai kedua potongan kumparan oleh *skin effect*. Pada kondisi ini diasumsikan, induktans bersama M (2-18), induktans

sendiri primer L_1 (2-20) dan induktans sendiri

$$I_{10} \leq I_{20}$$

$$M = \left(\frac{\mu_0}{2\pi} \right) I_{20} \left\{ \log \left[\frac{2I_{10}}{(r_1 + r_2)} \right] \right\} - I \quad (2-19)$$

$$I_{10} > I_{20} \quad (2-21)$$

$$M = \left(\frac{\mu_0}{2\pi} \right) I_{10} \left\{ \log \frac{2I_{20}}{(r_1 + r_2)} \right\} - I$$

$$L_1 = L_{11} + \left(\frac{\mu_0}{2\pi} \right) I_1 \left\{ \log \frac{2I_1}{r_1} \right\} \quad (2-20)$$

$$L_2 = L_{12} + \left(\frac{\mu_0}{2\pi} \right) I_2 \left\{ \log \frac{2I_2}{r_2} \right\} \quad (2-22)$$

$$R_{ca1} = \left[\frac{(M^2 - 2MC_p w B)}{B^2} - \frac{1}{R_p^2} + w^2 C_p \right] R_{A1} R_{A2} + \quad (2-23)$$

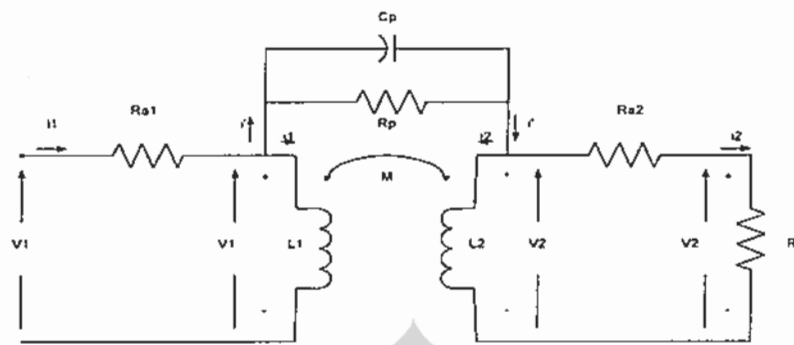
$$1 + \frac{R_{A2}}{R_p} - R_L (R_{A2} + R_L)$$

$$\phi_1 = \tan^{-1} \left\{ \frac{L_1 L_2 w^2 - M^2 w^2 - R_{A1} (R_L + R_{A2})}{[L_1 w (R_L + R_{A2}) + R_{A1} L_2 w]} \right\} - \tan^{-1} [(R_{A2} - R_L) / L_2 w] \quad (2-24)$$

$$B = w^2 (L_1 L_2 - M^2) \quad (2-25)$$

2.4.4 Struktur Rangkaian Ekuivalen Gyrtor Kapasitor untuk menghasilkan Efisiensi Tinggi.

Pemodelan ini dimulai dari belitan konduktor yang diperhitungkan harga resistansinya. Pemodelan rangkaian ekuivalen baru dengan kapasitans inti total (C_p) dengan tahanan baru (R_p) ditunjukkan pada Gambar 2.10



Gambar 2.10. Rangkaian ekuivalen dari transformator sebagai Gyrator kapasitor

Tahanan baru yang diperhitungkan dari kumparan dipengaruhi oleh kedalaman penembusan δ , dimana kedalaman penembusan konduktor dipengaruhi oleh panjang konduktor dan berbanding terbalik terhadap frekuensi kerjanya :

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{f}} \quad (2-26)$$

dimana R_p dapat dihitung dari (2-24)

$$R_p = 1 / (2 \cdot \pi \cdot l \cdot \sigma \cdot \delta) \quad (2-27)$$

Tangen kerugian $\tan \delta$ dapat dipengaruhi oleh frekuensi untuk dielektik dari belitan konduktor. konstanta pembanding (2-28) kumparan yang dimodifikasi dan diperhitungkan seperti persamaan berikut ini:

$$C = |V_2/V_1| = \left[\sqrt{(R_{A2}/R_p)^2 + R_{A2}^2 (wC_{p-M/B})^2} \right] / \left[(1 + R_{A2}/R_1) \sqrt{(R_{e1})^2 + (I_{m1})^2} \right] \quad (2-28)$$

Kerapatan fluks pada kumparan sebanding dengan arus magnetisasi (2-29)

$$I_{m1} = 2R_{A1}R_{A2}/R_p \left[(M/B - wC_p) + \left[(R_{A1}wC_pL_2R_{A1}/B) - (1 + R_{A2}/R_p) \right] - R_L / (R_{A2} + R_L) \right] + (1 + R_{A1}/R_p) (-L_1R_{A2}/B + R_{A2}wC_p) \quad (2-29)$$

Kerapatan fluks magnet, arus magnetisasi dan parameter dari inti magnet akan memenuhi efisiensi kerja konverter Cuk seperti persamaan (2-30).

Dimana:

$$\eta = \frac{\left[\left(R_{A2} / R_p \right)^2 + R_{A2}^2 (wC_p - M / B)^2 \right]}{R_L \sqrt{\left(R_{ea1} \right)^2 + \left(I_{m1} \right)^2} \cdot \sqrt{\left(R_{ea2} \right)^2 + \left(I_{m2} \right)^2} \cdot \left(1 + R_{A2} / R_L \right) \cos^2 (\angle V_1 \& I_1)} \quad (2-30)$$

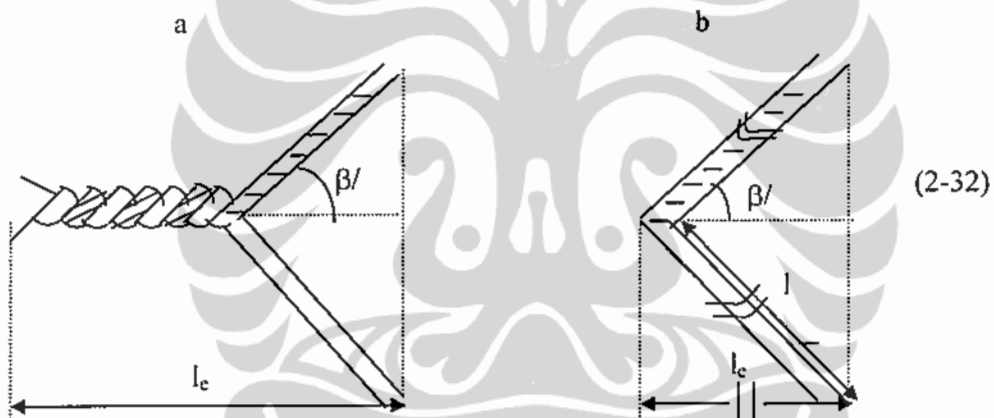
$$(\angle V_1 \& I_1) = \tan^{-1} (I_{m1} / R_{ea1}) - \tan^{-1} (I_{m2} / R_{ea2}) \quad (2-31)$$

$$R_{ea2} = \left[1 + R_{A2} / R_p - R_L / (R_{A2} + R_L) \right] / R_p - (R_{A2} C_p w - L_1 R_{A2} / B)$$

$$\cdot (C_p w - L_2 / B) + \left(M^2 / B^2 + C_p^2 w^2 - 1 / R_p^2 - 2wMC_p / B \right) R_{A2}$$

$$I_{m2} = \left[1 + R_{A2} / R_p - R_L / (R_{A2} + R_L) \right] (C_p w - L_2 / B)$$

$$+ \left[(R_{A2} w C_p - L_2 R_{A2} / B) / R_p \right] + (2M / R_p B - 2C_p w / R_p) R_{A2}$$



Gambar 2.11. Posisi kawat (a) setelah dipuntir dan (b) sebelum dipuntir.

Panjang kawat efektif diperhitungkan sudut derajat yang ditentukan (2-29):

$$l_e = l_c \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) \quad (2-33)$$

2.5 Kopling Elektromagnetik

Faktor kopling k antara kumparan primer dan sekunder, didefinisikan :

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}} \quad (2-34)$$

atau

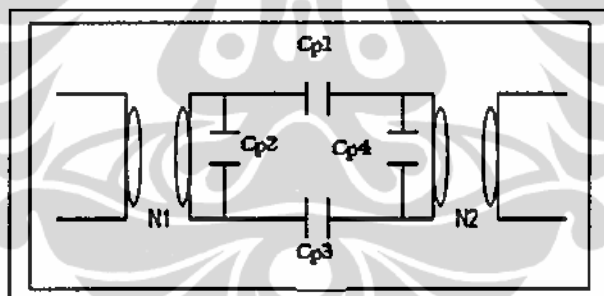
$$k_1 = r \sqrt{\omega \cdot \mu_0 \cdot \frac{\pi}{2\rho}} \# \quad (2-35)$$

Dalam merealisasikan Gyrtor kapasitor dengan efisiensi tinggi, bila semakin besar faktor kopling k maka sistem akan menjadi lebih baik, jadi medan penguat antara primer dan sekunder akan menghasilkan frekuensi kerja yang tinggi. Kopling elektromagnet merupakan perbandingan gerak gaya listrik antara kumparan primer dan sekunder yang dapat memperkuat atau memperlemah medan magnetnya, semakin besar harga kopling maka perbandingan antar kumparan primer dan sekunder hampir sama, sehingga menghasilkan konstanta pembandingan yang nilainya mendekati satu, bila konstanta mendekati satu menunjukkan bahwa tidak adanya rugi – rugi pada primer dan sekunder, apabila tidak ada rugi – rugi menunjukkan efisiensi kerjanya mendekati 100 %.

BAB III
STUDI TENTANG KOPLING ELEKTROMAGNETIK
UNTUK PENSAKLARAN RIAK KECIL FREKUENSI RENDAH PADA
KONVERTOR CUK

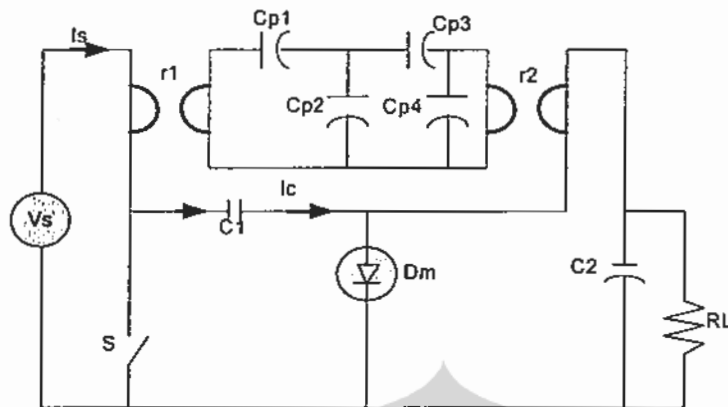
3.1 Motivasi

Beban pada model Gyrator kapasitor Gambar 3.1 pada penelitian [8] menggunakan beban resistif murni. Pada inti tipe E transformator yang diberi celah udara diperoleh dua besaran parameter kapasitor, dimana kapasitor tersebut kapasitor pendekatan inti magnet dan celah udara $C_{p1}, C_{p2}, C_{p3}, C_{p4}, \dots$, dimana $C_{p1}, C_{p3}, C_{p5}, C_{p7}$ kapasitor dari inti magnet sedangkan $C_{p2}, C_{p4}, C_{p6}, C_{p8}$ kapasitor dari penyederhanaan kapasitor dari celah udara. Gyrator satu pada belitan primer (N_1) dan Gyrator dua (N_2) lihat Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Gyrator kapasitor

Peneliti memodelkan konverter Cuk dengan dua inti magnet tiga celah udara dibebani tahanan diperoleh 0.036 % [8], kemudian model ini dibebani beban RLC, ternyata masih terdapat riak 2 %. Untuk memperkecil riak arus keluaran maka model dirubah menjadi empat buah inti magnet dengan enam celah udara. Dari Gambar 3.1 dapat digambarkan lagi dalam pemodelan Gyrator kapasitor sehingga diperoleh dari kumparan primer dan sekunder yang dinamakan Gyrator satu (N_1) dan Gyrator dua (N_2) lihat Gambar 3.1. Konverter Cuk yang dimodifikasi Gyrator kapasitor seperti Gambar 3.2.



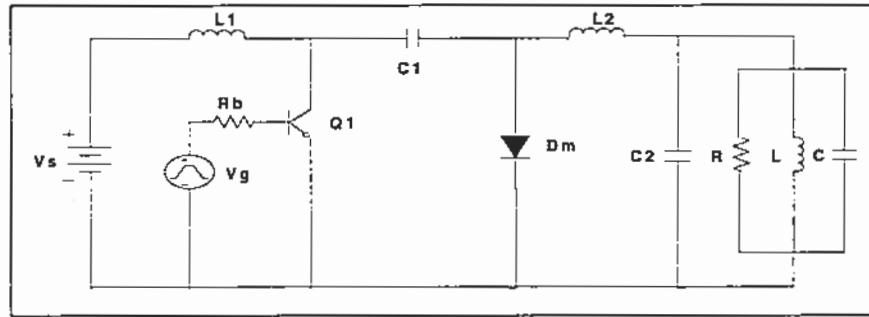
Gambar 3.2. Konverter Cuk dengan Gyrtor kapasitor

Upaya mendapatkan hasil akurat, peneliti mengambil tiga tipe geometri inti magnet dengan satu konduktor, dua atau tiga konduktor yang di puntir agar riak arus keluaran pada kondisi beban paralel RLC tersebut mengecil.

3.2 Pemodelan Gyrtor Kapasitor dengan Inti Magnet Tipe E

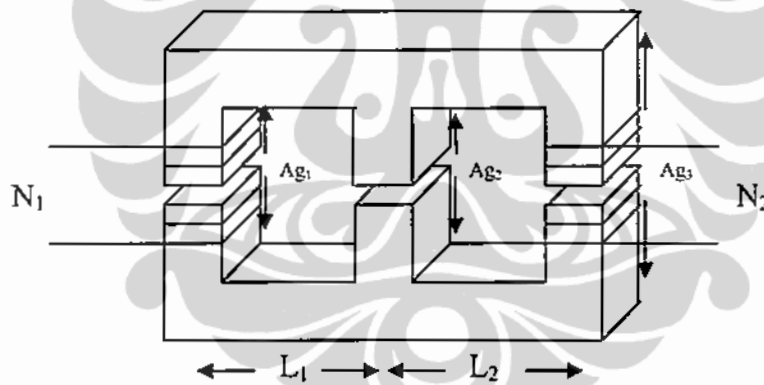
3.2.1 Pemodelan Dua Inti Magnet Tipe E dengan Tiga Celah Udara untuk meredam Riak Arus Keluaran dengan Beban RLC Paralel.

Pemodelan dilakukan sesuai pada proses pendekatan rangkaian magnet ke rangkaian listrik dengan persamaan Gyrtor kapasitor, pemodelan inti magnet, diberi celah udara dimana inti magnet terbuat dari bahan ferit. Penulis melakukan penelitian dengan menggunakan dua buah inti E Gambar 3.4 dengan tiga celah udara dan empat inti tipe E dan enam celah udara Gambar 3.6. Untuk mencari model yang optimal, peneliti memilih tiga tipe inti yang berbeda, untuk pemodelan empat inti E. Inti magnet diberi celah udara yang bervariasi dari 1 mm sampai 8 mm. Kemudian inti magnet dimasukkan pada komponen L dari rangkaian konverter seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Konverter Cuk dengan beban RLC.

Dari Gambar 3.3. Induktans satu dan dua (L_1 , L_2). L_1 , digantikan dengan kumparan sisi masukan (primer) yang ber intikan magnet tipe E. L_2 digantikan kumparan keluaran (sekunder) inti magnet. Dua buah inti E disusun secara horizontal, dengan tiga celah udara seperti Gambar 3.4. Untuk memudahkan penelitian inti magnet tipe I dinamakan tipe transformator I.



Gambar 3.4. Dua inti magnet tipe E dengan 3 celah udara

3.2.2 Pemodelan Empat Inti Magnet Tipe E dengan Enam Celah Udara untuk Meredam Riak Arus Keluaran dengan Beban RLC Paralel.

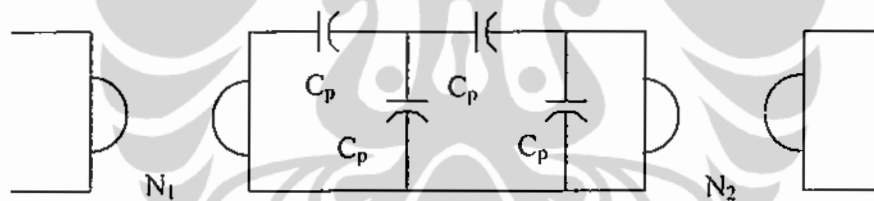
Dari Gambar 3.3. Induktans satu L_1 dan Induktans dua L_2 , digantikan dengan kumparan sisi masukan yang berintikan magnet tipe E. L_2 digantikan kumparan keluaran inti magnet. Empat buah inti E disusun secara horizontal, dengan enam celah udara seperti Gambar 3.6 .

3.2.3 Gyrtator Kapasitor Model Empat Buah Inti Magnet Tipe E dengan Enam Celah Udara.

Dari model tipe inti E, diperhitungkan besar reluktans, dengan perbedaaan panjang pada inti, luas penampang. Maka reluktans dapat diperhitungkan pula permeans yang didekatkan dengan besaran kapasitans. Dari perhitungan dapat digambarkan model Gyrtator kapasitor dari 2 inti magnet tiga celah udara (Gambar 3.6), model Gyrtator pada 4.3. Analisa pemodelan secara teoritis.

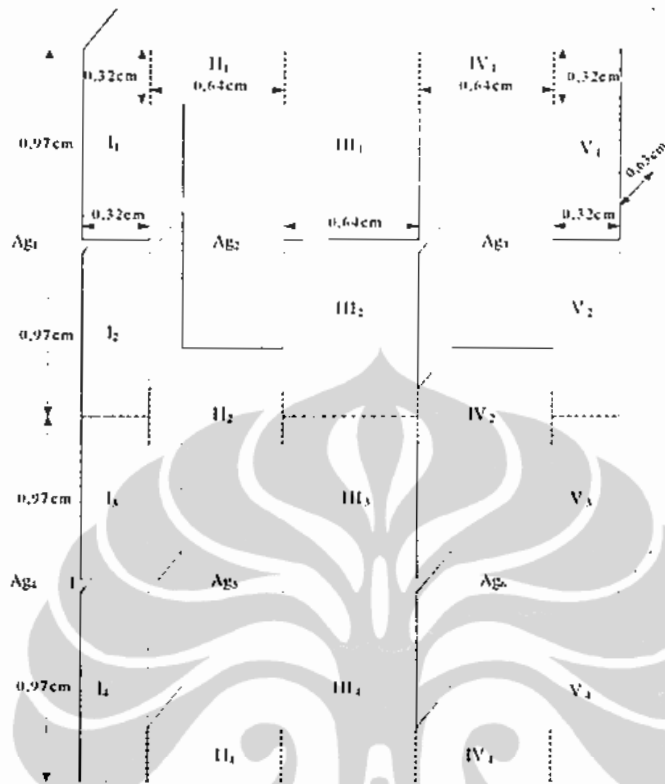
Secara teori konverter Cuk yang menggunakan empat buah inti magnet dan enam buah celah udara, dihitung secara linierisasi agar diperoleh sistem pengendalian riak arus yang kecil nya. Konverter Cuk bekerja dengan mode 1 dan mode 2 pada kondisi mula Gyrtator dalam keadaan kontinyu.

Model inti magnet diambil perbagian untuk menghitung permeans sehingga diperoleh harga kapasitans C_{p1} , C_{p2} , C_{p3} , C_{p4} dan Gyrtator satu (N_1) dan Gyrtator dua (N_2):



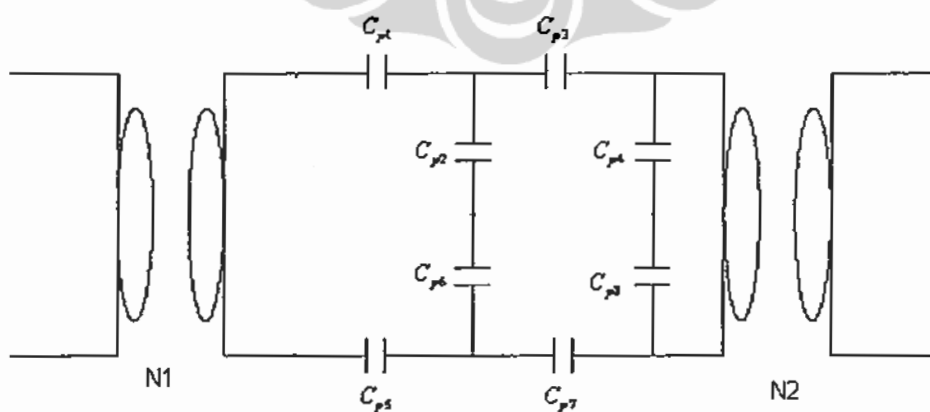
Gambar 3.5. Gyrtator kapasitor dari dua inti magnet tipe E dan tiga celah udara.

Setelah diperoleh panjang dan luas penampang dari setiap inti yang diperhitungkan setiap bagiannya, maka penulis dapat menghitung nilai reluktansnya, arus, fluks, permeans, dan kapasitans seperti persamaan (2-25) sampai dengan (2-32). Setelah diperoleh parameter kapasitans yang diambil sesuai dengan titik potong material inti E, maka diperoleh parameter kapasitans yang disederhanakan, sehingga diperoleh bentuk sederhananya seperti digambarkan dalam pemodelan rangkaian listrik seperti pada Gambar 3.6.



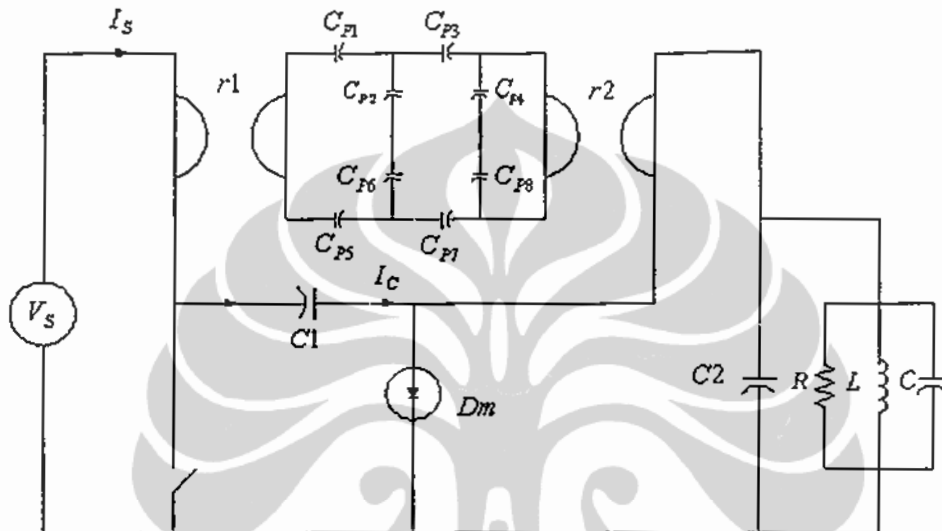
Gambar 3.6. Empat buah Inti Magnet tipe E dengan enam celah udara.

Dari Gambar 3.6 dihitung sehingga diperoleh parameter baru seperti Tabel 3.1 diantaranya rangkaian Gyrtator kapasitor seperti Gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7. Pendekatan kapasitor dengan magnetomotans untuk empat inti magnet tipe E dan enam celah udara

Gambar 3.7. Rangkaian pendekatan kapasitor disebut juga rangkaian Gyrtor kapasitor dengan magnetomotans satu dan dua, kemudian Gambar 3.7. diintegrasikan dengan konverter pada Gambar 3.3. sehingga diperoleh Gambar 3.6. Dari Gambar 3.5. dimodelkan dalam pemodelan PSpice 9.1 for Windows seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Konverter Cuk dengan modifikasi Gyrtor kapasitor

3.2.4 Perhitungan Parameter Reluktans, Kapasitans dan Induktans pada Inti Magnet dan Celah Udara

Dengan memasukkan nilai panjang dan luas penampang dari inti magnet tipe E pada persamaan (2-19) s/d (2- 25) maka diperoleh nilai reluktans dan permeans dari inti. Sebagai contoh hasil pada Tabel 3.1 diperoleh dengan persamaan (2-11) yaitu:

$$\mathfrak{R} = \frac{l}{\mu A c}$$

Setelah diperoleh nilai reluktans, maka penulis dapat memperoleh nilai permeans sebagai nilai kapasitor sebagai pendekatan dari rangkaian listrik. Persamaan untuk menentukan nilai permeans yaitu dengan menggunakan persamaan (2-11).

$$\varphi = \frac{I}{\mathfrak{R}} = 26,104.10^{-6}$$

Permeabilitas relatif (μ_r) dari inti transformator dengan bahan ferrit = 10.000 Henry/m dan permeabilitas udara (μ_0) = $4.\pi.10^{-7}$ sehingga nilai permeabilitas (μ) sebesar $4.\pi.10^{-3}$. Jadi berdasarkan perhitungan dari persamaan (2 – 11) diperoleh nilai reluktan dan perhitungan dari persamaan (2 – 11) diperoleh nilai permeans pada inti dari nilai panjang lintasan (l), luas penampang (Ac) dan permeabilitas (μ) yang dihitung. Berikut data masing – masing inti magnet yang ditunjukkan oleh Tabel 3.1. dan Gambar 3.9. sampai Gambar 3.12. yaitu:

Tabel 3.1. Nilai Reluktans dan Permeans dari inti transformator I

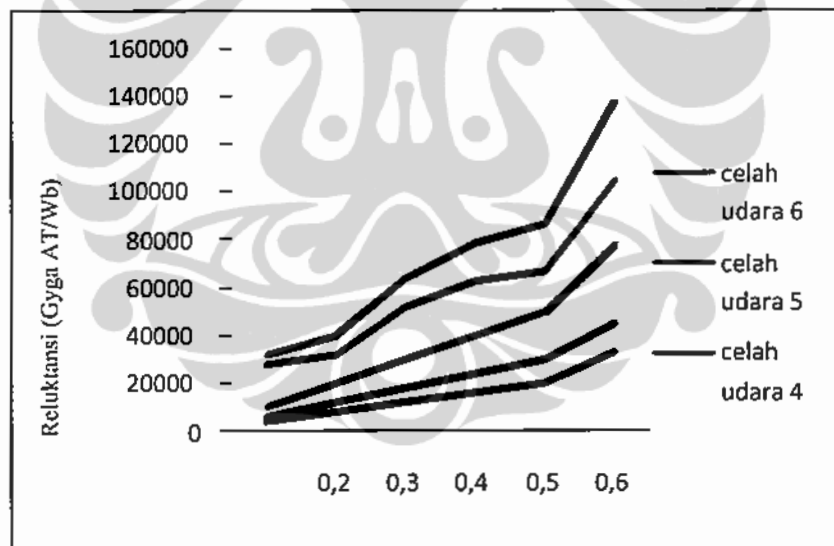
Nama Bagian Kaki Inti Trafo	Panjang Lintasan				Luas				Reluktansi				Permean			
	10^{-2} (cm)				10^{-3} (cm ²)				10^3 (AT/Wb)				10^{-4} (H)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kaki Kiri Inti Trafo I	9 7	9 7	9 7	9 7	201 .6	201 .6	201 .6	201 .6	38 .3	38 .3	38 .3	38 .3	26,1 04	26,1 04	26,1 04	26,1 04
Bagian II Inti Trafo	3 2	6 4	0 0	3 2	403 .2	806 .4	0 0	403 .2	6, 3	3, 2	0 0	6, 3	158, 256	316, 512	0 0	158, 256
Kaki Tengah Inti Trafo III	9 7	9 7	9 7	9 7	403 .2	403 .2	403 .2	403 .2	19 .2	19 .2	19 .2	19 .2	52,2 08	52,2 08	52,2 08	52,2 08
Bagian IV Inti Trafo	3 2	6 4	0 0	3 2	403 .2	806 .4	0 0	403 .2	6, 3	3, 2	0 0	6, 3	158, 256	316, 512	0 0	158, 256
Kaki Kanan Inti Trafo V	9 7	9 7	9 7	9 7	201 .6	201 .6	201 .6	201 .6	38 .3	38 .3	38 .3	38 .3	26,1 04	26,1 04	26,1 04	26,1 04

Dari perhitungan seperti pada persamaan (2-25) sampai (2-30) diperhitungkan kapasitans celah udara transformator I sehingga dapat ditabelkan pada Tabel 3.2. diperoleh nilai reluktans dan permeans inti magnet. Tabel 3.2. menunjukkan bahwa semakin besar nilai celah udara maka nilai reluktans semakin besar pula tetapi nilai permeans semakin kecil dari luas penampang yang sama, seperti terlihat pada Gambar 3.10.

Tabel 3.2. Nilai Reluktans dan Permeans dari 6 Celah Udara dari Transformator I

Nama Bagian Kaki Inti Trafo	Panjang Lintasan				Luas				Reluktansi				Permeans			
	10^{-2} (cm)				10^{-3} (cm ²)				10^7 (AT/Wb)				10^6 (H)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kaki Kiri Inti Trafo I	14 2	14 2	14 2	14 2	418 .5	418 .5	418 .5	418 .5	27	27	27	27	37,01 7	37,01 7	37,0 17	37,01 7
Bagian II Inti Trafo	45	90	0	45	744	148 8	0	744	4,8	2,4	0	4,8	207,6 59	415,3 17	0	207,6 59
Kaki Tengah Inti Trafo III	14 2	14 2	14 2	14 2	874 .2	874 .2	418 .5	874 .2	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	77,32 4	77,32 4	77,3 24	77,32 4
Bagian IV Inti Trafo	45	90	0	45	744	148 8	0	744	4,8	2,4	0	4,8	207,6 59	415,3 17	0	207,6 59
Kaki Kanan Inti Trafo V	14 2	14 2	14 2	14 2	418 .5	418 .5	418 .5	418 .5	27	27	27	27	37,01 7	37,01 7	37,0 17	37,01 7

Pada Gambar 3.9. Grafik hubungan nilai reluktans dengan celah udara pada inti transformator I bagian g1 yang diperhitungkan celah udara: 0,1 mm, 0,2 mm, 0,3 mm, 0,4 mm, 0,5 mm dan 0,6 mm, seperti pada gambar 3.10 ;



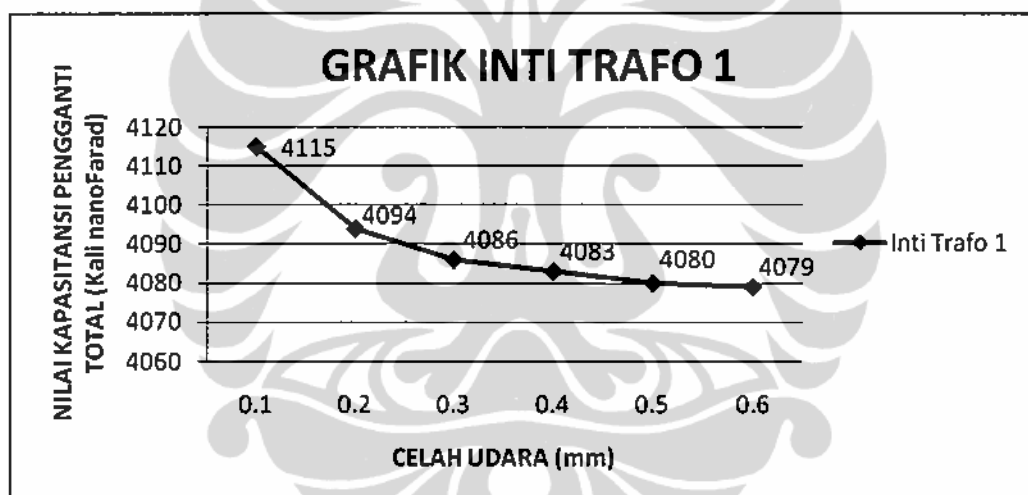
Gambar 3.9. Grafik hubungan nilai reluktans dengan celah udara pada inti transformator model I

Setelah melalui tahap proses perhitungan inti magnet tipe I dari nilai reluktans dan permeans pada inti dan celah udara, dimulai dari panjang lintasan dan luas penampang inti transformator dari beberapa Tabel dan Grafik diatas, maka didapat nilai kapasitor pengganti total inti magnet seperti pada Tabel 3.3. sebagai berikut:

Tabel 3.3. Hasil nilai kapasitor pengganti dan celah udara dari Inti magnet I

Nilai Kapasitans Pengganti Pada Inti (Farad)			Nilai kapasitans Pengganti Dengan Celah Udara (Farad)		Nilai Kapasitans Pengganti Total (nF)
Cp 1 = Cp3 (Nf)	Cp 2 = Cp6 (nF)	Cp 5 = Cp7 (nF)	Cp 4 = Cp8 (nF)	Celah Udara (mm)	
11615	26104	12057	1012	0,1	4115
11615	26104	12057	507	0,2	4094
11615	26104	12057	337	0,3	4086
11615	26104	12057	253	0,4	4083
11615	26104	12057	203	0,5	4080
11615	26104	12057	168	0,6	4079

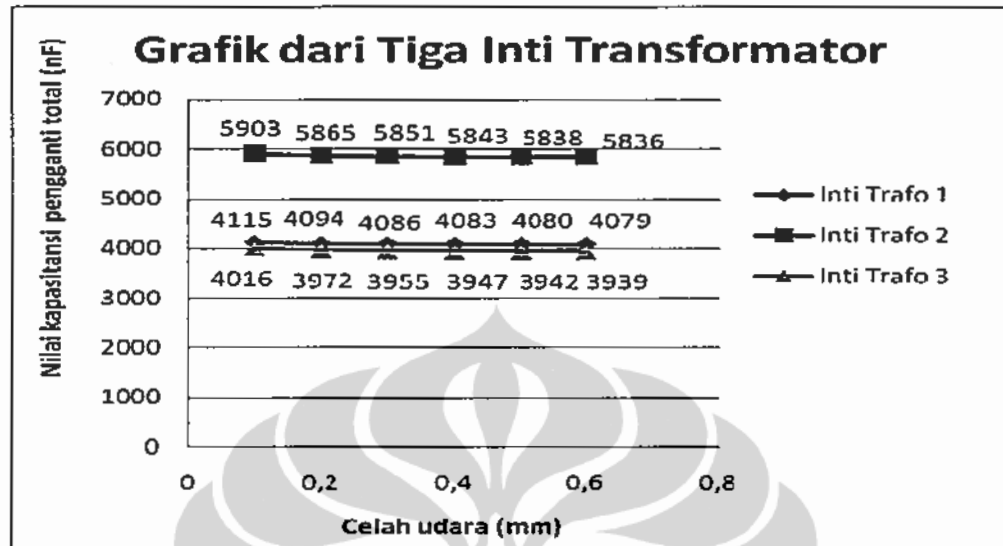
Dari tabel 3.3. dapat dibuatkan grafik kapasitans vs celah udara



Gambar 3.10. Grafik nilai kapasitans pengganti total dengan celah udara Inti magnet I

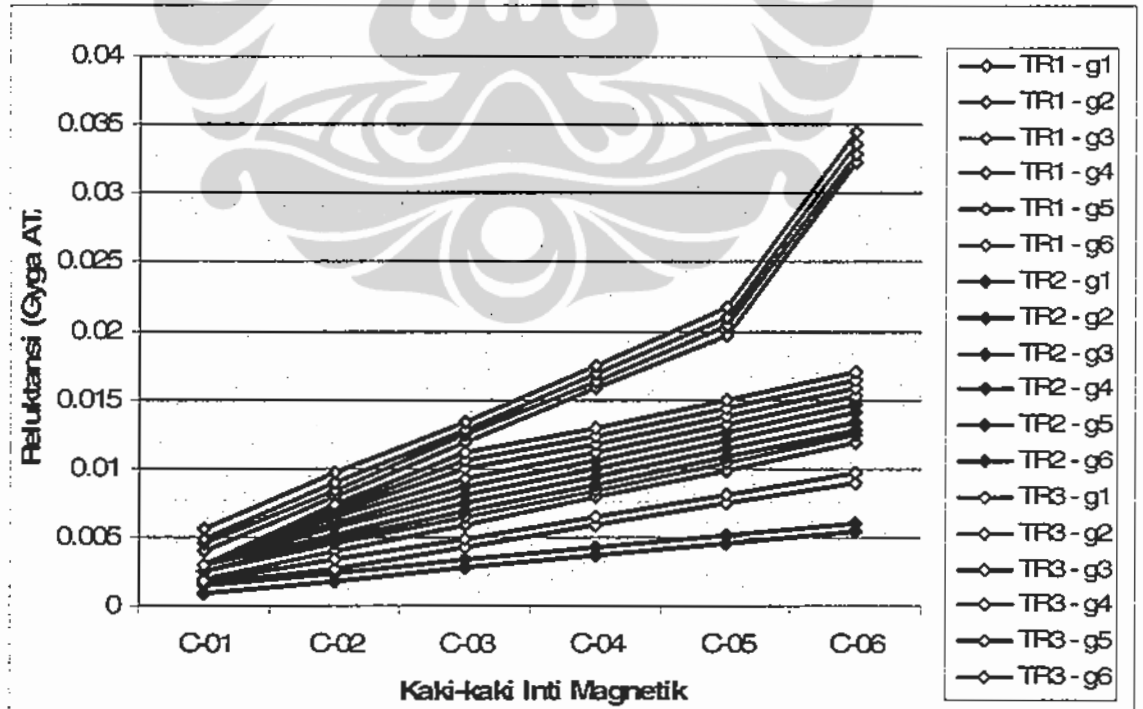
Pada Grafik 3.10. adalah nilai kapasitans pengganti total dari inti magnet I yaitu dengan semakin besar celah udara maka akan semakin kecil nilai kapasitansnya. Untuk model inti tipe II dan III ditabelkan dan dibuat Grafik seperti contoh tipe 1 diatas.

Dari Grafik 3.11. terlihat nilai kapasitansi inti magnet 1 hampir sama dengan inti magnet 3, sedang inti magnet 2 jauh lebih besar



Gambar 3.11. grafik dari tiga inti transformator

Bila tiga tipe celah magnet dari ketiga tipe inti magnet dapat digambarkan secara langsung untuk ketiga total celah dari masing - masing inti dapat dilihat dari gambar 3.13.



Gambar 3.12. Grafik Nilai reluktansi terhadap celah udara dari tiga tipe inti magnet. TR1 = model trafo 1, TR2 = model trafo 2 , TR3 = model trafo 3.

Grafik 3.12. Menunjukkan bahwa warna hijau nilai reluktans inti magnet tipe I, dari empat celah udaranya naik secara tidak linier, dan dua celah lagi linier. Sedang inti magnet tipe II warna merah dan tipe inti III warna biru, empat buah celah udara masing masing linier dan nilainya hampir sama, sedang dua celah lagi linier dan nilainya lebih kecil.

Pada Gambar 3.11. adalah nilai kapasitansi pengganti total dari tiga inti transformator yaitu dengan semakin besar celah udara maka akan semakin kecil nilai kapasitansnya.

3.3 Pemodelan Matematika Konverter Cuk dengan Gyrator Kapasitor Meredam Riak Arus Keluaran

Pemodelan Konverter Cuk Gyrator kapasitor seperti Gambar 3.8. model ini diperhatikan model matematiknya berdasarkan proses penyalaan dan pemadaman *switching*. Konverter Cuk Gyrator kapasitor untuk proses mode I dan mode II.

$$I_c = \frac{V_s}{R_G + \frac{1}{sC_1}} = \frac{V_s}{R_G} \left[\frac{s}{s + \frac{1}{R_G C_1}} \right] \quad (3-1)$$

3.3.1 Saat Saklar Padam $V_G = \text{padam} \rightarrow S = 0$

Pada saat BJT padam arus mengalir dari tegangan sumber V_s malalui R_G, C_1, D maka arus pada kapasitor C_1 dalam fungsi Laplace menjadi Persamaan 3-4. Pada saat ini tegangan pada dioda diasumsikan mendekati nol, dan tegangan pada titik 3-4 menjadi:

Jika $V_s = V_m/s$ (fungsinya *step*), maka:

$$V_{34} = \left[\frac{V_m}{R_G C_1} \right] \left[\frac{1}{s \left(s + \frac{1}{R_G C_1} \right)} \right] \quad (3-2)$$

$$V_{34} = I_c \frac{1}{sC_1} = \left[\frac{1}{R_G C_1} \right] \left[\frac{1}{s + \frac{1}{R_G C_1}} \right] \cdot V_s \quad (3-3)$$

Atau dengan *invers* Laplace :

$$V_{34} = R_G C_1 \left(1 - e^{-\frac{t}{R_G C_1}} \right) \quad (3-4)$$

$$V_{34}(t) = \left(1 - e^{-\frac{t}{R_G C_1}} \right) \quad (3-5)$$

Tegangan pada *node* 3 dan *node* 4 sama dengan tegangan pada kapasitor 1, maka persamaan (3-2) menjadi persamaan sbb :

$$V_{34}(t) = V_m \quad (3-6)$$

Tegangan pada titik 2-3 merupakan hasil kali antara arus kapasitor dengan tahanan Gyrator :

$$V_{23} = I_C R_G \quad (3-7)$$

Atau persamaan menjadi :

$$V_{23} = \frac{s}{s + \frac{1}{R_G C_1}} V_s \quad (3-8)$$

Dari tegangan Pada R_G dapat dianalisa berapa besar arus Gyrator yang akan dibuat dalam simulasi, yaitu sebagai berikut :

$$I_g = g \cdot V_{23} \quad (3-9)$$

$$I_g = \frac{sgV_s}{s + \frac{1}{R_G C_1}} \quad (3-10)$$

Masukkan persamaan (3-8) ke persamaan (3-9), menjadi persamaan (3-11)

Arus pada rangkaian magnet dapat diperoleh dari rangkaian magnet dimana arus magnet didalam rangkaian sama dengan arus yang melalui sumber tegangan seperti pada Gambar 3-6 (lihat halaman 28).

$$V_{12-10} = \frac{I_z}{sC_{p3}} = \frac{I_m}{sC_{p2}} \rightarrow I_m = \frac{C_{p2}}{C_{p3}} I_z \quad (3-11)$$

Arus sumber I_s merupakan penjumlahan arus yang melalui komponen magnet persamaan (3-11) dan arus yang melalui titik tegangan Z , I_z persamaan (3-11) atau sama dengan :

$$I_g = I_m + I_z = \frac{C_{p2} + C_{p3}}{C_{p3}} I_z \quad (3-12)$$

$$I_s = I_c \quad (3-13)$$

Atau

Dari Gambar rangkaian magnet juga diperoleh tegangan V_z :

$$V_z = \frac{I_z}{sC_{p3}} = \left[\frac{1}{s(C_{p2} + C_{p3})} \right] I_g \quad (3-14)$$

Atau bentuk lain dengan memasukkan persamaan (3-10) ke persamaan (3-14), diperoleh :

$$V_z = \frac{g}{C_{p2} + C_{p3}} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{R_G C_1}} V_s \quad (3-15)$$

Sedangkan arus pada CCVS atau arus pada hybrid ($H = 1/g$), $I_H = H \cdot V_z$, dari persamaan (3-14), diperoleh I_H sebelum dipengaruhi kapasitor 2 :

$$I_H = \left[\frac{gH}{C_{p2} + C_{p3}} \right] \left[\frac{1}{s + \frac{1}{R_G C_1}} \right] V_s \quad (3-16)$$

Arus *hybrid* sama dengan penjumlahan arus pada kapasitor 2, I_{C_2} dan arus beban I_R :

$$I_H = I_{C_2} + I_R \quad (3-17)$$

Tegangan beban R, adalah :

$$V_s = V_0 = \frac{I_{C_2}}{sC_2} = I_R \cdot R \quad (3-18)$$

Besar arus pada kapasitor 2 adalah :

$$I_{C_2} = RC_2 s I_R \quad (3-19)$$

Untuk arus *hybrid* yang dipengaruhi oleh kapasitor 2 diperoleh dari hasil substitusi persamaan (3-19) ke persamaan (3-17) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} I_H &= RC_2 s I_R + I_R \\ I_H &= [1 + RC_2 s] I_R \end{aligned} \quad (3-20)$$

Atau:

$$I_R = \left[\frac{\frac{1}{RC_2}}{s + \frac{1}{RC_2}} \right] \cdot I_H \quad (3-21)$$

Masukkan persamaan (3-16) ke persamaan (3-21), maka persamaan menjadi :

$$\begin{aligned} I_R &= \left[\frac{\frac{1}{RC_2}}{s + \frac{1}{RC_2}} \right] \left[\frac{gH}{C_{p2} + C_{p3}} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{R_0 C_1}} V_s \right] \\ I_R &= \left[\frac{gH}{(C_{p2} + C_{p3}) RC_2} \right] \left[\frac{1}{(s + \frac{1}{R_0 C_1}) s + \frac{1}{RC_2}} V_s \right] \end{aligned} \quad (3-22)$$

Atau :

$$I_R = \left[\frac{gH}{(C_{p2} + C_{p3})RC_2} \right] \left[\frac{1}{\left(s^2 + \left(\frac{1}{R_G C_1} + \frac{1}{RC_2} \right) s + \frac{1}{RR_G C_1 C_2} \right)} \right] \quad (3-23)$$

Jika persamaan (3-23) diselesaikan, maka akan kita peroleh persamaan dalam orde 2 dimodelkan sebagai berikut :

Frekuensi alami :

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{RR_G C_1 C_2}} \quad (3-24)$$

$$\zeta = \frac{\frac{1}{R_G C_1} + \frac{1}{RC_2}}{2\sqrt{\frac{1}{RR_G C_1 C_2}}} = \frac{R_G C_1 + RC_2}{2\sqrt{R_G RC_1 C_2}} \quad (3-25)$$

Redaman :

Dari persamaan (3-19) dan (3-23) karena I_{I1} sama dengan I_{C2} maka :

$$I_{C2} = \left[\frac{gH}{C_{p2} + C_{p3}} \right] \left[\frac{s}{\left(s + \frac{1}{R_G C_1} \right) \left(s + \frac{1}{RC_2} \right)} \right] \cdot V_s \quad (3-26)$$

3.3.2 Keadaan Gyrator Kapasitor Kontinyu setelah Kondisi Mula pada *switching on*.

Kondisi konverter Cuk pada saat *switching on*, maka kapasitor C_1 melepaskan muatan dengan arus I_x :

$$\begin{aligned} I_x &= \frac{V_{34}}{\left[\left[\frac{R}{sC_2} \right] + \left[\frac{1}{sC_1} \right] \right]} = \frac{V_{C1}}{\left[\frac{R \frac{C_1}{C_2} + R + \frac{1}{sC_2}}{sC_1 \left(R + \frac{1}{sC_2} \right)} \right]} \\ I_x &= \frac{\left[RC_1 s + \frac{C_1}{C_2} \right] V_{C1}}{\left[R \frac{C_1}{C_2} + R + \frac{1}{sC_2} \right]} = \frac{\left[RC_1 s + \frac{C_1}{C_2} \right] s}{\left[\left(R \frac{C_1}{C_2} + R \right) s + \frac{1}{C_2} \right]} V_{C1} \\ I_x &= \left[\frac{1}{R_G C_1} \right] \left[\frac{\left[RC_1 s^2 + \frac{C_1}{C_2} s \right]}{\left[\left(R \frac{C_1}{C_2} + R \right) s + \frac{1}{C_2} \right] \left[s + \frac{1}{R_G C_1} \right]} \right] V_s \end{aligned} \quad (3-27)$$

Sedangkan beban yang diberikan tahanan :

$$Z = \left[\left(R \frac{C_1}{C_2} + R \right) s + \frac{1}{C_2} \right] \left[s + \frac{1}{R_G C_1} \right] \quad (3-28)$$

Substitusi persamaan (3-22) dan persamaan (3-35) diperoleh arus beban seperti yang ditunjukkan persamaan yang dipengaruhi kapasitor 2 :

$$I_R = \left[\frac{\frac{1}{RC_2}}{s + \frac{1}{RC_2}} \right] I_X \quad (3-29)$$

Bila akan melihat pengaruh beban terhadap kapasitor 1 maka substitusi persamaan:

$$I_R = \left[\frac{1}{R R_G C_1 C_2} \right] \left[\frac{[RC_1 s^2 + \frac{C_1}{C_2} s]}{(s + \frac{1}{RC_2}) Z} V_s \right] \quad (3-30)$$

Dan arus pada persamaan (4-28) setelah dipengaruhi C_1 :

$$I_{C_2} = \left[\frac{1}{R_G C_1} \right] \left[\frac{[(RC_1 s^2 + \frac{C_1}{C_2}) s^2]}{(s + \frac{1}{RC_2}) Z} V_s \right]$$

$$I_R = \left[\frac{gH}{(C_{p2} + C_{p3}) RC_2} \cdot \frac{1}{(s + \frac{1}{R_0 C_1})(s + \frac{1}{RC_2})} V_s + 0 \right] \quad (3-31)$$

Pada saat *switchingnya* padam maka arus yang mengalir pada beban R adalah arus dari Gyrator.

Dan pada saat *switching* menyala maka arus pada beban dan kapasitor dari dua arah

$$I_R = \left[\frac{gH}{RC_2 (C_{p2} + C_{p3})} \right] \left[\frac{1}{s(s + \frac{1}{RC_2})} \right] V_s - \left[\frac{1}{R_G C_1 C_2} \right] \left[\frac{(RC_1 s + \frac{C_1}{C_2}) s^2}{(s + \frac{1}{RC_2}) Z} \right] V_s \quad (3-32)$$

$$I_{C_2} = \left[\frac{gH}{C_{p2} + C_{p3}} \right] \left[\frac{s}{(s + \frac{1}{R_0 C_1})(s + \frac{1}{RC_2})} \right] V_s + 0 \quad (3-33)$$

Dan arus pada kapasitor 2 :

$$I_{C2} = \left[\frac{gH}{C_{p2} + C_{p3}} \right] \left[\frac{1}{(s + \frac{1}{RC_2})} \right] V_s - \left[\frac{1}{R_G C_1} \right] \left[\frac{(RC_1 s + \frac{C_1}{C_2}) s^2}{(s + \frac{1}{RC_2}) Z} \right] V_s \quad (3-34)$$

Pada kondisi pemadaman berikutnya, arus beban R, merupakan penggunaan dari persamaan (3-23) dengan persamaan (3-33), sedangkan arus kapasitansnya merupakan hasil pengurangan persamaan (3-33) dengan persamaan (3-24) seperti persamaan berikut ini :

Arus beban

$$I_R = \left[\frac{gH}{(C_{p2} + C_{p3}) RC_2} \right] \left[\frac{1}{(s + \frac{1}{R_G C_1})(s + \frac{1}{RC_2})} \right] V_s - \left[\frac{1}{RR_G C_1 C_2} \right] \left[\frac{RC_1 s^2 + \frac{C_1}{C_2} s}{(s + \frac{1}{RC_2}) Z} \right] V_s \quad (3-35)$$

Arus pada kapasitor 2:

$$I_{C2} = \left[\frac{gH}{C_{p2} + C_{p3}} \right] \left[\frac{s}{(s + \frac{1}{R_G C_1})(s + \frac{1}{RC_2})} \right] V_s - \left[\frac{1}{R_G C_1} \right] \left[\frac{(RC_1 s + \frac{C_1}{C_2}) s^2}{(s + \frac{1}{RC_2}) Z} \right] V_s \quad (3-36)$$

Dari kedua penjelasan 3.3.2 dan 3.3.3 dapat dituliskan persamaan (3-22) dan (3-33) maka diperoleh arus beban selama proses, yaitu :

$$I_R = \left[\frac{gH}{RC_2} \right] \left[\frac{V_s}{s + \frac{1}{RC_2}} \right] \left[\frac{\frac{1}{(C_{p2} + C_{p3})}, \frac{1}{s}}{s + \frac{1}{R_G C_1}} \right] \quad (3-37)$$

Dari persamaan (3-26) dan (3-34), maka diperoleh arus kapasitor 2 :

$$I_{C2} = \left[\frac{gH}{C_{p2} + C_{p3}} \right] \left[\frac{Vs}{s + \frac{1}{RC_2}} \right] \left[\frac{s}{s + \frac{1}{R_G C_1}} \right], I \quad (3-38)$$

Maka tegangan beban adalah: $V_L = -R \cdot I_R$

$$V_L = \left[\frac{-gH}{C_2} \right] \left[\frac{Vs}{s + \frac{1}{RC_2}} \right] \left[\frac{\frac{1}{C_{p2} + C_{p3}}}{s + \frac{1}{R_G C_1}} \right], \frac{1}{s} \quad (3-39)$$

Admitansi Y menjadi :

$$y = g^2 r_p \quad (3-40)$$

Sedang pada konduktans Gyrtor berlaku persamaan :

$$g = \frac{-E + E \sqrt{1 + \frac{4}{E} V_s}}{2 r_p V_s} \quad (3-41)$$

Dimana saat hubung singkat akan sama dengan persamaan (3-43), kemudian disubstitusikan persamaan (3-42) ke persamaan (3-41) maka akan diperoleh persamaan (3-48) :

$$I_{sc} = \frac{E}{r_p} \quad (3-42)$$

$$g = \frac{-I_{sc}}{2 V_s} + \frac{I_{sc}}{2 V_s} \sqrt{1 + \frac{4 V_s}{E}} \quad (3-43)$$

atau

$$g = \frac{I_{sc}}{2 V_s} \left[\sqrt{1 + \frac{4 V_s}{E}} - 1 \right] \quad (3-44)$$

Arus saat hubung singkat pada persamaan :

$$i_s = V_s g^2 r_p + g E$$

$$\frac{\partial i_s}{\partial V_s} = g^2 r_p + 0 \quad (3-45)$$

Maka sensitivitas arus sumber terhadap tegangan sumbernya adalah :

$$S_{V_s}^{i_s} = \frac{\partial i_s V_s}{\partial V_s i_s} = g^2 r_p \left(\frac{V_s}{i_s} \right) \quad (3-46)$$

Dimana tegangan sumber adalah :

$$V_s = \frac{i_s - g E}{g^2 r_p} \quad (3-47)$$

Substitusikan persamaan (3-47) ke persamaan (3-46) sehingga diperoleh persamaan :

$$S_{V_s}^{i_s} = \frac{g^2 r_p \frac{i_s - g E}{g^2 r_p}}{i_s} = 1 - g \left(\frac{E}{i_s} \right) \quad (3-48)$$

Arus sumber seperti pada persamaan (3-48) dimana $i_a = i_s$:

$$i_a = V_s g^2 r_p + gE \quad (3-49)$$

Karena kepekaan arus sumber terhadap Gyator adalah :

$$S = \frac{\partial i_s}{\partial g} \frac{g}{i_s} \quad (3-50)$$

Masukkan persamaan (3-46) ke persamaan (3-50) sehingga diperoleh kepekaan arus sumber terhadap Gyator :

$$\frac{\partial i_s}{\partial g} = 2r_p V_s + E \quad (3-51)$$

Subtitusikan persamaan (3-54) dengan persamaan (3-53) diperoleh sensitivitas arus sumber terhadap Gyator :

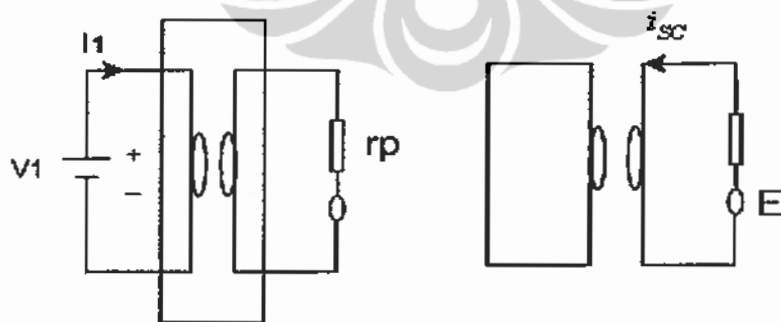
$$S = (2r_p g V_s + E) \left(\frac{g}{i_s} \right) \quad (3-52)$$

Kepekaan arus sumber i_o adalah :

$$S_{V_s}^{i_o} = 1$$

$$S_E^{i_o} = 0 \quad (3-53)$$

$$S_g^{i_o} = 1$$



Gambar 3.13. Sistem kepekaan arus sumber terhadap tegangan sistem

Pada kondisi ini beban dapat bekerja pada tegangan yang rendah dan sebanding terhadap tahanan dalam yang kecil dan magnetomotans tipe E.

$$\frac{i_{or_p}}{E} \rightarrow 0 \rightarrow g \rightarrow \frac{i_s}{E}$$

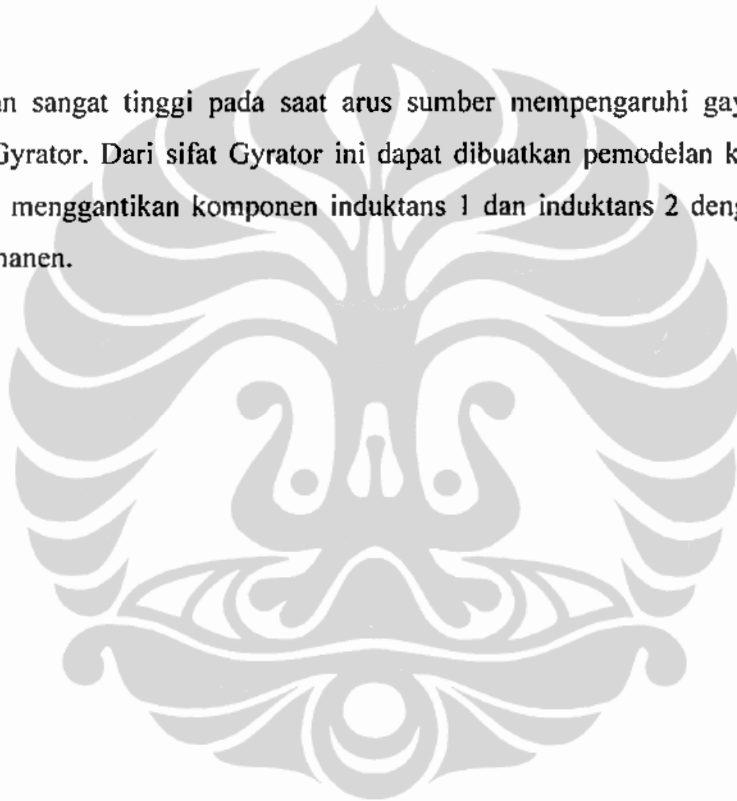
Kepekaan arus sumber terhadap tegangan sistem :

$$S_{V_s}^{i_s} \rightarrow 0$$

$$S_E^{i_s} \rightarrow 1$$

$$S_g^{i_s} \rightarrow 1$$

Kepekaan sangat tinggi pada saat arus sumber mempengaruhi gaya gerak listrik dan Gyrator. Dari sifat Gyrator ini dapat dibuatkan pemodelan konverter Cuk dengan menggantikan komponen induktans 1 dan induktans 2 dengan Inti magnet permanen.



BAB IV

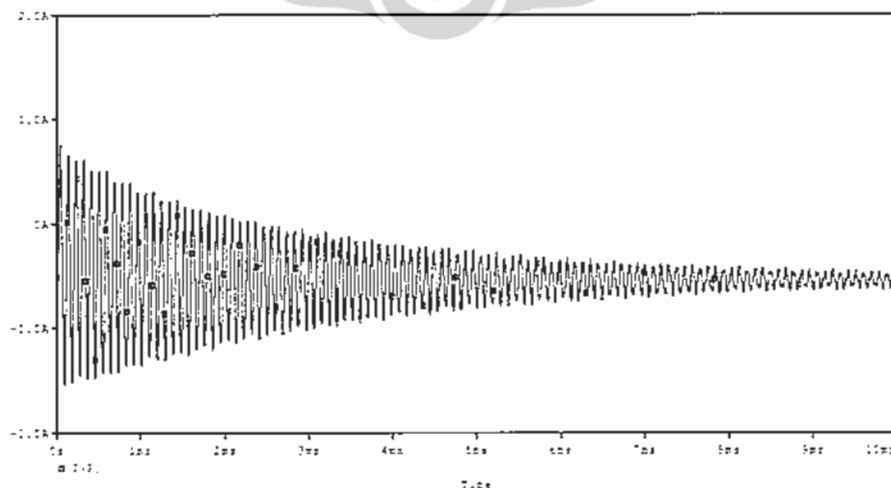
ANALISA SIMULASI PEMODELAN DAN PENGUJIAN ALAT

4.1 Simulasi Pemodelan

Simulasi pemodelan, menggunakan program PSpice versi 8.1. dimana komponen dari konverter Cuk, dipilih berdasarkan besaran masalah yang diambil disesuaikan dengan model yang ada dipasaran, agar model yang dipilih lebih akurat dipilih tiga model yang mendekati hasil perhitungan, seperti dibawah ini. komponen secara simulasi dipakai untuk sistem yang menggunakan dua inti magnet tipe E, dengan tiga celah udara dan empat inti magnet tipe E dengan enam celah udara.

4.1.1 Simulasi Dua Inti Tipe E dengan Tiga Celah Udara dan Empat Inti Tipe E dengan Enam Celah Udara

Dalam simulasi pemodelan dilakukan bertahap, dengan jalan mengambil beberapa komponen dalam sistem, sehingga terlihat berapa besar pengaruh satu parameter terhadap parameter lain. Secara keseluruhan terlihat riak arus keluaran Simulasi sebelum modifikasi rangkaian pendekatan konverter Cuk diperoleh bentuk sinyal keluaran seperti dibawah ini :



Gambar 4.1. Simulasi konverter Cuk

4.1.1.1 Langkah Perhitungan dan Pengujian

Pada sub bab ini diuraikan proses pengujian untuk konverter Cuk Gyrator kapasitor, dimana komponen L_1 dan L_2 dimodelkan dengan transformator Gyrator kapasitor atau sebagai magnetomotans F yang menggantikan sumber tegangan yang ditinjau sebagai Gyrator (G) atau sebagai sumber tegangan yang mengontrol oleh sumber arus (VCCS), kemudian sisi sekundernya ditinjau sebagai *Hybrid*

$H = 1/g$ yang berfungsi sebagai arus yang mengontrol oleh sumber tegangan (CCVS), dimana pada masing - masing belitan kumparan pada sisi primer maupun sekunder terdiri dari satu kawat yang dipuntir menjadi satu.

Inti transformator Gyrator kapasitor ditinjau sebagai rangkaian magnet yang dihitung besar reluktansinya, yang diperoleh dari setiap bagian dengan luas penampang yang berbeda yaitu dengan cara mengelompokkan bagiannya dari penampang yang sama. Setiap bagiannya dihitung dengan pendekatan kapasitans. Kemudian diperhitungkan pula bagian celah udara sebagai kapasitans celah udara.

Dari besarnya reluktans dan permeans sebagai pendekatan kapasitor diperoleh rangkaian magnet ekivalen yang dirubah menjadi bentuk rangkaian listrik ekivalen berdasarkan pendekatan rangkaian listrik dan rangkaian magnet yang diintegrasikan pada konverter Cuk, sehingga terbentuklah rangkaian konverter yang dilengkapi rangkaian Gyrator kapasitor kemudian dimodelkan dalam pemodelan PSpice seperti pada Gambar 4.1.

Panjang kawat belitan sisi primer $l_1 = l_2 = 3$ m. Jari-jari kawat kumparan sisi primer $r_1 =$ jari-jari kawat kumparan sisi sekunder r_2 , ini dibedakan menjadi tiga ukuran kawat kumparan yaitu $r_1 = r_2 = 4.10^{-4}$ m, 8.10^{-4} m, dan 16.10^{-4} m. Panjang efektif kawat belitan kumparan Primer $l_{1e} =$ panjang efektif kawat belitan kumparan sekunder $l_{2e} = 2,7$ m, ini diperoleh dari persamaan (2-15) dengan sudut fasanya 50° , tahanan jenis tembaga $\rho = 1,72.10^{-8}$ ohm/m, permeabilitas udara $\mu_0 = 4 \pi.10^{-7}$ Weber/amp, frekuensi $f = 25$ KHz, dan konduktivitas tembaga $\sigma = 5,8.10^7 \Omega/m$.

4.1.1.1.1 Rangkaian Ekuivalen Modifikasi Konverter Cuk dengan Tiga Konduktor

yang dipuntir untuk $r_1 = r_2 = 4 \cdot 10^{-4}$ m

Tahanan DC R_{D1} dari kawat belitan kumparan primer di berikan oleh persamaan (2-15) sebesar $0,1 \Omega$ dimana nilai tahanan arus searah R_D dianggap sebagai tahanan Gyrtator R_G . Tahanan AC kawat belitan kumparan Primer R_{A1} , diberikan oleh persamaan (2-11) sebesar $k_1=1,7$, karena $K_1 \geq 1$, maka tahanan AC dari kawat belitan kumparan primer R_{A1} diperoleh dari persamaan (2-15) sebesar $0,19 \Omega$.

Kebocoran induktans dalam dari kawat belitan kumparan primer L_{i1} , diberikan oleh persamaan (2-21) sebesar $1,09 \mu\text{H}$. Induktans bersama M diberikan oleh persamaan (2-20), karena $l_{1c} \leq l_{2c}$, maka M sama dengan $1,53 \mu\text{H}$. Induktans sendiri dari kawat belitan kumparan primer L_1 , diberikan oleh persamaan (2-21) sebesar $3 \mu\text{H}$.

Karena jari-jari kawat belitan kumparan primer $r_1 =$ jari-jari kawat belitan kumparan sekunder r_2 , panjang kawat belitan kumparan primer $l_1 =$ panjang kawat belitan kumparan sekunder l_2 , dan sudut puntir kawat belitan kumparan primer $\beta_1 =$ sudut puntir kawat belitan kumparan sekunder β_2 , maka tahanan DC dari kawat belitan kumparan primer $R_{D1} =$ tahanan DC kawat belitan kumparan sekunder R_{D2} , tahanan AC kawat belitan kumparan primer $R_{A1} =$ tahanan AC kawat belitan kumparan sekunder R_{A2} , kebocoran induktans dalam dari kawat belitan kumparan primer $L_{i1} =$ kebocoran dalam dari kawat belitan kumparan sekunder L_{i2} , dan induktansi sendiri dari kawat belitan kumparan primer $L_1 =$ induktans sendiri dari kawat belitan kumparan sekunder L_2 .

Rasio transformator sebelum dimodifikasi diperoleh dari persamaan (2-28) sebesar 36 %. Sedangkan efisiensi dari transformator untuk $R_L = 5 \Omega$ dengan perhitungan efisiensi berdasarkan persamaan (2-30) maka diperoleh 3,2 %, dimana sudut fasa Φ_1 dihitung pada persamaan (2-24) sebesar 66,26. Faktor kopling k antara kumparan primer dan sekunder, diberikan oleh persamaan (2-34), $k = 0,5$

4.1.1.1.2 Rangkaian Ekuivalen Modifikasi Konverter Cuk dengan 3 Konduktor

yang dipuntir untuk untuk $r_1 = r_2 = 8.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 16.10^{-4}$ m

Dengan perhitungan seperti di atas dan jari jari yang dipakai $r_1 = r_2 = 8.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 16.10^{-4}$ m maka didapat hasil yang ditabelkan seperti pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1. Nilai induktans dari kumparan transformator

R_1 (m)	R_{D1} (Ω)	R_{A1} (Ω)	L_{i1} (H)	M (H)	K	L_1 (H)
4.10^{-4}	0,1	0,19	$1,09.10^{-6}$	$1,53.10^{-6}$	0,5	3.10^{-6}
8.10^{-4}	0,026	0,095	$0,55.10^{-6}$	$1,37.10^{-6}$	0,6	$2,27.10^{-6}$
16.10^{-4}	0,0064	0,045	$0,28.10^{-6}$	$1,2.10^{-6}$	0,66	$1,83.10^{-6}$

Tabel 4.2. Nilai efisiensi transformator sebelum konduktor dipuntir

R_L (Ω)	R_L (Ω)	ϕ_1	C (%)	η (%)
4.10^{-4}	5	66,26	36	3,2
8.10^{-4}	5	82,1	48	4,3
16.10^{-4}	5	88,47	58	5

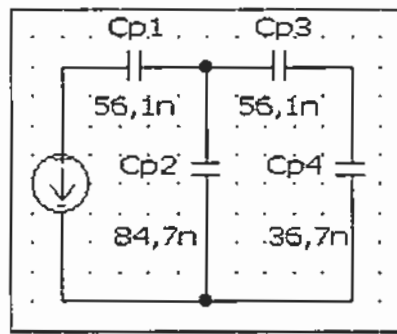
4.1.2 Perhitungan Efisiensi dan Nilai dari Rasio Inti Magnet

4.1.2.1 Perhitungan Efisiensi setelah Rangkaian Ekuivalen Konduktor

Transformator dipuntir dan Kerapatan Fluks Magnet untuk

$$r_1 = r_2 = 4.10^{-4} \text{ m}$$

Kerapatan fluks magnetik definisikan oleh persamaan (2-24) sebesar 0,16 kemudian kapasitansi pengganti diperoleh dari perhitungan kapasitans inti transformator:



Gambar 4.2. Rangkaian pengganti kapasitor dari inti magnet

Dari Gambar 4.2 merupakan gambar sumber arus yang dikontrol oleh sumber tegangan dari pendekatan rangkaian listrik yang dilakukan secara paralel dan seri C_p , sehingga diperoleh besar kapasitor total sebesar $36,79 \cdot 10^{-9}$ F. Tahanan pengganti R_p dengan dipengaruhi kapasitansi paralel dari persamaan (2-27) diperoleh sebesar $0,049 \Omega$, dengan kedalaman penembusan seperti persamaan (2-26) maka diperoleh kedalaman penembusan $4,18 \cdot 10^{-4}$ m.

Dengan memperhitungkan permeans ekivalen diperoleh dari persamaan(2-29), diperoleh tahanan ekivalen $4,14 \Omega$ dan reaktans ekivalen dari persamaan (2-32) sebesar $5,7 \cdot 10^{-3} \Omega$. Jadi rasio transformator dari persamaan (2-28) diperoleh sebesar $0,90$ atau sama dengan 90% . Sedangkan Efisiensi setelah rangkaian ekivalen transformator dimodifikasi dari persamaan (2-30) sebesar 81% . Dimana tahanan ekivalen pada sisi sekunder dari persamaan (2-28) setelah rangkaian dimodifikasi sebesar $0,87 \Omega$, pada tahanan ekivalen diperoleh dari persamaan (2-32) sebesar $0,17 \cdot 10^{-3} \Omega$, dan dari persamaan (2-31) diperoleh sudut antara V_1 dan I_1 sebesar $0,076^0$.kemudian semua parameter ditabelkan

4.1.2.2 Nilai dari Rasio Inti Magnet dimana Rangkaian Ekivalen Konduktor

setelah dipuntir untuk $r_1 = r_2 = 8 \cdot 10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 16 \cdot 10^{-4}$ m

Hasil perhitungan pada 4.1.2.1 dan 4.1.2.2 ditabelkan pada Tabel 4.3. dan

Tabel 4.3. Nilai dari rasio inti magnet dimana rangkaian ekivalen konduktor setelah dipuntir.

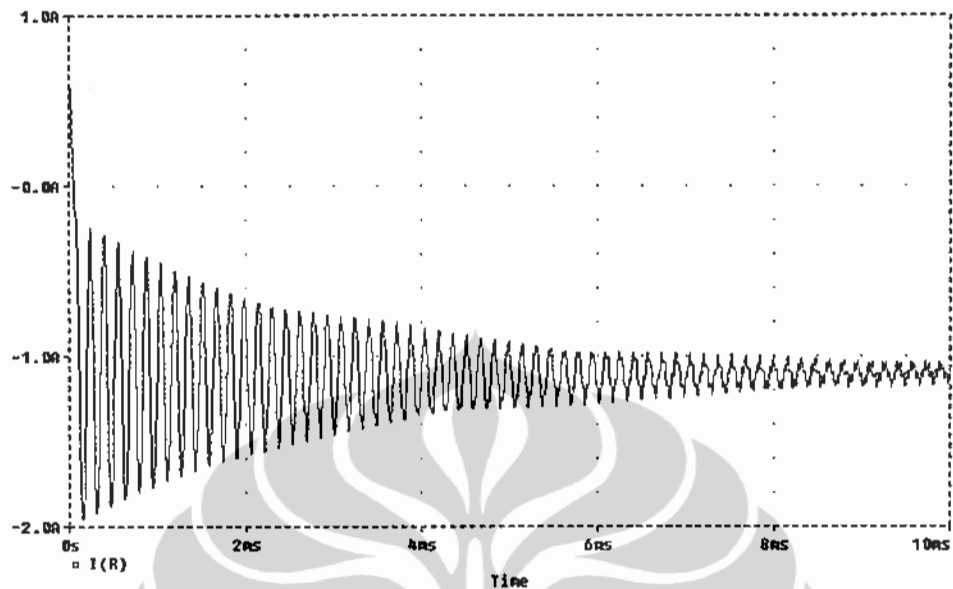
R (m)	B (Wb/m ²)	R _p (Ω)	R _L (Ω)	Rea ₁ (Ω)	Im ₁ (A)	C (%)
4.10 ⁻⁴	0,16	0,049	5	4,14	5,7.10 ⁻³	90
8.10 ⁻⁴	0,081	0,024	5	3,94	-0,72.10 ⁻³	95
16.10 ⁻⁴	0,046	0,0012	5	3,97	-1,3.10 ⁻³	94

Tabel 4.4. Nilai efisiensi ekivalen konduktor transformator setelah di puntir.

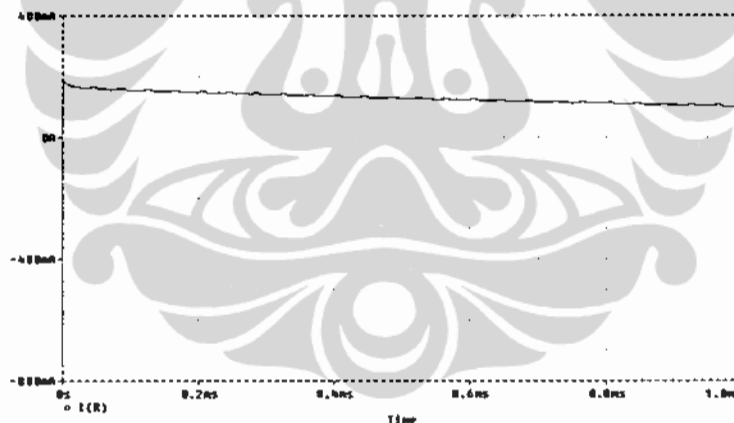
R (m)	R _L (Ω)	Rea ₂ (Ω)	Im ₂ (A)	(<V ₁ &I ₁)	η (%)
4.10 ⁻⁴	5	0,87	0,17.10 ⁻³	76.10 ⁻³	81
8.10 ⁻⁴	5	0,8	0,31.10 ⁻³	14.10 ⁻³	85
16.10 ⁻⁴	5	0,83	-0,043.10 ⁻³	17.10 ⁻³	92

4.1.3. Menguji dan Menganalisa Simulasi dengan Konverter Dua Inti Tipe E dengan Tiga Celah Udara berbeban R, L, C, RL, RC dan RLC.

Dengan gambar rangkaian seperti pada Gambar 2.1. diperoleh hasil simulasi seperti pada program (Konv1).



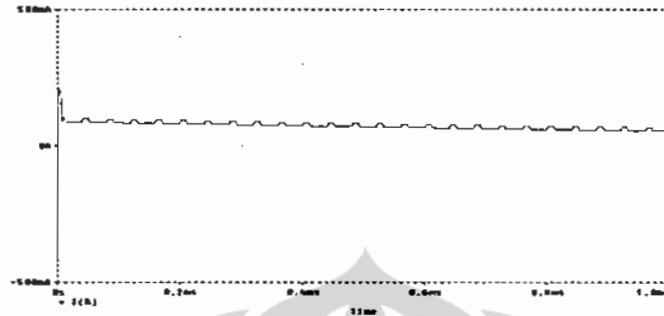
Gambar 4.3. Grafik keluaran konverter Cuk saat sebelum modifikasi



Gambar 4.4. Grafik arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_G = 0,0012 \text{ Ohm}$
(Program Gy Gyrator 3c)

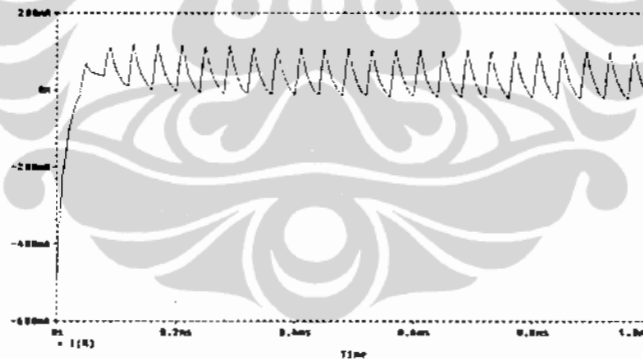
Dari Gambar 4.3. diatas arus keluaran beriak dan tidak mantap. Dari simulasi tanpa beban maka riak keluaran kecil 0.025 % lihat gambar grafik. Simulasi dua inti tipe E dengan tiga celah udara kondisi tanpa beban (Program Gy Gyrator 3c) Pada Program Gy Gyrator 2c, untuk $R_G = 0,0064 \text{ Ohm}$ diperoleh riak arus beban sebagai berikut (Gambar 4.5.) : Dengan waktu mantapnya $98 \mu\text{S}$.

Kemudian diperoleh arus Gyrator (Gambar 4.5) sebesar 12,87 mA dan Arus *Hybrid* mendekati nol, arus kapasitor pendekatan I_{CP1} , I_{CP2} , I_{CP3} , I_{CP4} (Grafik 4.4.) dengan besar arusnya 4,92 A, dengan waktu mantap: 13,89 μ S,



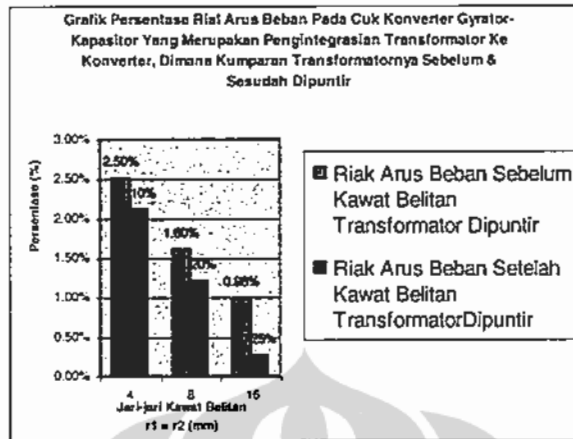
Gambar 4.5. Grafik Inti magnet E dan 3 celah udara dengan kondisi beban R

Setelah dibebani L, RL, RC dan RLC. Ternyata dua tipe inti magnet masih menunjukkan riak sekitar 2,3%, karena masih beriak maka model di hitung kembali. Sehingga memerlukan parameter baru agar diperoleh nilai Gyrator yang lebih kecil, nilai kapasitans yang lebih besar dan lainnya.



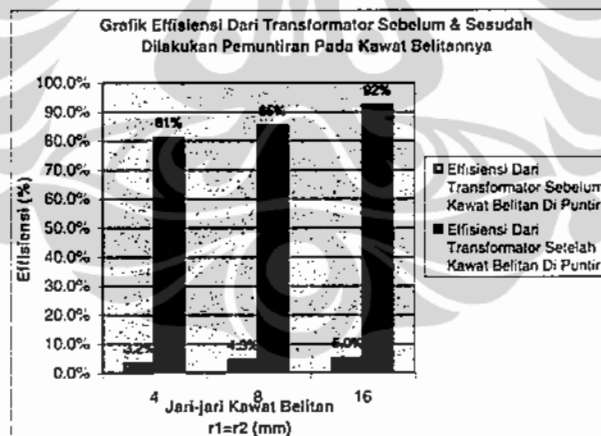
Gambar 4.6. Grafik arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_G = 0,026$ Ohm (Program Gy Gyrator b)

Dari nilai kapasitans yang dihitung, dan disimulasikan. Nilai magnetomotans bahan magnet ferit, serta celah udara. Diperoleh efisiensi setelah dimodifikasi. Efisiensinya menjadi lebih baik.



Gambar 4.7. Grafik persentase riak arus beban pada konverter Cuk

Grafik batang diatas menunjukkan ada pengecilan riak saat sebelum dan sesudah dimodifikasi. Gambar dibawah menunjukkan pengaruh riak sebelum kawat puntir dan sesudah di puntir.



Gambar 4.8 Grafik persentase efisiensi riak arus beban konverter Cuk

Dari kedua grafik poligon diperoleh sesudah modifikasi inti terjadi pengecilan riak, dengan di puntir, maka riak dapat diperkecil.

4.2 Langkah Perhitungan dan Pengujian

Pada bagian ini diuraikan proses pengujian untuk konverter Cuk Gyator kapasitor-kapasitor, dimana komponen L_1 dan L_2 dimodelkan dengan dua buah

inti magnet dengan tiga celah udara seperti transformator, yang dinamakan Gyrtator kapasitor, kumparan pada transformator sebagai magnetomotans F (gaya gerak listrik) yang menggantikan sumber tegangan yang ditinjau sebagai Gyrtator atau sebagai sumber arus yang mengontrol sumber tegangan (CCVS), kemudian sisi sekundernya ditinjau sebagai *Hybrid* $H = 1/g$ yang berfungsi sebagai sumber tegangan yang dikontrol oleh arus (VCCS) dimana pada masing - masing belitan kumparan pada sisi primer maupun sekunder terdiri dari satu, dua dan tiga kawat yang dipuntir menjadi satu.

Inti transformator ditinjau sebagai rangkaian magnet yang dihitung besar reluktansinya, yang diperoleh dari setiap bagian dengan luas penampang yang berbeda yaitu dengan cara mengelompokkan bagiannya dari penampang yang sama. Setiap bagiannya dihitung dengan pendekatan kapasitan. Kemudian diperhitungkan pula bagian celah udara sebagai kapasitans celah udara.

Dari besarnya reluktans dan permeans sebagai pendekatan kapasitor diperoleh rangkaian magnet ekivalen yang dirubah menjadi bentuk rangkaian listrik ekivalen berdasarkan pendekatan rangkaian listrik dan rangkaian magnet yang diintegrasikan pada konverter Cuk, sehingga terbentuklah rangkaian konverter yang dilengkapi rangkaian Gyrtator kapasitor kemudian dimodelkan dalam pemodelan PSpice seperti pada Gambar 4.1.

Penulis mengambil bahan untuk belitan dari bahan tembaga dengan parameter sebagai berikut, panjang kawat belitan sisi primer $l_1 = 0,75$ m, panjang kawat belitan sisi primer $l_2 = 0,75$ m, panjang kawat belitan sisi sekunder $l_3 = 1,125$ m, panjang kawat belitan sisi sekunder $l_4 = 1,125$ m. Jari - jari kawat kumparan sisi primer $r_1 = r_2 <$ jari-jari kawat kumparan sisi sekunder $r_3 = r_4$, ini dibedakan menjadi $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = 2,25 \cdot 10^{-4}$ m, $4,50 \cdot 10^{-4}$ m, dan $6,75 \cdot 10^{-4}$ m.

Panjang kawat belitan kumparan primer l_1 dan panjang kawat belitan kumparan sekunder l_2 untuk satu kumparan yaitu kawat belitan kumparan primer $l_1 = 0,75$ m dan kawat belitan kumparan sekunder $l_2 = 1,125$ m. Panjang efektif kawat belitan kumparan primer $l_{1e} = 0,340$ m dan kawat belitan kumparan sekunder $l_{2e} = 0,510$ m, ini diperoleh dari persamaan (2-33) dengan sudut fasanya 50° , sedangkan panjang efektif kawat belitan kumparan primer $l_{1e} = 0,360$ m dan kawat belitan kumparan sekunder $l_{2e} = 0,539$ m untuk tiga kumparan diperoleh dari persamaan (2-33)

dengan sudut fasanya 50° , Tahanan jenis tembaga $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8}$ Ohm/m, permeabilitas udara $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$ Weber/Amp, permeabilitas relatif $\mu_r = 10.000$ H/m, panjang kawat belitan kumparan primer dan panjang kawat belitan kumparan sekunder = 1,5 m, frekuensi $f = 25$ KHz, dan konduktivitas tembaga $\sigma = 5,8 \cdot 10^7$ Ω/m

4.2.1 Perhitungan Efisiensi sebelum Rangkaian Ekuivalen.

4.2.1.1 Perhitungan Efisiensi sebelum Rangkaian Ekuivalen Transformator dimodifikasi Kawat Belitan Tiga Kumparan untuk $r_1 = r_2 = r_3 = 2,25 \cdot 10^{-4}$ m

Tahanan DC R_{D1} dari kawat belitan kumparan primer dan R_{D2} dari kawat belitan kumparan sekunder di berikan oleh persamaan (2-15) dengan memasukan parameter konduktor maka diperoleh tahanan DC primer sendiri $R_{DP1} = 0,013$ Ω , tahanan DC primer terhadap sekunder $R_{DP2} = 0,013$ Ω , sehingga tahanan DC pada sisi primer $R_{DP} = 0,026$ Ω

Tahanan DC sekunder diperoleh dari konduktor sekunder dengan jalan yang sama maka diperoleh tahanan DC sekunder sendiri $R_{DS1} = 0,019$ Ω , tahanan DC pada sisi sekunder $R_{DS2} = 0,0195$ Ω , sehingga diperoleh $R_{DS} = 0,039$ Ω .

Nilai tahanan arus searah R_D dianggap sebagai tahanan Gyrtator R_G .

Tahanan AC kawat belitan kumparan primer R_{A1} dan kawat belitan kumparan sekunder R_{A2} , diberikan oleh persamaan (2-16) sehingga diperoleh $K_1 = 0,954$.

Karena $K_1 \leq 1$, maka tahanan AC dari kawat belitan kumparan primer R_{A1} dan kawat belitan kumparan sekunder R_{A2} dapat diperoleh dari persamaan (2-16) dimana $R_{A1} = 0,033$ Ω dan $R_{A2} = 0,050$ Ω .

Kebocoran induktans dalam dari kawat belitan kumparan primer L_{i1} dan kawat belitan kumparan sekunder L_{i2} diberikan oleh persamaan (2-16) diperoleh induktans primer dari kumparan itu sendiri, dimana induktans kebocoran primer itu sendiri dipengaruhi kumparan pada primer L_{i1P1} dan kumparan primer mempengaruhi kumparan sekunder L_{i1P2} sehingga induktans primer sebesar 0,387 μ H. Sedangkan induktans kebocoran sekunder merupakan penjumlahan antara

induktans kebocoran sendiri kumparan sekunder dan induktans kebocoran kumparan sekunder terhadap primer yang besarnya $0,579 \mu\text{H}$.

Induktans bersama M diberikan oleh persamaan (2-20) dimana $l_{1e} \leq l_{2e}$, maka muncul induktans M yang terdiri dari mutual induktans pada kumparan itu sendiri $M_{1.1}$ dan mutual induktans terhadap kumparan sekunder $M_{1.2}$ sebesar $0,475 \mu\text{H}$. Induktans sendiri dari kawat belitan kumparan primer L_1 dan kawat belitan kumparan sekunder L_2 , diberikan oleh persamaan (2-21) dan (2-22) dimana induktans primer terdiri dari induktans kumparan itu sendiri $L_{1.1}$ dan induktans primer terhadap sekunder $L_{1.2}$ sehingga induktans primer sama dengan $1,135 \mu\text{H}$, begitu juga dengan induktans sekunder L_2 sama dengan $1,736 \mu\text{H}$.

Karena jari-jari kawat belitan kumparan primer r_1 dan $r_2 <$ jari-jari kawat belitan kumparan sekunder r_3 dan r_4 , panjang kawat belitan kumparan primer l_1 dan $l_2 <$ panjang kawat belitan kumparan sekunder l_3 dan l_4 , dan sudut puntir kawat belitan kumparan primer $\beta_1 =$ sudut puntir kawat belitan kumparan sekunder β . Maka tahanan DC dari kawat belitan kumparan primer $R_{D1} <$ tahanan DC kawat belitan kumparan sekunder R_{D2} , tahanan AC kawat belitan kumparan primer $R_{A1} <$ tahanan AC kawat belitan kumparan sekunder R_{A2} , kebocoran induktans dalam dari kawat belitan kumparan primer $L_{j1} <$ kebocoran dalam dari kawat belitan kumparan sekunder L_{j1} , dan induktans sendiri dari kawat belitan kumparan primer $L_1 <$ induktans sendiri dari kawat belitan kumparan sekunder L_2 .

Rasio transformator sebelum dimodifikasi untuk $R_t = 5 \Omega$ diperoleh dari persamaan (2-28) sebesar $0,335$ atau sama dengan $33,5 \%$, efisiensinya dicari dengan persamaan (2-30) sebesar $0,028$ atau $2,8 \%$, dimana fluksi dari persamaan (2-24) diperoleh sebesar $86,48$. Kopling k antara kumparan primer dan sekunder diperoleh dari persamaan (3-34) sebesar $0,338$. Untuk perhitungan konduktor yang lainnya dilakukan seperti perhitungan diatas sehingga ditabelkan seperti Tabel 4.5

4.2.1.2 Perhitungan Efisiensi sebelum Rangkaian Ekivalen Transformator dimodifikasi Kawat Belitan Tiga Kumparan untuk $r_1 = r_2 = 4,50 \cdot 10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 6,75 \cdot 10^{-4}$ m.

Dari perhitungan ke tiga jari jari diatas di tabel kan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai induktansi, rasio dan efisiensi dari kawat belitan tiga kumparan transformator I sebelum dimodifikasi

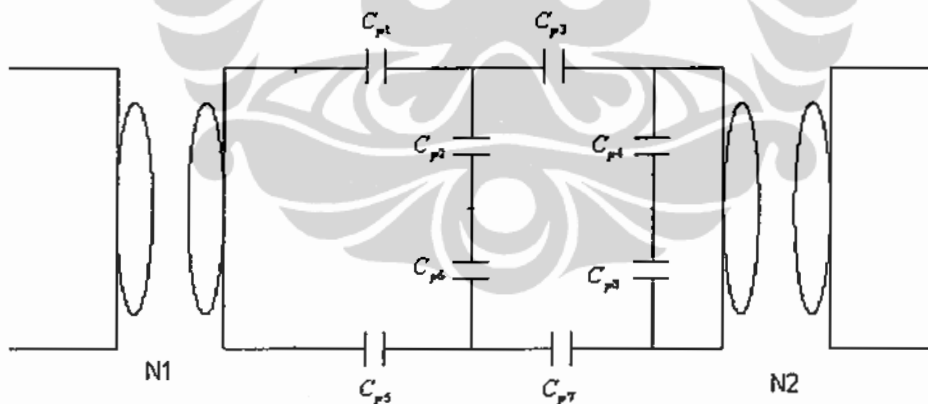
Nilai-nilai variabel kumparan ke tiga	r_1 (m)		
	$2,25 \cdot 10^{-4}$ m	$4,50 \cdot 10^{-4}$ m	$6,75 \cdot 10^{-4}$ m
R_{D1} (Ω)	0,026	0,006	0,003
R_{D2} (Ω)	0,039	0,010	0,004
R_{A1} (Ω)	0,033	0,013	0,009
R_{A2} (Ω)	0,050	0,022	0,012
L_{i1} (μ H)	0,387	0,236	0,158
L_{i2} (μ H)	0,579	0,353	0,236
M (μ H)	0,475	0,410	0,372
K	0,338	0,418	0,490
Nilai-nilai variabel kumparan ke tiga	r_1 (m)		
	$2,25 \cdot 10^{-4}$ m	$4,50 \cdot 10^{-4}$ m	$6,75 \cdot 10^{-4}$ m
L_1 (μ H)	1,135	0,789	0,608
L_2 (μ H)	1,736	1,219	0,947
R_L (Ω)	5	5	5
ϕ_1	87,48	88,40	88,51
C (%)	33,5	42,1	50,1
η (%)	2,8	3,9	4,4

4.2.2 Perhitungan Efisiensi setelah Rangkaian Ekivalen Inti Magnet pada Konverter Cuk.

Dengan mempertahankan besaran induktans sesuai dengan besarnya induktans pada konverter Cuk digantikan dengan tiga buah konduktor dalam kumparan primer dan sekunder. Modifikasi kawat belitan dengan tiga konduktor dimana jumlah total tiga induktans sama dengan induktans satu pada konverter Cuk.

Kawat belitan tiga konduktor untuk jari – jari $r_1 = r_2 = r_3 = 2,25 \cdot 10^{-4}$ m diperoleh kerapatan fluks magnetik seperti pada persamaan 2-25 sebesar 0,043 Wb. Dari gambar kapasitansi pendekatan seperti pada Gambar 4.9 diperoleh kapasitans pendekatan total yang dilakukan secara paralel dan seri sehingga diperoleh kapasitans ekivalen sebesar $4115 \cdot 10^{-9}$ F.

Kapasitans pengganti diperoleh dari perhitungan kapasitans inti magnet I :



Gambar 4.9 Gambar rangkaian pengganti kapasitans inti transformator I

Tahanan pengganti R_p , diperoleh dari persamaan (2-27) sebesar 0,052 dan kedalaman penembusan δ diperoleh dari persamaan (2-26) sebesar $4,18 \cdot 10^{-4}$ m. Dari tahanan R_p diatas dapat diperhitungkan tahanan ekivalensi pada sisi primer real dari persamaan (2-23) diperoleh sebesar $0,976 \Omega$ dan Induktans imajiner pada kumparan primer diperoleh dari persamaan (2-29) sebesar $-0,036$ A sehingga

rasio transformator yang mempunyai perbandingan langsung terhadap *duty cycle* konverter Cuk dari persamaan (2-28) sebesar 97,53%, sedangkan efisiensinya diambil dari persamaan (2-28) diperoleh 98,41 %. Untuk reaktansi ekivalen sekunder R_{en2} diperoleh dari persamaan (2-23) dan (2-29) sebesar 0,187 Ω dan I_{m2} sama dengan 0,039 A. Sudut V_1 dan I_1 diperoleh dari persamaan (2-31) dan (2-32) sebesar -13,89. Dari semua ukuran kawat dapat dihitung parameter seperti diatas yang kemudian hasilnya ditabelkan pada Tabel 4.6

Perhitungan Efisiensi Inti Magnet Tipe I setelah Rangkaian Ekivalen Inti Magnet pada Konverter Cuk untuk $r_1 = r_2 = 4,50.10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 6,75.10^{-4}$ m Dengan cara yang sama lihat hasilnya pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai rasio dan efisiensi dari kawat belitan tiga kumparan transformator I setelah rangkaian ekivalennya dimodifikasi

Nilai-nilai variabel tiga kumparan	r_1 (m)		
	$2,25.10^{-4}$ m	$4,50.10^{-4}$ m	$6,75.10^{-4}$ m
B (Wb/m^2)	0,043	0,020	0,011
R_p (Ω)	0,052	0,026	0,017
R_L (Ω)	5	5	5
Rea_1 (Ω)	0,976	0,864	0,715
Im_1 (A)	-0,036	-0,014	-0,008
C (%)	97,53	97,51	98,48
Rea_2 (Ω)	0,187	0,163	0,138
Im_2 (A)	0,039	0,017	0,009
($\angle V_1$ & I_1)	-13,89	-6,88	-4,37
η (%)	98,41	99,68	99,86

4.3 Kopling Elektromagnetik untuk mengakumulasikan Magnetomotans

Pada kumparan primer dan sekunder dimana kumparan ini berfungsi sebagai sumber energi magnetik yang bisa diperbesar maupun diperkecil sesuai dengan kebutuhan beban, dengan celah udara sebagai pembangkit energi magnetik, inti magnetik ferit juga berfungsi sebagai energi magnetik sehingga diperoleh pengakumulasian energi listrik. Penulis mengambil bahan untuk belitan dari bahan tembaga dengan parameter sebagai berikut:

Panjang kawat belitan sisi primer $l_1 = l_2 = 3$ m, Jari-jari kawat kumparan sisi primer $r_1 =$ jari-jari kawat kumparan sisi sekunder r_2 , ini dibedakan menjadi 3 ukuran kawat kumparan yaitu $r_1 = r_2 = 4.10^{-4}$ m, 8.10^{-4} m, dan 16.10^{-4} m.

Panjang efektif kawat belitan kumparan Primer $l_{1e} =$ panjang efektif kawat belitan kumparan sekunder $l_{2e} = 2,7$ m, ini diperoleh dari persamaan (2.33) dengan sudut fasanya 50° , tahanan jenis tembaga $\rho = 1,72.10^{-8}$ Ohm/m, permeabilitas udara $\mu_0 = 4 \pi.10^{-7}$ weber/amp, Frekuensi $f = 25$ KHz, dan Konduktivitas tembaga $\sigma = 5,8.10^7$ Ω/m

4.3.1 Perhitungan Efisiensi sebelum Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet dimodifikasi

Untuk menentukan nilai induktans pada sisi primer, sisi sekunder, *mutual* induktans, tahanan kawat, faktor kopling elektromagnetik, ditentukan oleh tiga macam kumparan, satu konduktor, dua konduktor yang puntir dan tiga kumparan yang di puntir. Dari model ini dapat dihitung efisiensi dari konverter Cuk.

4.3.1.1 Perhitungan Efisiensi sebelum Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet dimodifikasi untuk $r_1 = r_2 = 4.10^{-4}$ m

Tahanan DC R_{D1} dari kawat belitan kumparan primer di berikan oleh persamaan (2-15) dimana nilai tahanan arus searah R_D dianggap sebagai tahanan Gyrtator R_G . Tahanan AC kawat belitan kumparan Primer R_{A1} , diberikan oleh persamaan (2-35) sebesar $k_1 = 1,7$. Karena $K_1 \geq 1$, maka tahanan AC dari kawat belitan kumparan primer R_{A1} diperoleh dari persamaan 2-17 sebesar $0,19 \Omega$.

Kebocoran induktans dalam dari kawat belitan kumparan primer L_{i1} , diberikan oleh persamaan (2-18) sebesar $1,09 \mu\text{H}$. Induktans bersama M diberikan oleh persamaan (2-20), karena $l_{1e} \leq l_{2e}$, maka M sama dengan $1,53 \mu\text{H}$. Induktas sendiri dari kawat belitan kumparan primer L_1 , diberikan oleh persamaan (2-21) sebesar $3 \mu\text{H}$

Karena jari-jari kawat belitan kumparan primer $r_1 =$ jari-jari kawat belitan kumparan sekunder r_2 , panjang kawat belitan kumparan primer $l_1 =$ panjang kawat belitan kumparan sekunder l_2 , dan sudut puntir kawat belitan kumparan primer $\beta_1 =$ sudut memuntir kawat belitan kumparan sekunder β , maka tahanan DC dari kawat belitan kumparan primer $R_{D1} =$ tahanan DC kawat belitan kumparan sekunder R_{D2} , tahanan AC kawat belitan kumparan primer $R_{A1} =$ tahanan AC kawat belitan kumparan sekunder R_{A2} , kebocoran induktans dalam dari kawat belitan kumparan primer $L_{i1} =$ kebocoran dalam dari kawat belitan kumparan sekunder L_{i1} , dan induktans sendiri dari kawat belitan kumparan primer $L_1 =$ induktans sendiri dari kawat belitan kumparan sekunder L_2 .

Rasio transformator sebelum dimodifikasi diperoleh dari persamaan (2-28) sebesar 36 %. Sedangkan efisiensi dari transformator untuk $R_L = 5 \Omega$ dengan perhitungan efisiensi berdasarkan persamaan (2-30) diperoleh efisiensinya sebesar 3,2 %, dimana sudut fasa Φ_1 dihitung pada persamaan (2-24) sebesar 66,26. Faktor kopling k antara kumparan primer dan sekunder, diberikan oleh persamaan (2-35), $k = 0,5$.

4.3.1.2 Perhitungan Efisiensi sebelum Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet dimodifikasi untuk $r_1 = r_2 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ dan $r_1 = r_2 = 16 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

Dengan cara yang sama lihat hasilnya pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Nilai induktans dari kumparan transformator

R_l (m)	R_{Dl} (Ω)	R_{Al} (Ω)	L_{il} (H)	M (H)	K	L_l (H)
$4 \cdot 10^{-4}$	0,1	0,19	$1,09 \cdot 10^{-6}$	$1,53 \cdot 10^{-6}$	0,5	$3 \cdot 10^{-6}$
$8 \cdot 10^{-4}$	0,026	0,095	$0,55 \cdot 10^{-6}$	$1,37 \cdot 10^{-6}$	0,6	$2,27 \cdot 10^{-6}$
$16 \cdot 10^{-4}$	0,0064	0,045	$0,28 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	0,66	$1,83 \cdot 10^{-6}$

Tabel 4.8 Nilai efisiensi transformator sebelum dimodifikasi

R_l (Ω)	R_L (Ω)	ϕ_l	C (%)	η (%)
$4 \cdot 10^{-4}$	5	66,26	36	3,2
$8 \cdot 10^{-4}$	5	82,1	48	4,3
$16 \cdot 10^{-4}$	5	88,47	58	5

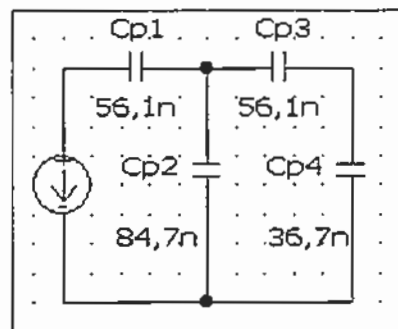
4.3.2 Perhitungan Efisiensi setelah Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet dimodifikasi

4.3.2.1 Perhitungan Efisiensi setelah Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet

dimodifikasi untuk Jari-jari Konduktor $r_1 = r_2 = 4 \cdot 10^{-4}$ m. untuk Dua inti Magnet dengan Tiga Celah Udara.

Kerapatan Fluks magnetik, definisikan oleh persamaan :

$$B = w^2(L_1 \cdot L_2 - M^2) = 0,16$$



Gambar 4.10 Kapasitans pengganti diperoleh dari perhitungan kapasitor inti transformator.

Dari Gambar 4.10 merupakan gambar sumber arus yang dikontrol oleh sumber tegangan dari pendekatan rangkaian listrik yang dilakukan secara paralel dan seri pada kapasitan pendekatan C_p , sehingga diperoleh besar kapasitor total sebesar $36,79 \cdot 10^{-9}$ F. Tahanan pengganti R_p dengan dipengaruhi kapasitansi paralel dari persamaan (2-27) diperoleh sebesar $0,049 \Omega$, dengan kedalaman penembusan seperti persamaan (2-26) maka diperoleh kedalaman penembusan $4,18 \cdot 10^{-4}$ m.

Dengan memperhitungkan permean ekivalen diperoleh dari persamaan (2-29), diperoleh tahanan ekivalen $4,14 \Omega$ dan reaktansi ekivalen dari persamaan (2-32) sebesar $5,7 \cdot 10^{-3} \Omega$. Jadi rasio transformator dari persamaan (2-28) diperoleh sebesar $0,90$ atau sama dengan 90% . Sedangkan efisiensi setelah rangkaian ekivalen transformator dimodifikasi dari persamaan (2-30) sebesar 81% .

Dimana tahanan ekivalen pada sisi sekunder dari persamaan (2-28) setelah rangkaian dimodifikasi sebesar $0,87 \Omega$ dan pada tahanan ekivalen diperoleh dari persamaan (2-32) sebesar $0,17 \cdot 10^{-3} \Omega$. Dari persamaan (2-31) diperoleh sudut antara V_1 dan I_1 sebesar $0,076^\circ$.

4.3.2.2 Perhitungan Ratio setelah Rangkaian Ekivalen Inti Magnet dimodifikasi untuk Jari-jari Konduktor $r_1 = r_2 = 8 \cdot 10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 16 \cdot 10^{-4}$ m.

Dengan cara yang sama seperti pada 4.3.2.1, hasilnya pada Tabel 4.9. dan Tabel 4.10. Untuk mencari rangkaian magnet dengan jari konduktor $r_1 = r_2 = 8 \cdot 10^{-4}$ m, diperoleh perubahan efisiensi sebelum modifikasi dan sesudah modifikasi.

Tabel 4.9 Rasio ekivalen rangkaian magnet setelah dimodifikasi

R (m)	B (Wb/m ²)	R_p (Ω)	R_L (Ω)	R_{e1} (Ω)	I_{m1} (A)	C (%)
$4 \cdot 10^{-4}$	0,16	0,049	5	4,14	$5,7 \cdot 10^{-3}$	90
$8 \cdot 10^{-4}$	0,081	0,024	5	3,94	$-0,72 \cdot 10^{-3}$	95
$16 \cdot 10^{-4}$	0,046	0,0012	5	3,97	$-1,3 \cdot 10^{-3}$	94

Tabel 4.10 Nilai efisiensi rangkai magnet setelah rangkaian dimodifikasi

R (m)	R_1 (Ω)	R_{e2} (Ω)	I_{m2} (A)	$\langle V_1 \& I_1 \rangle$	η (%)
$4 \cdot 10^{-4}$	5	0,87	$0,17 \cdot 10^{-1}$	$76 \cdot 10^{-1}$	81
$8 \cdot 10^{-4}$	5	0,8	$0,31 \cdot 10^{-1}$	$14 \cdot 10^{-1}$	85
$16 \cdot 10^{-4}$	5	0,83	$-0,043 \cdot 10^{-1}$	$17 \cdot 10^{-1}$	92

4.3.3 Perhitungan Efisiensi setelah Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet

dimodifikasi. Untuk jari - jari konduktor Untuk $r_1 = r_2 = 4,50 \cdot 10^{-4}$ m,

$r_1 = r_2 = 6,75 \cdot 10^{-4}$ m.

Untuk 2 inti magnet dengan 3 celah udara dengan satu konduktor, dua konduktor dan tiga konduktor

Dengan cara yang sama lihat hasilnya pada Table 4.11

Tabel 4.11 Nilai induktans dan efisiensi dari kawat belitan satu konduktor sebelum dimodifikasi

Jari-jari kumparan r_1 (m)	Nilai-nilai Variabel Satu Kumparan													
	R_{D1} (Ω)	R_{D2} (Ω)	R_{A1} (Ω)	R_{A2} (Ω)	L_{11} $\mu(H)$	L_{22} $\mu(H)$	M $\mu(H)$	K	L_1 $\mu(H)$	L_2 $\mu(H)$	R_t (Ω)	ϕ_1	C (%)	η (%)
$2,25 \times 10^{-4}$	0,081	0,122	0,103	0,156	0,403	0,604	0,499	0,340	1,184	1,815	5	83,8	33,2	1,7
$4,50 \times 10^{-4}$	0,020	0,030	0,043	0,065	0,245	0,368	0,432	0,422	0,823	1,275	5	85,81	42,2	2,5
$6,75 \times 10^{-4}$	0,009	0,013	0,028	0,040	0,164	0,246	0,392	0,494	0,635	0,992	5	86,36	50,3	2,9

4.3.4. Perhitungan Efisiensi setelah Rangkaian Ekuivalen Inti Magnet

dimodifikasi untuk Jari-jari Konduktor $r_1 = r_2 = 4,50 \cdot 10^{-4}$ m dan

$r_1 = r_2 = 6,75 \cdot 10^{-4}$ m.

Untuk dua inti magnet dengan tiga celah udara, dengan cara yang sama lihat hasilnya pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Nilai induktans dan Efisiensi dari kawat kumparan tiga konduktor sebelum dimodifikasi

Jari-jari kumparan r_1 (m)	Nilai-nilai Variabel Tiga konduktor puntir													
	R_{D1} (Ω)	R_{D2} (Ω)	R_{A1} (Ω)	R_{A2} (Ω)	L_{11} $\mu(H)$	L_{12} $\mu(H)$	M $\mu(H)$	K	L_{11} $\mu(H)$	L_{12} $\mu(H)$	R_1 (Ω)	ϕ_1	C (%)	η (%)
$2,25 \times 10^{-4}$	0,026	0,039	0,033	0,050	0,387	0,579	0,475	0,338	1,135	1,736	5	86,22	33,5	2,3
$4,50 \times 10^{-4}$	0,006	0,010	0,013	0,022	0,236	0,353	0,410	0,418	0,789	1,219	5	88,40	42,1	3,9
$6,75 \times 10^{-4}$	0,003	0,004	0,009	0,012	0,158	0,236	0,372	0,490	0,608	0,947	5	88,51	50,1	4,4

4.3.5. Nilai Rasio dan Efisiensi dari Kawat Belitan dua Konduktor Magnet Tipe I setelah Rangkaian Ekivalennya dimodifikasi

4.3.5.1. Nilai Rasio dan Efisiensi dari Kawat Belitan dua Konduktor Magnet Tipe I setelah Rangkaian Ekivalennya dimodifikasi pada Jari-jari $r_1 = r_2 = 4,50 \cdot 10^{-4}$ m dan $r_1 = r_2 = 6,75 \cdot 10^{-4}$ m.

Dengan cara yang sama lihat hasilnya pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Nilai rasio dan efisiensi dari kawat belitan dua konduktor magnet I setelah rangkaian ekivalennya dimodifikasi

Jari-jari kumparan R_1 (m)	Nilai-nilai variabel dua kumparan									
	B (Wb/m^2)	R_p (Ω)	R_1 (Ω)	Rea_1 (Ω)	Im_1 (A)	C (%)	Rea_2 (Ω)	Im_2 (A)	$(V_1 \& I_1)$	η (%)
$2,25 \times 10^{-4}$	0,038	0,050	5	1,424	-0,068	96,89	0,260	0,054	-14,47	97,78
$4,50 \times 10^{-4}$	0,017	0,025	5	1,235	-0,027	96,57	0,232	0,023	-6,91	98,46
$6,75 \times 10^{-4}$	0,009	0,017	5	1,146	-0,017	97,15	0,218	0,014	-4,52	98,69

4.3.5.2 Nilai Rasio dan Efisiensi dari Kawat Belitan Tiga Konduktor Inti Magnet I setelah Rangkaian Ekuivalennya dimodifikasi Reaktans Ekvivalen dan Imajiner Jari-jari $r_1 = r_2 = 4,50.10^{-4}$ m.

Dengan cara yang sama lihat hasilnya pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.17.

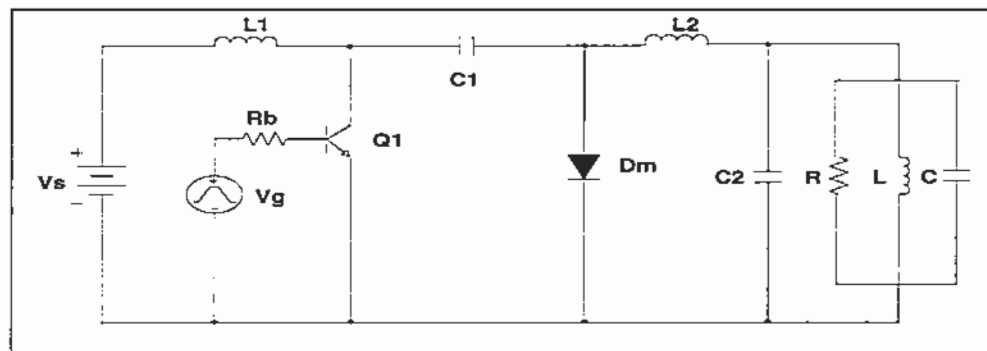
Tabel 4.14 Nilai rasio dan efisiensi dari kawat belitan tiga konduktor inti magnet I setelah rangkaian ekuivalennya dimodifikasi

Jari-jari kumparan r_1 (m)	Nilai-nilai variabel tiga konduktor									
	B (Wb/m ²)	Rp (Ω)	R _L (Ω)	Rea ₁ (Ω)	Im ₁ (A)	C (%)	Rea ₂ (Ω)	Im ₂ (A)	($\angle V_1 \& I_1$)	η (%)
$2,25 \times 10^{-4}$	0.043	0,052	5	1,019	-0,0363	93,4	0,178	0,0386	-31,66	98,8
$4,50 \times 10^{-4}$	0.019	0,026	5	0,864	0,0082	97,51	0,163	0,050	-5,41	99,21
$6,75 \times 10^{-4}$	0.011	0,017	5	0,718	0,005	98,08	0,138	0,009	-3,33	99,6

Konverter Cuk setelah dimodifikasi dengan pendekatan Gyrator kapasitor dan kopling elektromagnetik sebagai sumber tegangan yang dikendalikan oleh sumber arus CVVS dan sumber arus yang dikendalikan oleh sumber tegangan VCCS. Mengikuti proses kedua *mode* pada kondisi saklar menyala dan padam.

4.4 Menguji dan Menganalisa Konverter

Dengan gambar rangkaian seperti pada Gambar 4.11. diperoleh hasil simulasi seperti pada program (Konv1).



Gambar 4.11 Rangkaian konverter Cuk

Dengan data komponen sebagai berikut :

$V_s = 9$ Volt

$L_1 = 1,135 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 1,736 \mu\text{H}$, untuk $r_1 = 2,25 \cdot 10^{-4}$ m

$L_1 = 0,789 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 1,219 \mu\text{H}$, untuk $r_1 = 4,50 \cdot 10^{-4}$ m

$L_1 = 0,608 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 0,947 \mu\text{H}$, untuk $r_1 = 6,75 \cdot 10^{-4}$ m

$C_1 = 200 \mu\text{F}$

$C_2 = 220 \mu\text{F}$, $I_c = -3$ V

$R_L = 5 \Omega$

$D_m = D_{\text{mod}}$

$S = Q =$ Bipolar Junction Transistor (BJT) 2N6546

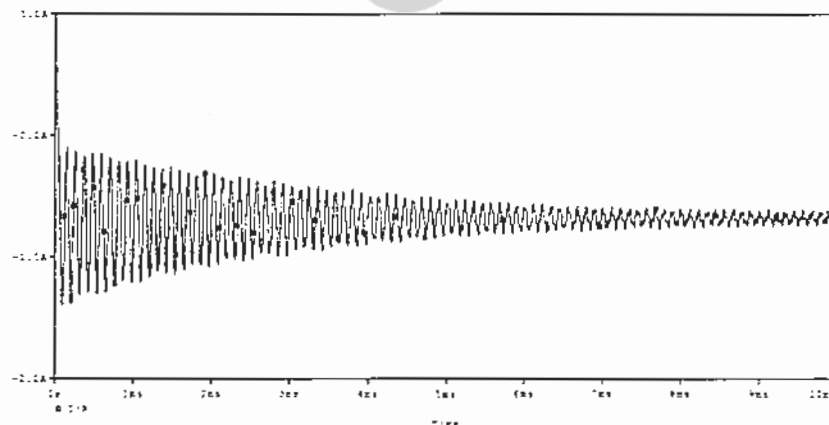
Tipe 2N6546 sebagai saklar pengaturan frekuensi, pengisian, dan pelepasan muatan pada kapasitor dan induktor, frekuensi saklar dimodelkan dengan suatu rangkaian pulsa tegangan dengan frekuensi 25 KHz.

Pulsa diberikan dengan magnitude 40 Volt, arus BJT dibatasi dengan tahanan basis 25 Ohm. Pada proses simulasi, waktu yang diperlukan disesuaikan agar dapat melihat bagaimana respon keadaan tunak arus pada beban R dan arus pada kapasitor C_2 . Pada Konverter Cuk :

- a. Untuk $r_1 = 2,25 \cdot 10^{-4}$ m dengan $L_1 = 1,135 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 1,736 \mu\text{H}$, diperoleh riak arus beban:

$$\Delta I = ((-2,2578) - (-2,6047)) / (-2,2578) \cdot 100 \% = 17,29 \%$$

waktu mantapnya 2,8 ms (Gambar 4.12. Program 1),

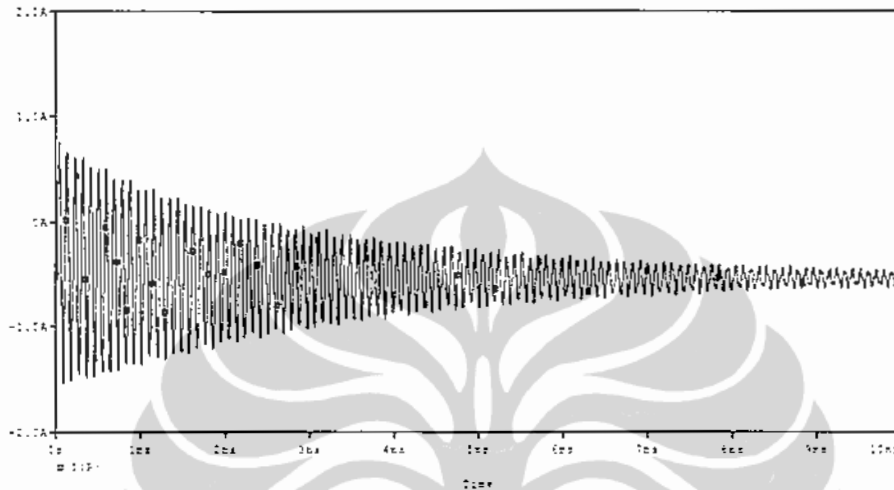


Gambar 4.12. Grafik arus beban I_R terhadap waktu untuk $L_1 = 1,135 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 1,736 \mu\text{H}$ dari $r_1 = 6,75 \cdot 10^{-4}$

- b. Untuk $r_1 = 4,50 \cdot 10^{-4}$ m dengan $L_1 = 0,789 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 1,219 \mu\text{H}$, diperoleh riak arus beban:

$$\Delta I = ((-2,1568) - (-2,6121)) / (-2,1568) \cdot 100 \% = 21 \%$$

waktu mantapnya 1,6 ms, (Gambar 4.13. Program 2)

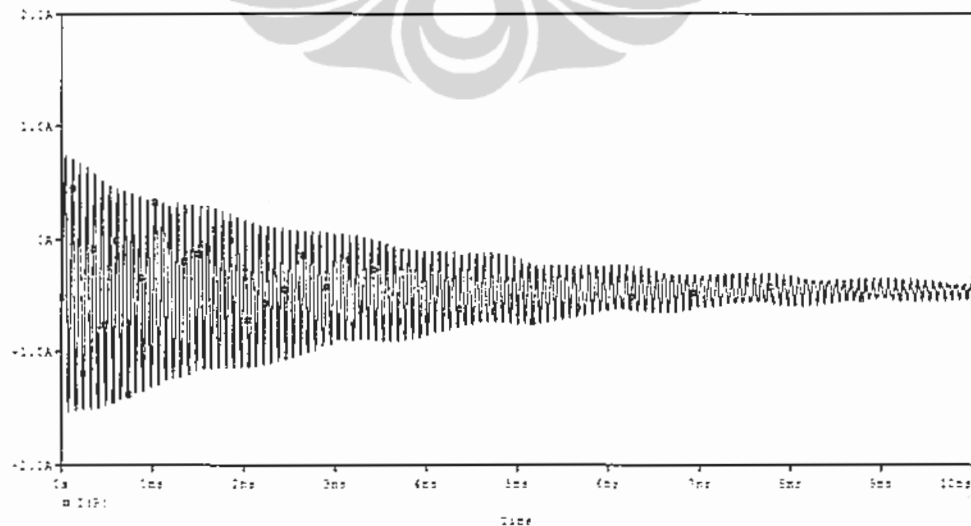


Gambar 4.13 Grafik arus beban I_R terhadap waktu untuk $L_1 = 0,789 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 1,219 \mu\text{H}$ dari $r_1 = 4,50 \cdot 10^{-4}$ m (Program 2)

- c. Untuk $r_1 = 6,75 \cdot 10^{-4}$ m dengan $L_1 = 0,608 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 0,947 \mu\text{H}$, diperoleh riak arus beban:

$$\Delta I = ((-1,5922) - (-1,7668)) / (-1,5922) \cdot 100 \% = 10,11 \%$$

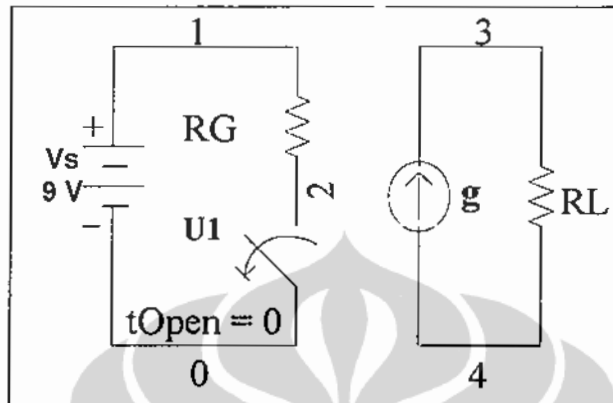
waktu mantapnya 5,8ms, (Gambar 4.14. Program 3)



Gambar 4.14 Grafik arus beban I_R terhadap waktu untuk $L_1 = 0,608 \mu\text{H}$ dan $L_2 = 0,947 \mu\text{H}$ dari $r_1 = 6,75 \cdot 10^{-4}$ m

4.4.1 Analisa Gyrator

Untuk Gyrator diperlukan spesifikasi sesuai dengan Gambar 4.15, berikut ini:



Gambar 4.15 Gyrator dengan beban R

Dengan data komponen sebagai berikut :

$$V_s = 9 \text{ Volt}$$

$$R_{g1} = 0,026 \text{ Ohm dan } R_{g2} = 0,039 \text{ Ohm, untuk } r = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$R_{g1} = 0,006 \text{ Ohm dan } R_{g2} = 0,010 \text{ Ohm, untuk } r = 4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$R_{g1} = 0,003 \text{ Ohm dan } R_{g2} = 0,004 \text{ Ohm, untuk } r = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$g = 0,5$$

$$R_L = 5 \text{ Ohm}$$

g = Konstanta Gyrator berfungsi sebagai sumber tegangan yang diatur oleh arus (CCVS) dan H = konstanta Gyrator yang berfungsi sebagai sumber arus yang dikontrol oleh tegangan (VCCS).

Induktans L_1 dan L_2 dimodifikasikan dengan konstanta g dan H yaitu: $L = N^2/\wp$. Dimana L kita ambil dari perhitungan terdahulu. Harga permeans \wp diperoleh dari pemodelan inti maka kita peroleh jumlah belitan yang ekivalennya terhadap magnetomotans (Gaya Gerak Listrik).

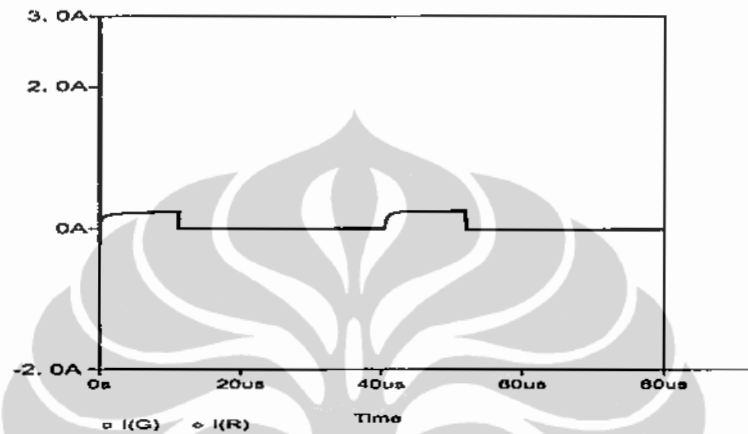
$$F = N i$$

$$i_1 = g V_2$$

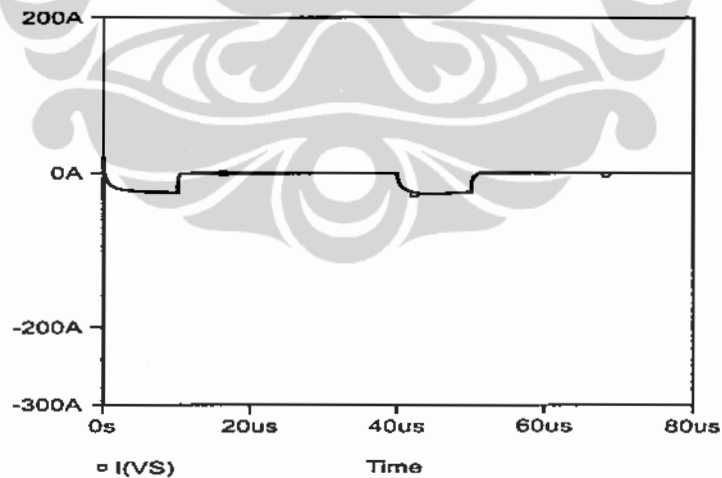
$$I = \Phi$$

$$F = N$$

Analisa dilakukan dengan pengaruh besar waktu yang dapat menunjukkan respon keadaan tunak, meskipun tidak merubah frekuensi yang semula. Bisa dilihat hasilnya pada gambar 4.16. Prog. Gy-Lam C1a. Untuk melakukan pengukuran, sistem kita berikan pada frekuensi 25 KHz pada tegangan masukan 9 Volt.



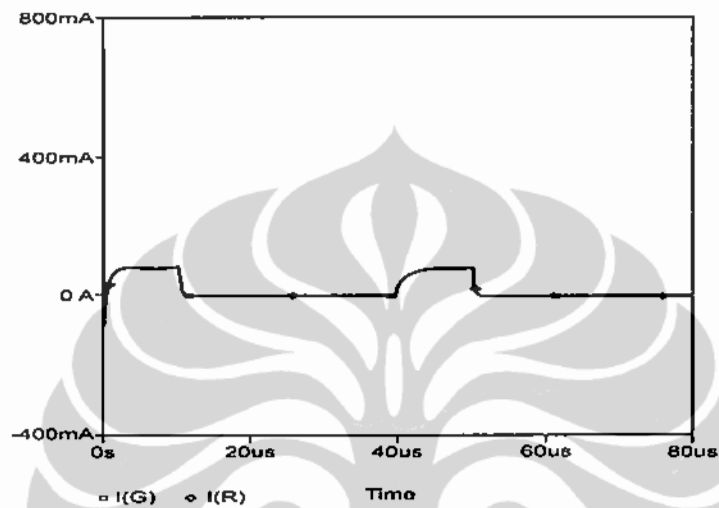
Gambar 4.16 Grafik arus beban I_R dan arus Gyrator I_G terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ dari $r_1 = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (Program 4).



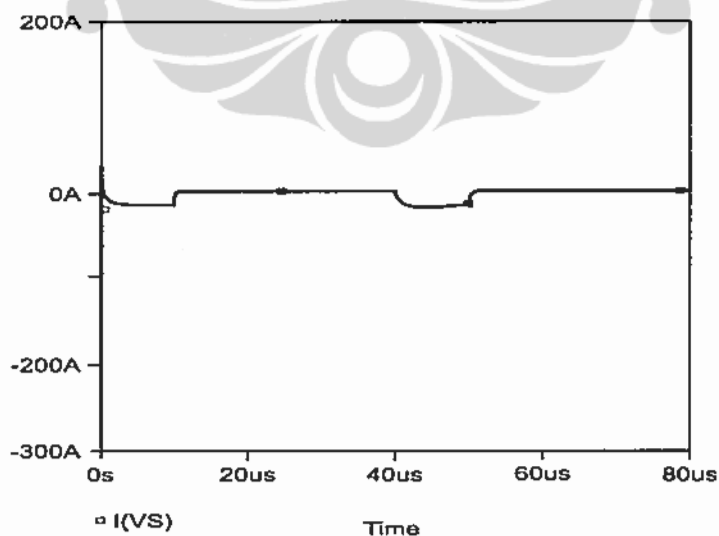
Gambar 4.17 Grafik arus pada sumber tegangan dan arus Gyrator terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ dari $r_1 = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

Dari hasil analisa Gambar 4.16. dan 4.17. (Program 4) diperoleh arus Gyrator tanpa dipengaruhi komponen lain, maka bentuknya menyerupai pulsa yang

besarnya 0,149 Amper (dimulai dari nol). Penyalan dan pemadaman pada arus Gyrator sama dengan penyalan dan pemadaman pada arus beban. Penyalan dan pemadaman arus sumber merupakan kebalikan penyalan pulsa pada arus Gyrator maupun pada beban.

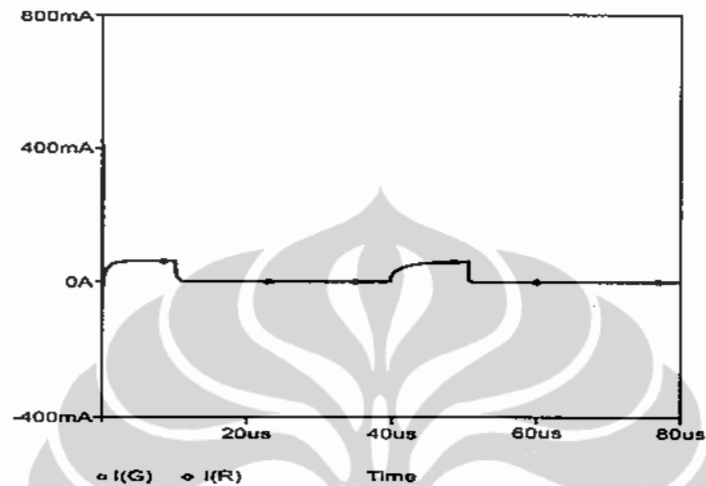


Gambar 4.18 Grafik arus Gyrator I_G dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ dari $r_1 = 4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (Program 5).

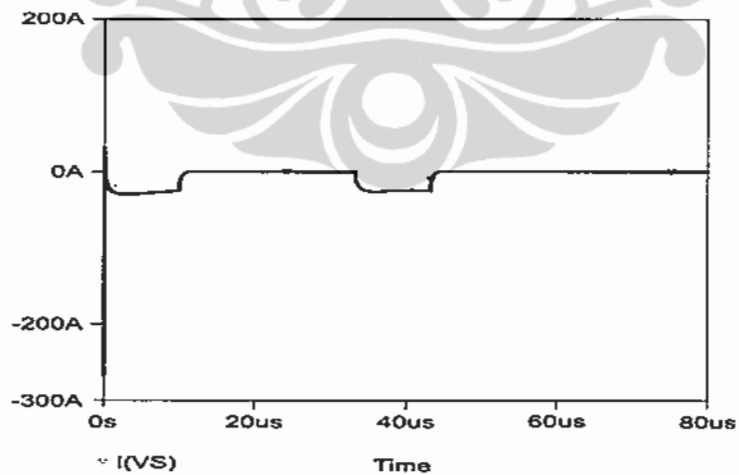


Gambar 4.19 Grafik arus sumber I_{VS} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ dari $r_1 = 4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (Program 5).

Dari hasil analisa Gambar 4.18 dan 4.19 (Program 5) dimana $R_{G1} = 0,006$ Ohm dan $R_{G2} = 0,010$ Ohm maka diperoleh arus Gyrator sebesar 61,135 mA, dan arus bebannya sama dengan arus Gyrator.



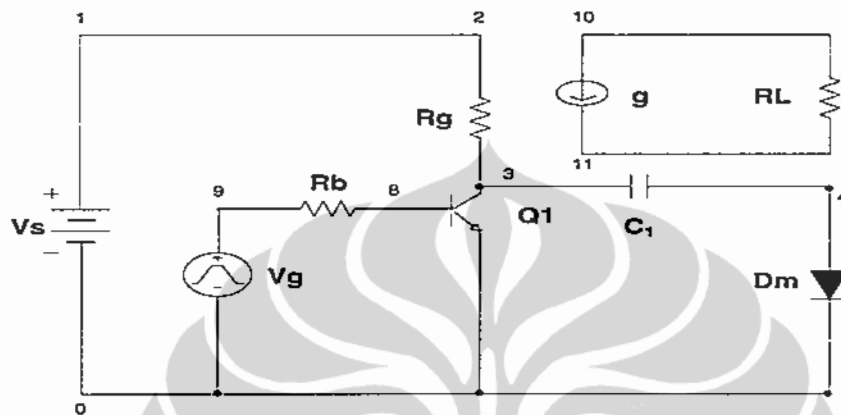
Gambar 4.20. Grafik arus Gyrator I_G dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ dari $r_1 = 6,75 \cdot 10^{-4} m$ (Program 6).



Gambar 4.21 Grafik arus sumber I_{V_s} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ dari $r_1 = 6,75 \cdot 10^{-4} m$ (Program 6).

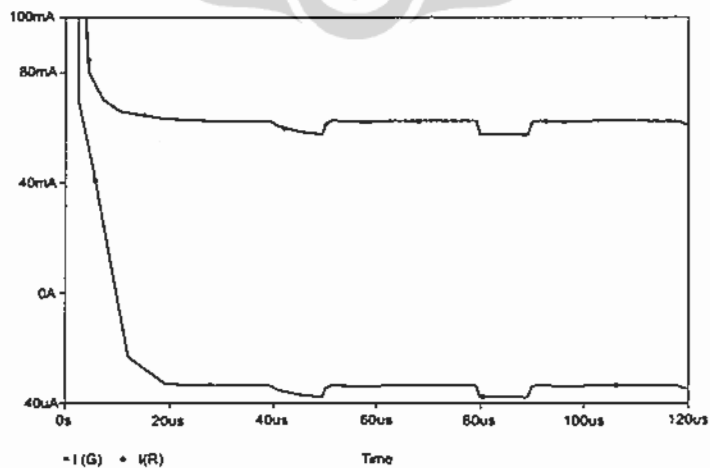
Dari hasil analisa Gambar 4.20 dan 4.21 (Program 6) dimana $R_{G1} = 0,003$ Ohm dan $R_{G2} = 0,004$ Ohm maka diperoleh arus Gyrator sebesar 30,658 mA, dan arus bebannya sama dengan arus Gyrator.

Apabila ditambahkan komponen penyearah, BJT dan kapasitor 1 maka analisa yang kita buat sama seperti pada Gambar 4.22, seperti berikut:



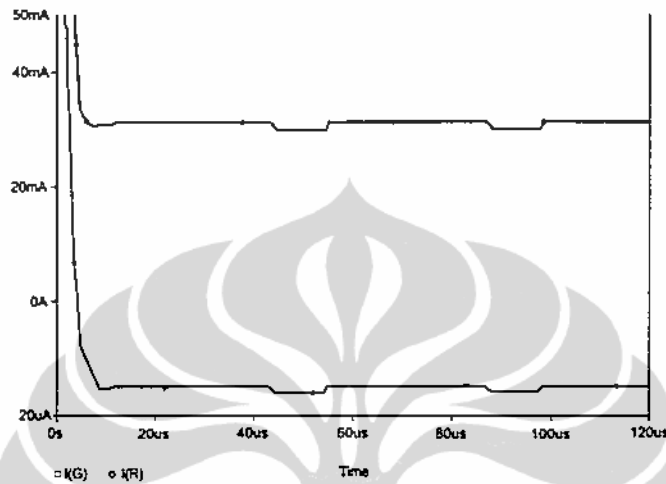
Gambar 4.22 Gyrator beban R dilengkapi penyearah BJT dan kapasitor

Maka dari hasil analisa Gambar 4.22. diperoleh pengaruh komponen terhadap Gyrator, terutama nilai tahanan R_G , dimana untuk $R_{G1} = 0,026$ Ohm dan $R_{G2} = 0,039$ Ohm arus pada Gyrator masih berbentuk pulsa tetapi tidak sempurna, seperti ditunjukkan grafik pada Gambar 4.23. Pada saat pemadaman tidak dimulai dari nol, tetapi dimulai pada 42,212 mA, dan arus maksimumnya pada 278,549 mA sedang arus beban masih sama seperti arus Gyrator yaitu sebagai berikut;



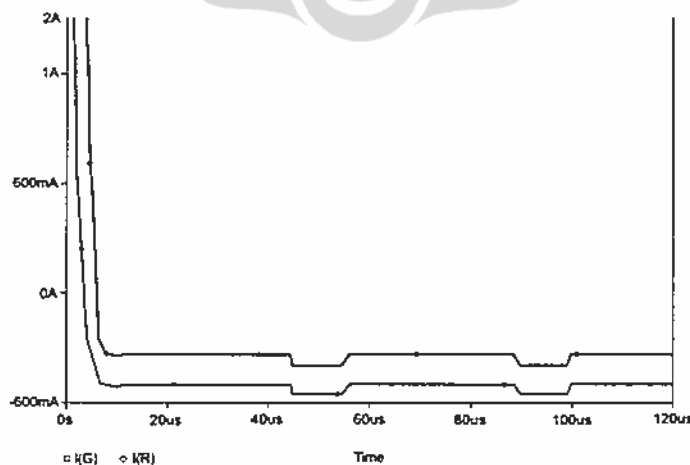
Gambar 4.23 Grafik arus Gyrator I_G dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$, untuk $r = 2,25 \cdot 10^{-4}$ m (Program 7)

Hasil simulasi untuk $R_{G1} = 0,006 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,010 \text{ Ohm}$, I_G dan I_R seperti pada Gambar 4.24, pada saat pemadaman tidak dimulai dari nol, tetapi dimulai pada $37,076 \mu\text{A}$, dan arus maksimumnya pada $62,55 \text{ mA}$ sedang arus beban masih sama seperti arus Gyrator yaitu sebagai berikut;



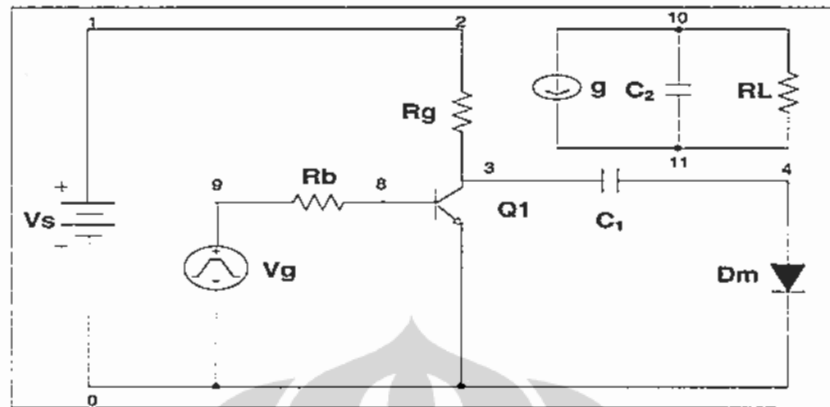
Gambar 4.24 Grafik arus Gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$, untuk $r = 4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (Program 8).

Hasil simulasi untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$, I_g dan I_R seperti Gambar 4.25, pada saat pemadaman tidak dimulai dari nol, tetapi dimulai pada $16,472 \mu\text{A}$, dan arus maksimumnya pada $32,134 \text{ mA}$ sedang arus beban masih sama seperti arus Gyrator yaitu sebagai berikut;



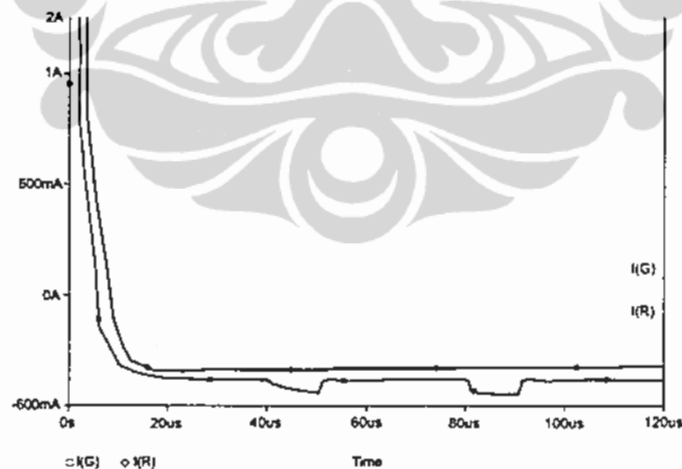
Gambar 4.25 Grafik arus Gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$, untuk $r = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (Prog. 9)

Bila Gyrator diberi beban C_2 dan R_L , maka gambar menjadi sebagai berikut ;



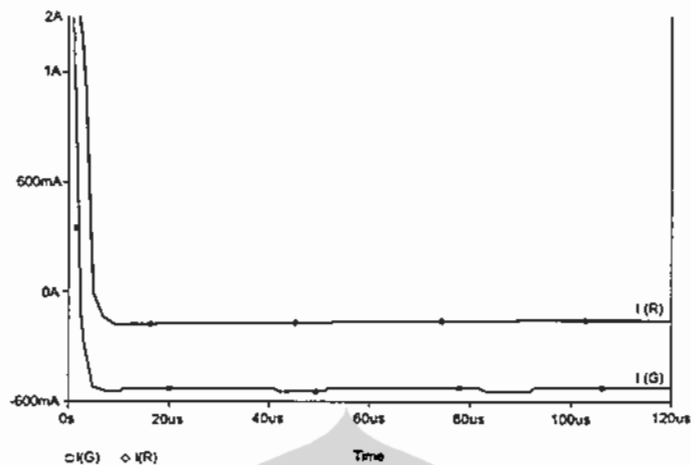
Gambar 4.26 Gyrator dengan beban R_L dan C_2

Pada Gambar 4.26 Gyrator sendiri tidak menunjukkan perubahan artinya bentuk dan besar arus Gyratornya masih seperti pada saat berbeban tahanan R_L saja, tetapi justru yang menunjukkan perubahan pada bebannya, dimana pada arus bebannya sudah berbentuk *transient* dan besar arusnya untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$ dimulai dari $-599,834 \text{ mA}$ dan arus beban maksimumnya $-450,984 \text{ mA}$ yaitu sebagai berikut ;



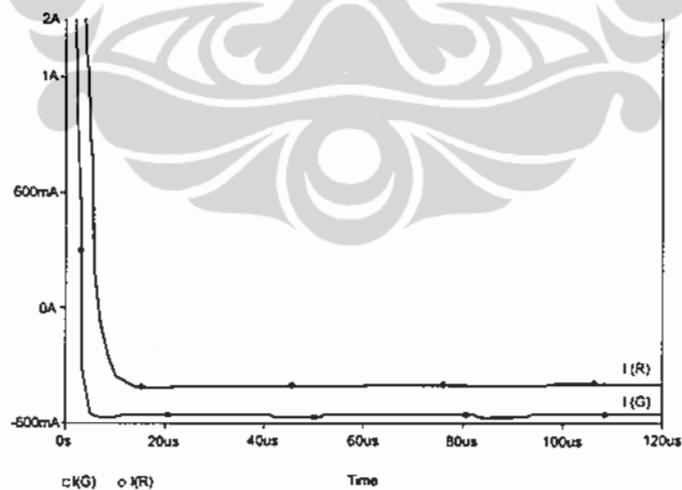
Gambar 4.27 Grafik arus Gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ } \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ } \Omega$ (Program 10).

Pada Gambar 4.28 hasil simulasi untuk $R_{G1} = 0,006 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,010 \text{ Ohm}$ dimulai dari $-599,838 \text{ mA}$ dan arus beban maksimumnya $-488,579 \text{ mA}$, diperoleh grafik sebagai berikut;



Gambar 4.28 Grafik arus Gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0.006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0.010 \Omega$ (Program 11)

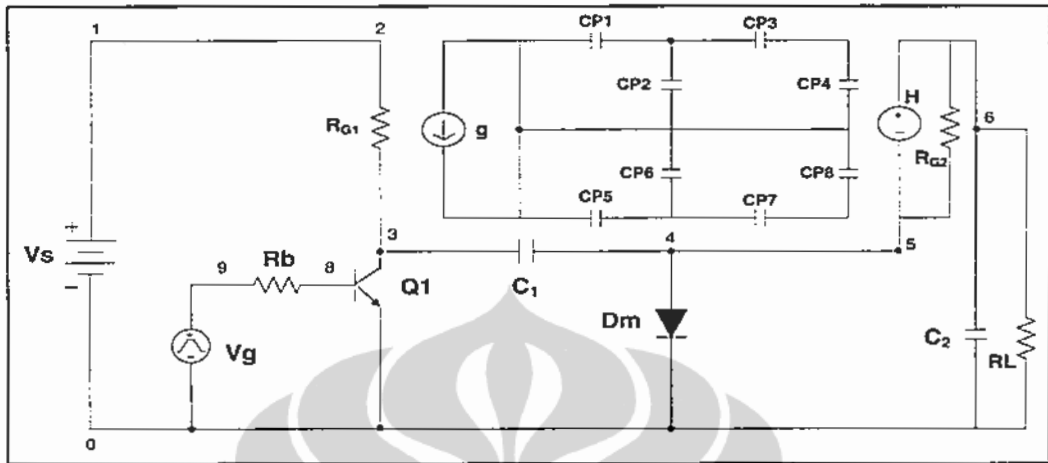
Sedangkan pada Gambar 4.29 hasil simulasi untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$ arus bebannya dimulai dari $-599,843 \text{ mA}$ dan arus beban maksimumnya $-494,471 \text{ mA}$, dari Grafik terlihat bahwa perubahan nilai R_G berpengaruh terhadap arus beban, dimana R_G semakin kecil maka arus maksimum beban makin besar, grafiknya sebagai berikut;



Gambar 4.29 Grafik arus Gyrator I_g dan arus beban I_R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G1} = 0,004 \Omega$ (Program 12)

4.4.2 Analisa Gyrator dan Rangkaian Magnetik I

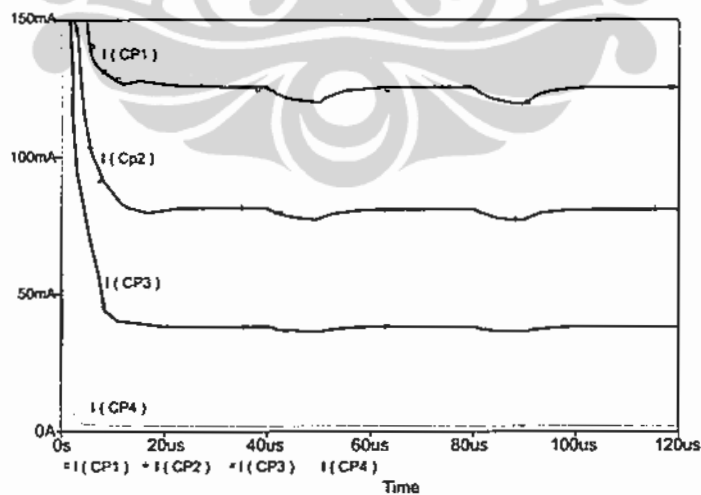
Analisa digambarkan pada Gambar 4.32 (Program 13), seperti berikut ini;



Gambar 4.30 Gyrator kapasitor bebahan R paralel dengan C

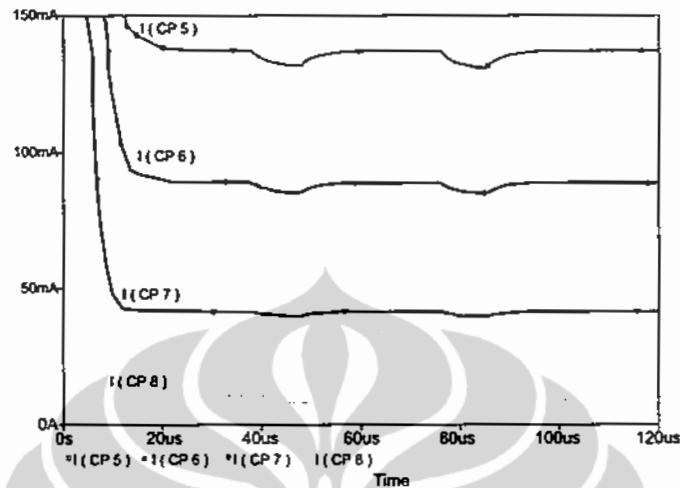
Pada Gambar 4.30, untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$, dimana Gyrator kapasitor dimasukkan pada (Program 13) diperoleh;

- a. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing-masing 130,280 mA, 88,970 mA, 39,587 mA, 3,4492 mA, seperti pada Gambar 4.33. yaitu sebagai berikut;



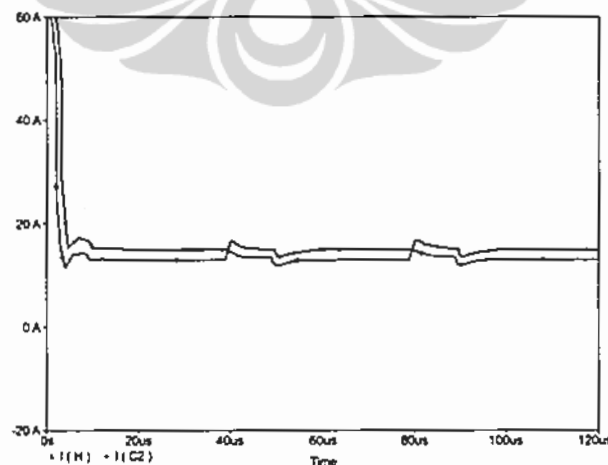
Gambar 4.31 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Program 13).

- b. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing-masing 135,238 mA, 88,970 mA, 41,094 mA, dan 3,4492 mA, seperti grafik pada Gambar 4.32 yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.32. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Program 13).

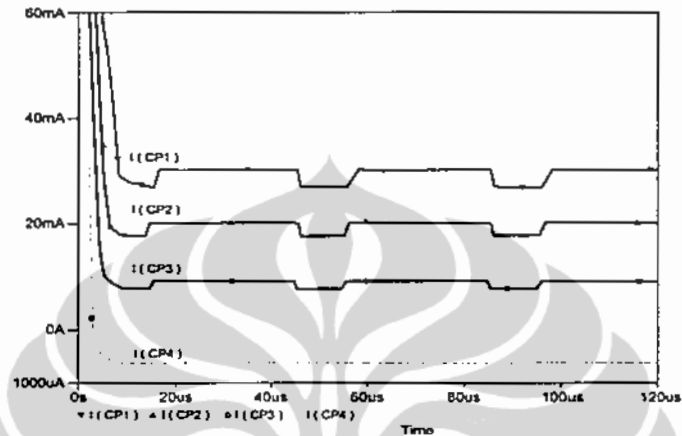
- c. Bentuk gelombangnya *transient*, dimana arus *hybrid* sama dengan arus kapasitor 2, dimana untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$, arus *hybrid* minimumnya $-15,916 \text{ A}$, arus maksimumnya sebesar $12,798 \text{ A}$, dengan waktu mantapnya $161,193 \mu\text{S}$, seperti Grafik pada Gambar 4.33. yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.33 Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Program 13).

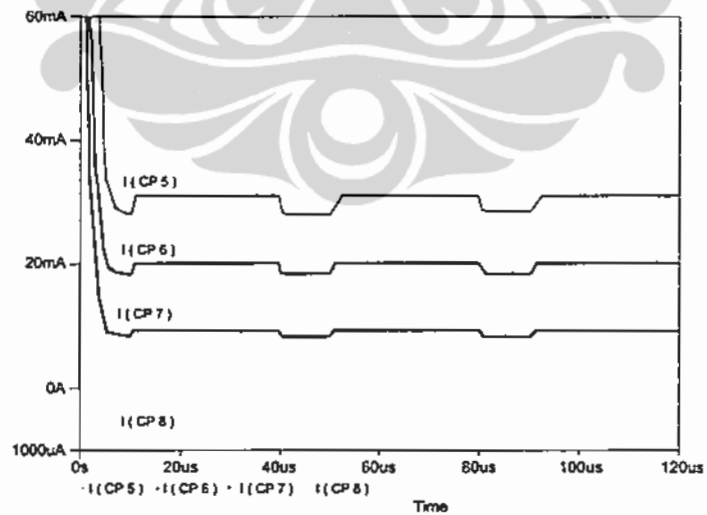
Sedangkan hasil simulasi untuk $R_{G1} = 0,006 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,010 \text{ Ohm}$, dimana Gyrtator kapasitor dimasukkan pada (Program 14) diperoleh :

- a. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing: 30,184 mA, 20,613 mA, 9,1719 mA, dan 799,132 μA , seperti Grafik pada Gambar 4.34 yaitu;



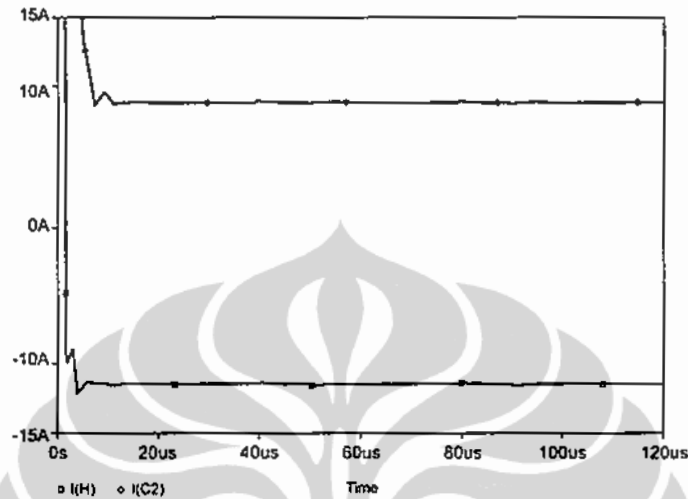
Gambar 4.34 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Program 14)

- b. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing-masing 31,258 mA, 20,564 mA, 9,498 mA, dan 797,221 μA , seperti Grafik pada Gambar 4.35. yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.35 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Program 14).

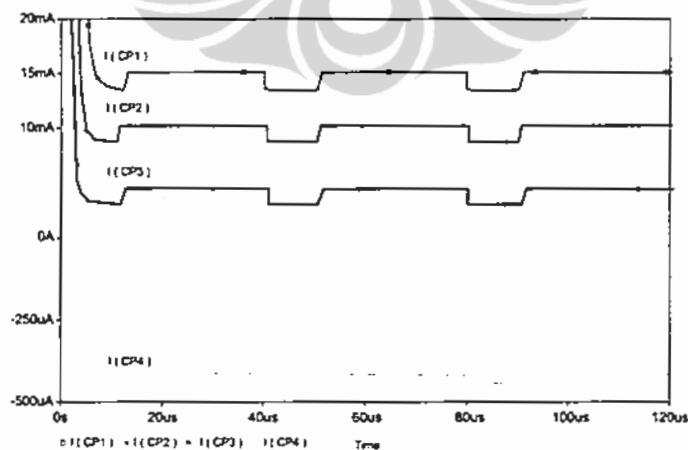
- c. Untuk $R_{G1} = 0,006 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,010 \text{ Ohm}$, arus hybrid minimumnya $-12,351 \text{ A}$, arus maksimumnya sebesar $8,722 \text{ A}$, dengan waktu mantapnya $160,657 \mu\text{S}$, seperti Grafik pada Gambar 4.36. sebagai berikut;



Gambar 4.36 Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Program 14).

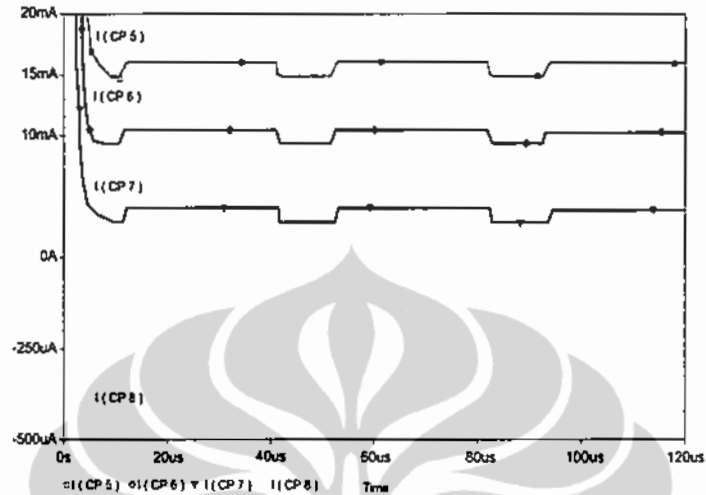
Untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$, dimana Gyrtor kapasitor dimasukkan pada (Program 15) diperoleh;

- a. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing-masing: $15,070 \text{ mA}$, $10,291 \text{ mA}$, $4,579 \text{ mA}$, $398,972 \mu\text{A}$, seperti Grafik pada Gambar 4.37. yaitu sebagai berikut;



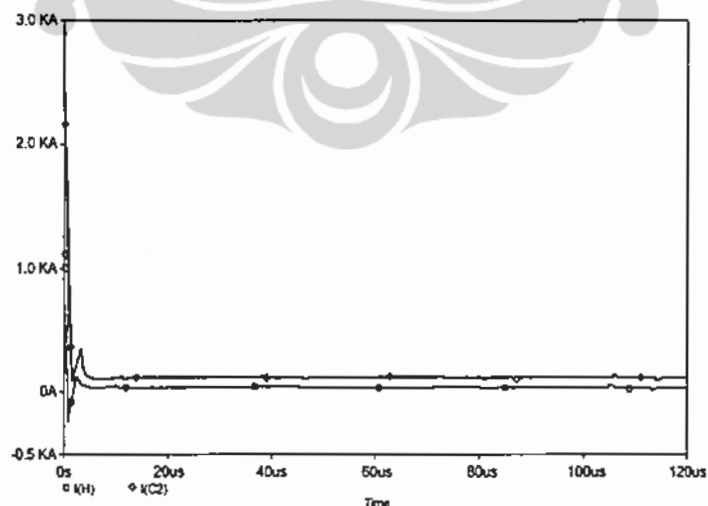
Gambar 4.37 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Program 15)

- b. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing: 15,643 mA, 10,291 mA, 4,753 mA, dan 398,972 μ A, seperti Grafik pada Gambar 4.38. sebagai berikut;



Gambar 4.38 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Program 15)

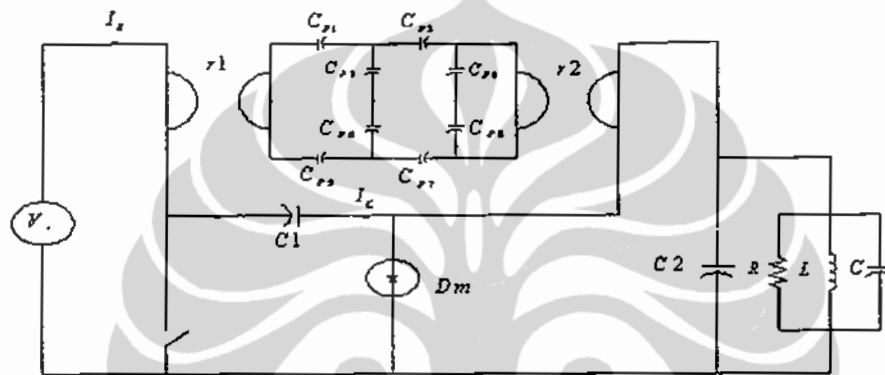
- c. Untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$, arus hybrid minimumnya $-9,523 \text{ A}$, arus maksimumnya sebesar $5,1305 \text{ A}$, dengan waktu mantapnya $120,657 \mu\text{S}$, seperti Grafik pada Gambar 4.39. yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.39 Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Program 15).

4.4.3 Simulasi Konverter Cuk Gyator Kapasitor dengan beban R,L,C.

Dengan berpedoman pada analisa program 16 sampai program 25, maka analisa dilakukan dengan rangkaian Gambar 4.41 dengan spesifikasi yang telah diberikan sebelumnya, sehingga diperoleh kondisi cuk dan Gyator secara resultan. Pada saat *switching* padam dan menyala maka yang mengalir pada beban R, L, C berasal dari sumber energi baru dari Gyator, *Hybrid*, dan kapasitor.



Gambar 4.40 Konverter Cuk Gyator kapasitor dengan beban R,L,C.

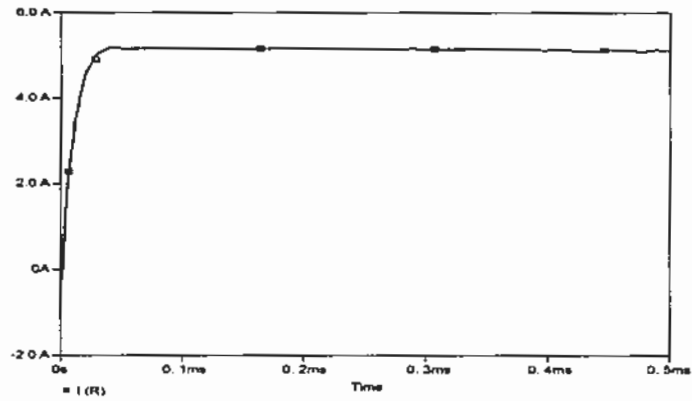
4.4.4 Analisa Kumparan Puntir (1, 2, 3)

Pada simulasi program 17, kondisi awal kapasitor 2 nya yaitu = -3 Volt. Pada program 17, untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$ inti transformator I diperoleh;

- a. Riak arus beban sebagai berikut (Grafik 4.41) :

$$\Delta I = \frac{(5,347 - 5,334)}{5} \cdot 100\% = 0,26\%$$

dengan waktu mantapnya $290,18 \mu\text{S}$



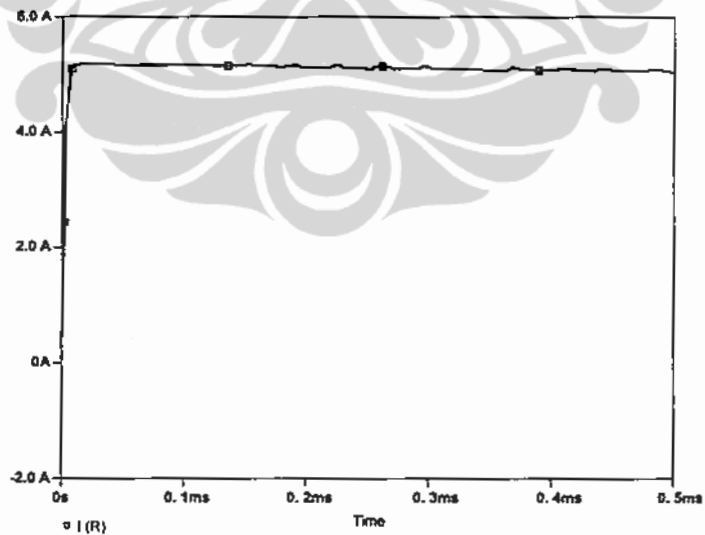
Gambar 4.41 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Program 17).

Pada program 18, untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ diperoleh;

- a. Riak arus beban sebagai berikut (Gambar 4.42):

$$\Delta I = \frac{(5,292 - 5,287)}{5} \cdot 100\% = 0,01\%$$

dengan waktu mantapnya 81,193 μ S



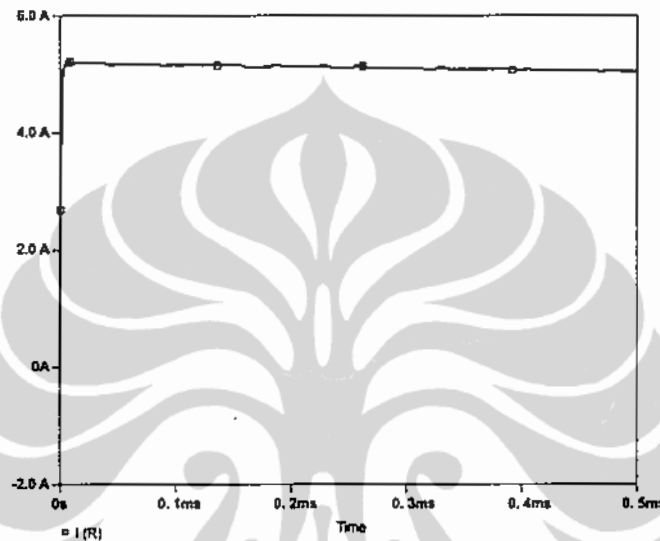
Gambar 4.42 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Program 18)

Pada program Gy-Lam PraGyrator A3, untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$ diperoleh;

- a. Riak arus beban sebagai berikut (Grafik 4.43):

$$\Delta I = \frac{(5,160 - 5,162)}{5} \cdot 100\% = 0,04\%$$

dengan waktu mantapnya $81,193 \mu\text{S}$



Gambar 4.43 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Program 19).

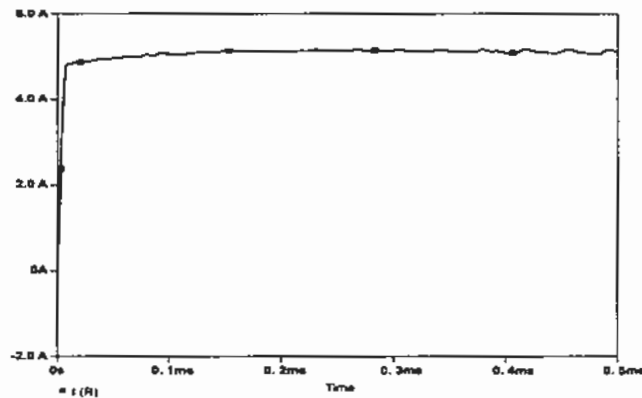
4.4.5 Analisa Program Gy-Lam PasGyrator B (1, 2, 3)

Pada simulasi Program 20, tahanan Gyrator diperoleh dari tahanan belitan yang dipuntir = R_p . Pada program 20, maka tahanan Gyrator R_G telah dimodifikasi sesuai dengan tahanan belitan transformator yang telah dipuntir $R_{G1} = 0,021 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,031 \text{ Ohm}$ dari inti transformator I berdasarkan ;

- a. Hubungan pendekatan I (R) diperoleh riak arus beban sebagai berikut (Gambar 4.44) :

$$\Delta I = \frac{(5,17369 - 5,1715)}{5} \cdot 100\% = 0,04\%$$

dengan waktu mantapnya $201,193 \mu\text{S}$

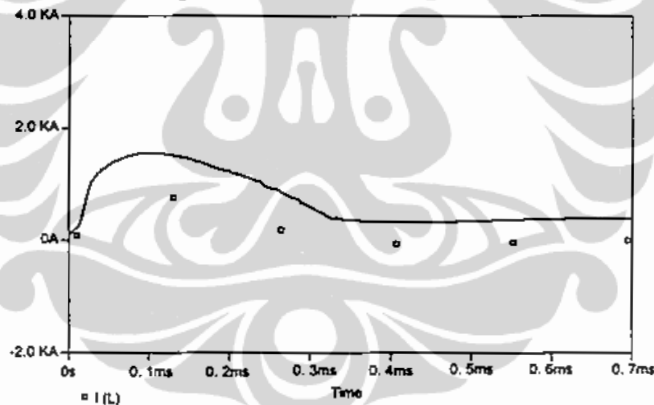


Gambar 4.44 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Program 20).

- b. Hubungan pendekatan I (RL) diperoleh riak arus beban sebagai berikut

$$\Delta I = \frac{(5,179 - 5,165)}{5} \cdot 100\% = 0,28\%$$

dengan waktu mantapnya $201,193 \mu\text{s}$ (gambar 4.45):

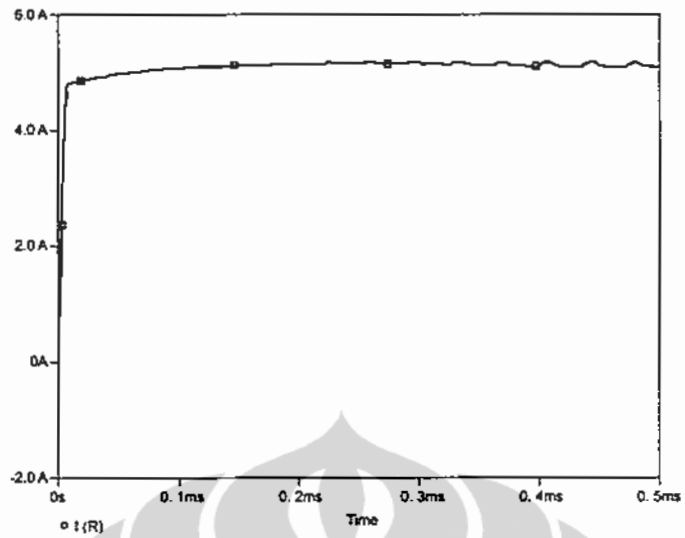


Gambar 4.45 Grafik arus beban RL terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Program 20).

- c. Hubungan pendekatan I (RLC) diperoleh riak arus beban sebagai berikut (Gambar 4.46):

$$\Delta I = \frac{(5,029 - 5,018)}{5} \cdot 100\% = 0,22\%$$

dengan waktu mantapnya $201,193 \mu\text{s}$

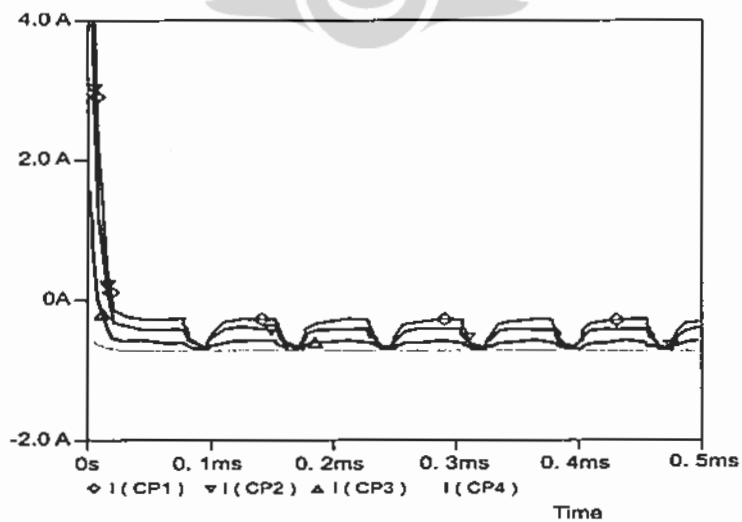


Gambar 4.46 Grafik arus beban RLC terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Program 20).

Riak arus keluaran

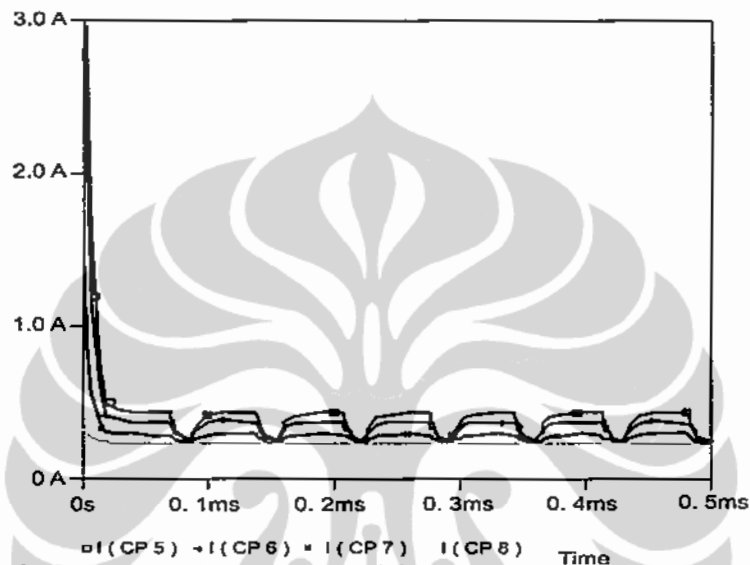
$$\Delta I = \frac{(5,1746 - 5,1682)}{5} \cdot 100 \% = 0,128 \%$$

- d. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing 108,180 mA, 73,877 mA, 32,872 mA, 2,864 mA, sedang waktu mantapnya: 109,170 μ S, 109,170 μ S, 109,170 μ S, 109,170 μ S (Gambar 4.47) yaitu sebagai berikut;



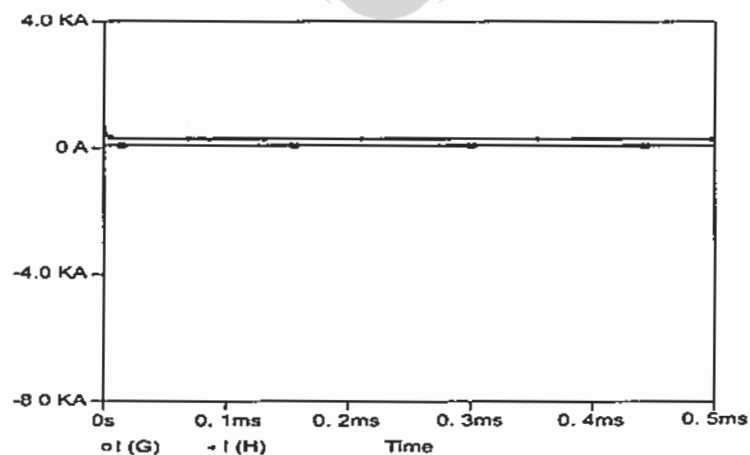
Gambar 4.47 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Program 21).

- e. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing 112,333 mA, 73,901 mA, 34,134 mA, 2,865 mA, sedang waktu mantapnya : 149,170 μ S, 149,170 μ S, 149,170 μ S, 149,170 μ S (Gambar 4.48) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.48. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Program 21).

- f. Hubungan $I(G)$ $I(H)$ diperoleh arus Gyrator dan arus hybrid sebesar 220,577 mA dan 12,193 A (Gambar 4.49) yaitu sebagai berikut;



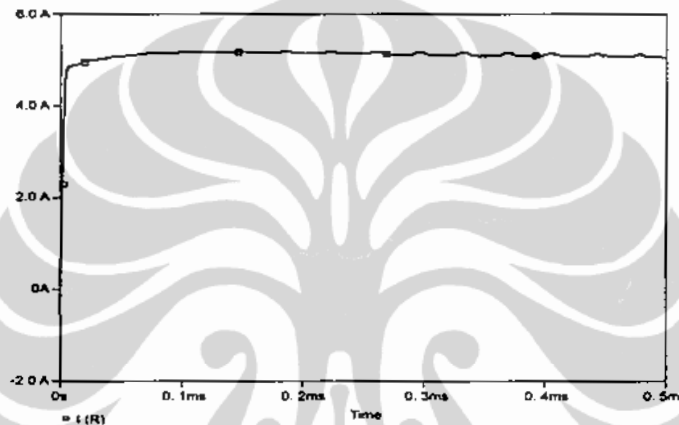
Gambar 4.49. Grafik arus Gyrator I_G dan arus hybrid I_H terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Program 21).

Pada program Gy-Lam PasGyrator B2, untuk $R_{G1} = 0,010 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,016 \text{ Ohm}$ diperoleh;

- a. Hubungan pendekatan I (R) diperoleh riak arus beban sebagai berikut (Gambar 4.50):

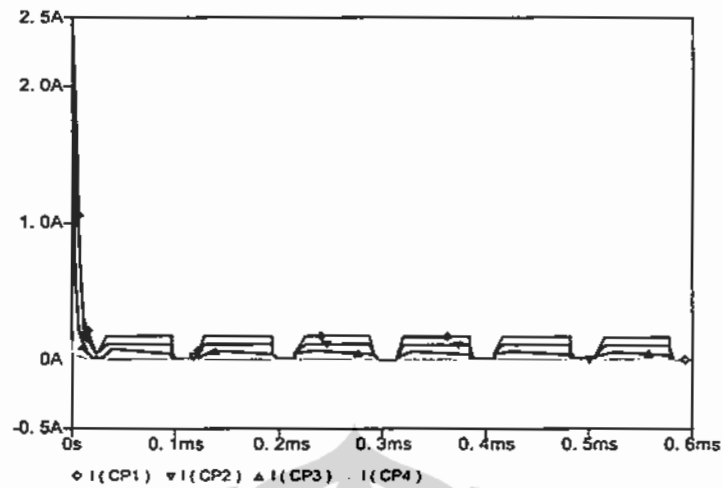
$$\Delta I = \frac{(17,169 - 17,152)}{17} \cdot 100 \% = 0,17 \%$$

dengan waktu mantapnya $201,193 \mu\text{S}$



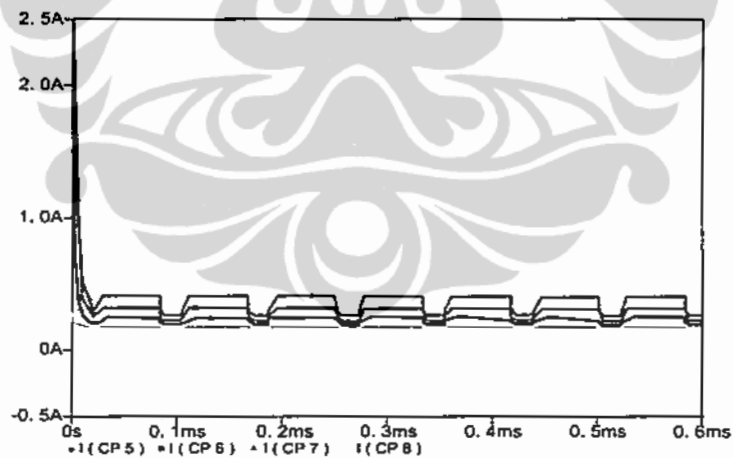
Gambar 4.50 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$ (Program 22).

- b. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing $52,765 \text{ mA}$, $36,034 \text{ mA}$, $16,033 \text{ mA}$, $1,397 \text{ mA}$, sedang waktu mantapnya : $139,938 \mu\text{S}$, $139,938 \mu\text{S}$, $139,938 \mu\text{S}$, $139,938 \mu\text{S}$ (Gambar 4.51) yaitu sebagai berikut;



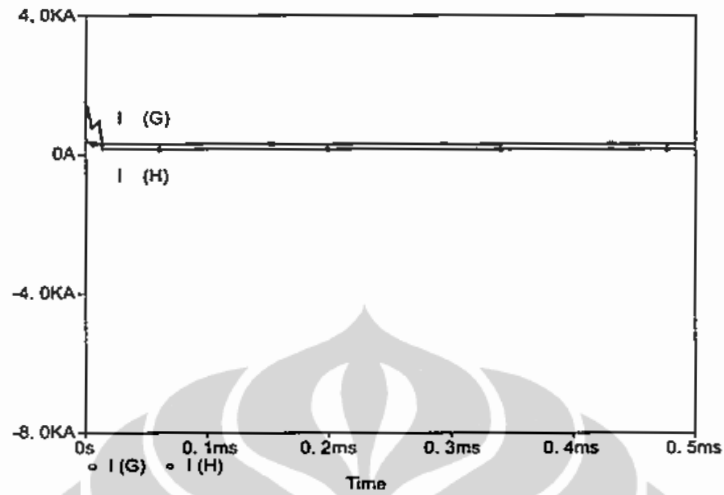
Gambar 4.51. Grafik arus kapasitor pendekatan (I_{CP1} , I_{CP2} , I_{CP3} , I_{CP4}) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$ (Program 22).

- c. Hubungan arus kapasitor pendekatan (I_{CP5} , I_{CP6} , I_{CP7} , I_{CP8}), masing-masing 54,739 mA, 36,031 mA, 16,642 mA, 1,396 mA, sedang waktu mantapnya: 179,938 μ S, 179,938 μ S, 179,938 μ S, 179,938 μ S (Gambar 4.52) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.52 Grafik arus kapasitor pendekatan (I_{CP5} , I_{CP6} , I_{CP7} , I_{CP8}) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$ (Program 22)

- d. Hubungan $I(G)$ $I(H)$ diperoleh arus Gyrator dan arus hybrid sebesar 101,344 mA dan 10,374 A (gambar 4.53) yaitu sebagai berikut;



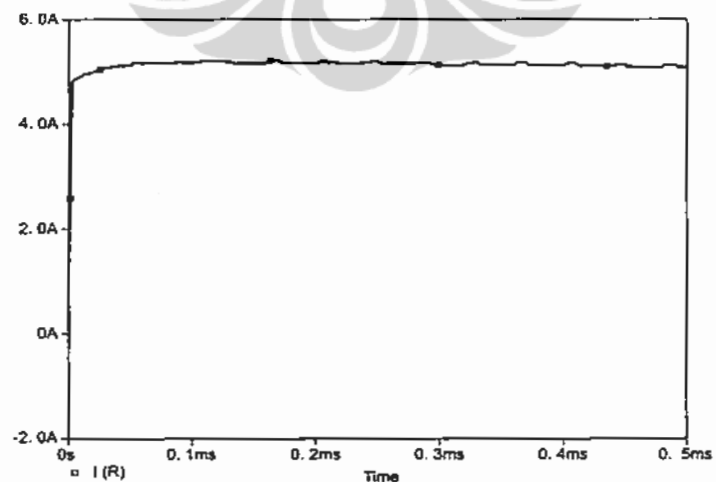
Gambar 4.53 Grafik arus Gyrator I_G dan arus hybrid I_H terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$ (Program 22)

Pada program Gy-Lam PasGyrator B3, untuk $R_{G1} = 0,007 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,010 \text{ Ohm}$ diperoleh;

- a. Hubungan pendekatan $I(R)$ diperoleh riak arus beban sebagai berikut

$$\Delta I = \frac{(5,367 - 5,362)}{5} \cdot 100 \% = 0,1 \%$$

dengan waktu mantapnya 201,193 μs (Gambar 4.54) :

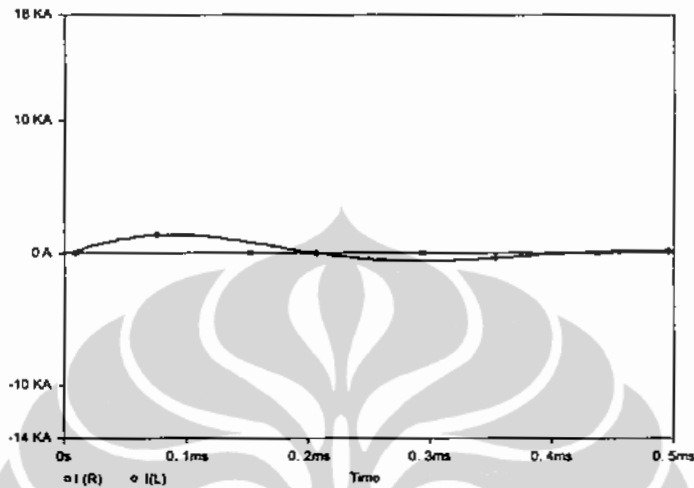


Gambar 4.54 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Program 23).

b. Hubungan pendekatan I (RL) diperoleh riak arus beban sebagai berikut :

$$\Delta I = \frac{(5,155 - 5,152)}{5} \cdot 100\% = 0,06\%$$

dengan waktu mantapnya 201,193 μ S (Gambar 4.55) :

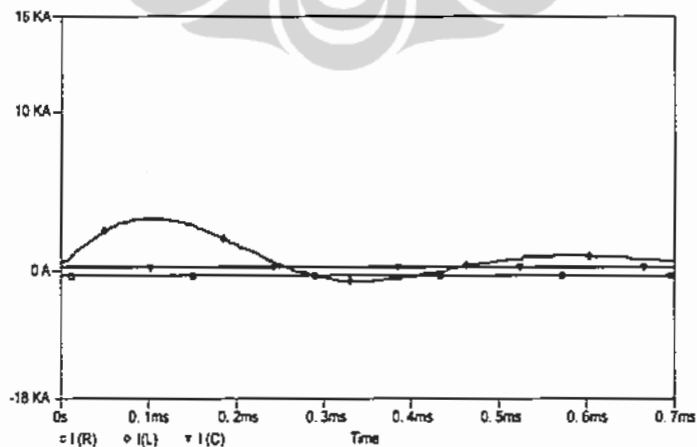


Gambar 4.55 Grafik arus beban RL terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Program 23).

c. Hubungan pendekatan I (RLC) diperoleh riak arus beban sebagai berikut (Gambar 4.56) :

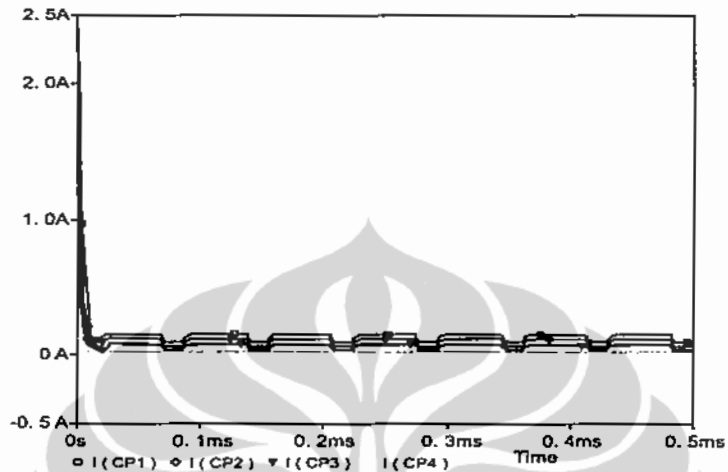
$$\Delta I = \frac{(17,369 - 17,152)}{100,416} \cdot 100\% = 0,2\%$$

dengan waktu mantapnya 201,193 μ S



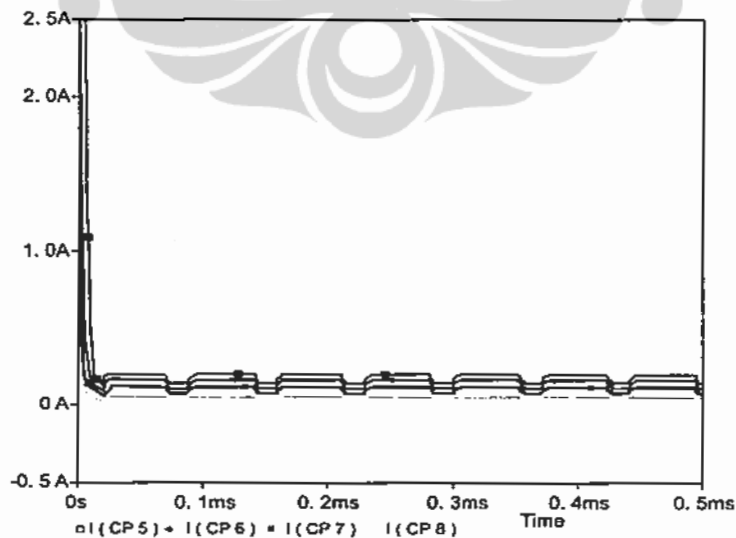
Gambar 4.56. Grafik arus beban RLC terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Program 23).

- d. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing-masing 37,603 mA, 25,679 mA, 11,426 mA, 0,995 mA, sedang waktu mantapnya: 95,325 μ S, 95,325 μ S, 95,325 μ S, 95,325 μ S (Gambar 4.57) yaitu sebagai berikut;



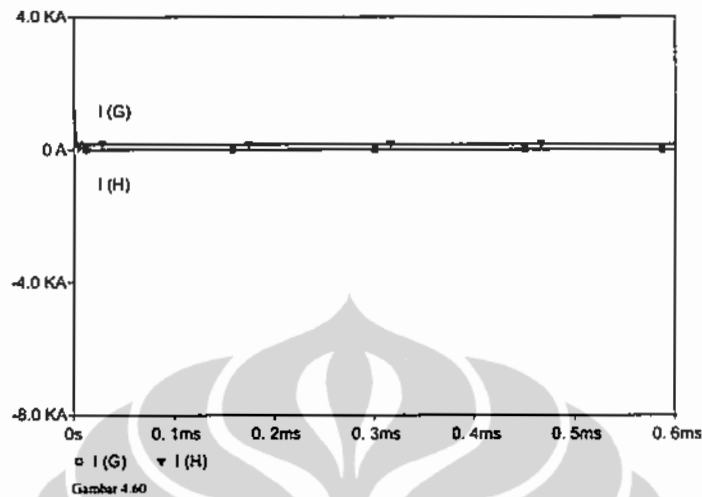
Gambar 4.57 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Program 23).

- e. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing 39,024 mA, 25,673 mA, 11,858 mA, 0,995 mA, sedang waktu mantapnya : 135,325 μ S, 135,325 μ S, 135,325 μ S, 135,325 μ S (Gambar 4.58) yaitu:



Gambar 4.58 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Program 23)

- f. Hubungan $I(G)$ $I(H)$ diperoleh arus Gyrator dan arus hybrid sebesar 76,590 mA dan 8,897 A (Gambar 4.59.) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.59 Gyrator 1 dan Gyrator 2 , $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Program 24).

4.5 Analisa Alat

Pada pengujian alat dilakukan pada kondisi tanpa beban dan tanpa celah udara. tegangan masukan 9 Volt (lihat lampiran), dan tegangan keluaran rata rata 5,3 V kondisi tanpa celah. Kondisi dengan celah udara 4 mm maka diperoleh tegangan sebesar 5,7 V, dengan mengubah *duty cycle* dari 10 % sampai 80 %, frekuensi kerja dari 20 KHz sampai 25 KHz. Pada saat pengetesan bila frekuensi tetap, *duty cycle* dinaikkan maka terjadi kenaikan tegangan keluaran. Kondisi tanpa celah udara maksimum mencapai 9,7 V tanpa riak arus keluaran. Sedang pengujian dengan celah udara terjadi kenaikan tegangan mencapai 73,4 V. Pada kondisi bercelah udara arus keluaran berkisar 0,04A, dengan perubahan arus dan tegangan masukan 0,5 A, dan 7 volt, terdapat riak rata rata 0,36 %. Riak bisa dikecilkan dengan celah udara, *duty cycle* dan frekuensi saat pembebanan.

4.6 Analisa Simulasi dan Pengujian Alat

Pada simulasi menunjukkan perubahan riak dengan besarnya nilai reluktans dari inti, celah udara dan jumlah belitan, kapasitans pendekatan. Makin besar nilai Gyrator.

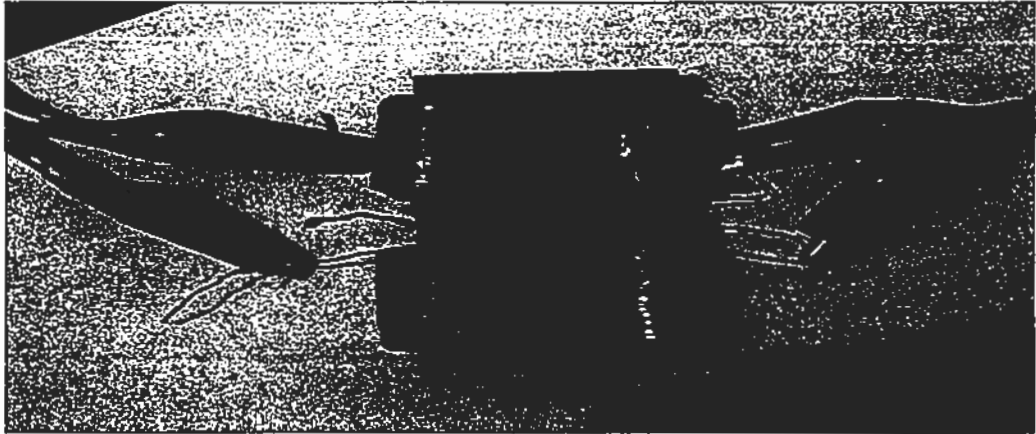
Bentuk gelombangnya *transient*, dimana arus *hybrid* sama dengan arus kapasitor 2, dimana untuk $R_{G1} = 0,026$ Ohm dan $R_{G2} = 0,039$ Ohm, arus *hybrid* minimumnya $-15,916$ A, arus maksimumnya sebesar $12,798$ A, dengan waktu mantapnya $161,193 \mu\text{S}$.

Alat *Boost* konverter Cuk Gyrator kapasitor ditunjukkan seperti gambar dibawah ini,



Gambar 4.60. *Boost* konverter Cuk Gyrator kapasitor beserta alat ukur arus dan *oscilloscope*

Gambar 4.60. merupakan konverter Cuk dengan empat buah inti magnet E dan enam celah udara. Gambar 4.61. merupakan empat buah inti magnet tipe E dengan kumparan primer dan sekunder dipuntir seperti dibawah ini, Gambar 4.62 merupakan beban tahanan sebesar 1 k Ohm .



Gambar 4.61 Gambar empat buah inti magnet diberi enam celah

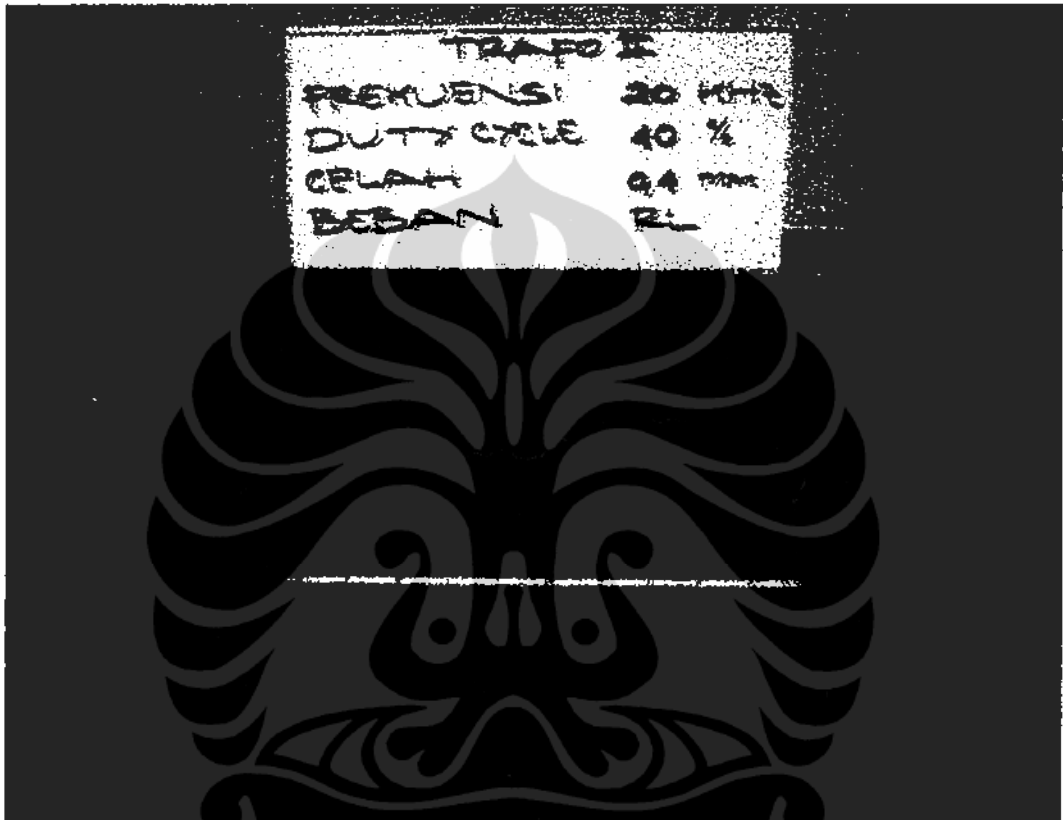


Gambar 4.62. Beban tahanan 1 k Ohm.

Konverter Cuk Gyator kapasitor dibebani dengan berbagai macam pembebanan mulai beban $R = 1 \text{ K}\Omega$, $L = 1 \mu\text{H}$, $C = 2200 \mu\text{F}$, RL dimana $R = 1,2 \text{ K}\Omega$ dan $L = 1 \mu\text{H}$, RC dimana $R = 1 \text{ K}\Omega$ dan $C = 2200 \mu\text{F}$, dan RLC dimana $R = 1 \text{ K}\Omega$, $L = 1 \mu\text{H}$, dan $C = 2200 \mu\text{F}$. Dengan duty cycle 40 derajat, frekuensi 25 KHz, celah udara 4mm, arus keluarannya 0,056 A dengan riak 0,036%, dan tegangan keluaran berkisar 74 Volt.

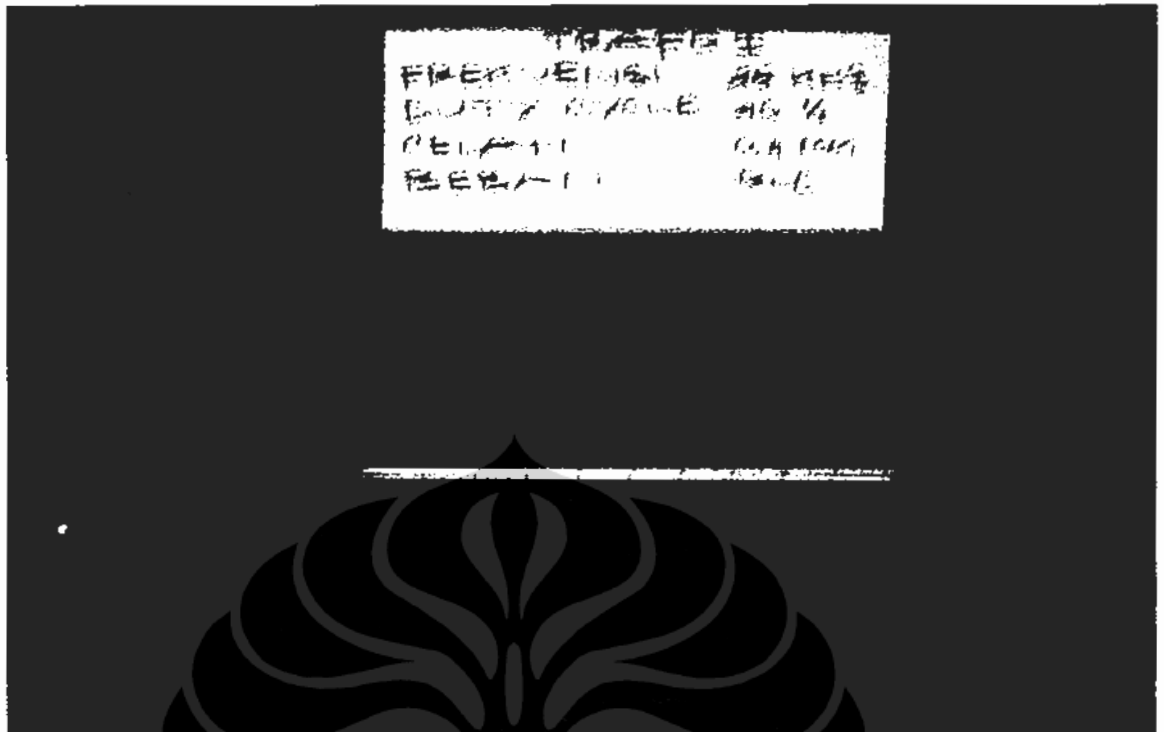
4.7 Hasil Pengukuran Beban RL.

Beban RL pada frekuensi 25 KHz, duty cycle = 40 %, celah udara = 4 mm maka arus keluaran 0,047 Amper, dengan riak arus keluaran 0,2 % dan tegangan keluaran $V_{out} = 36,1$ Volt lihat gambar 4.63



Gambar 4.63. Keluaran konverter Cuk Gyrator kapasitor saat dibebani RL pada frekuensi 25 KHz, duty cycle = 40 %, celah udara = 0,4 mm

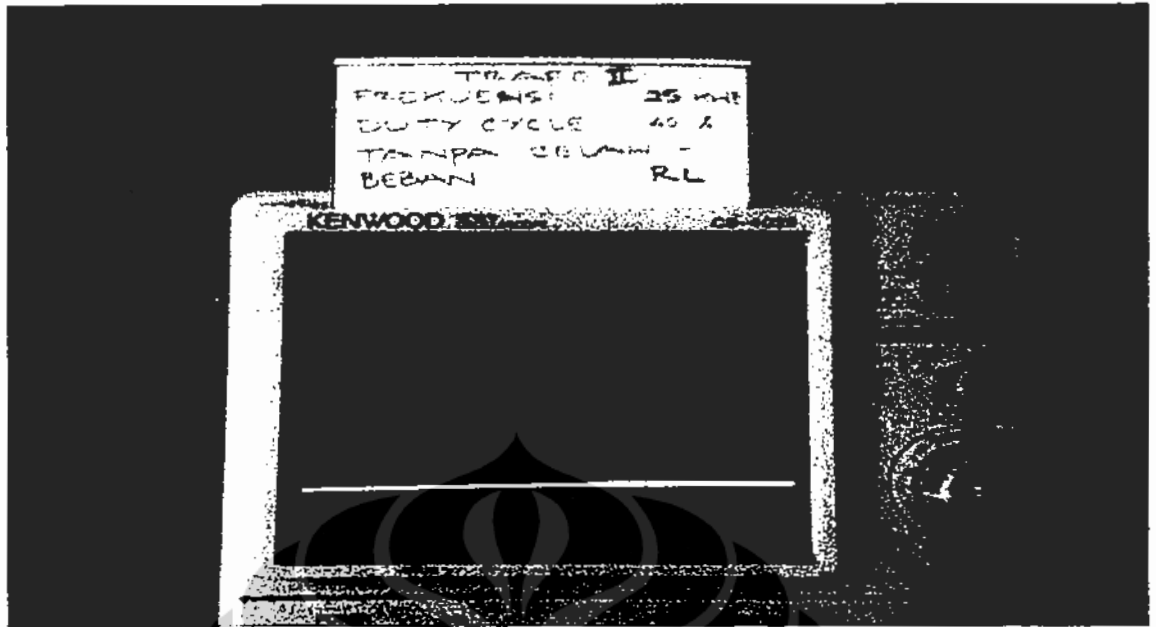
Saat pembebanan beban RL frekuensi 25KHz, duty Cycle = 40 %, celah udara = 4 mm , tegangan keluaran $V_{out} = 35,7$ V, dan arus keluaran $I_{out} = 0,057$ A diperoleh arus keluaran sebesar 0,0025% lihat gambar 4.64.



Gambar 4.64. Grafik arus keluaran Cuk Gyrator kapasitor dibebani beban RL

Dari gambar 4.64. gambar hasil pengujian alat saat pembebanan RLC, pada *duty cycle* 40 %, celah udara 4 mm, riak arus keluaran berkisar 0,0025 %, frekuensi kerja 25 KHz.

Pada gambar 4.65. pada saat pembebanan RLC, tanpa celah udara frekuensi 25 KHz, *duty cycle* = 40 %, maka terukur tegangan keluaran $V_{out} = 6,5$ V arus keluaran 0,0 56 A pada kondisi tanpa celah udara riak arus keluaran sama dengan nol, tetapi arus keluaran tidak mencapai 5 Amper kondisi beban $R = 1$ Kohm, hasil pengukuran arus keluaran terlihat pada gambar 4.65.



Gambar 4.65. Grafik pengukuran riak arus beban RLC tanpa celah udara

Untuk pembebanan RC dimana $R = 1k \text{ Ohm}$ dan $C = 1\mu\text{F}$, duty cycle = 40 %, frekuensi 25 KHz, Celah udara yang diberikan = 4 mm, Arus keluaran 0,046 A, dan tegangan keluaran $V_{out} = 48\text{V}$, seperti yang terlihat pada gambar 4.66



Gambar 4.66 Pembebanan RC , duty cycle = 40 %, frekuensi 25 KHz, Celah udara yang diberikan = 0,4 mm

Gambar diatas diperoleh hasil riak 0,03 %, dari hasil pengujian alat, ternyata waktu kondisi mula saat pembebanan tidak terbaca, seakan akan mantap dari kondisi semula. Sedang pada simulasi dapat dilihat pada saat pembebanan RL terjadi riak yang cukup besar tapi hanya beberapa saat 0,07 ms. Pengujian beban menggunakan jumlah kumparan primer dan skunder sebesar 34 belitan dan 77 belitan.

Pada Tabel 4.15 merupakan hasil pengujian tanpa celah udara dengan beban RL, pada frekuensi 25 KHz, duty cycle 40 %, riak relatif kecil berkisar 0,005 sampai 0,5 A, dengan tegangan maksimum 9,5 V. Lihat tabel 4.15.

Tabel 4.15. Hasil pengukuran inti trafo beban RL tanpa celah udara tiga konduktor

No	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Riak Arus(%)
	20	25	20	40	60	80	2	4	6		
1.	-	√	√	-	-	-	-	-	-	4	0,005
2.	-	√	-	-	√	-	-	-	-	7	0,5
3.	-	√	-	√	-	-	-	-	-	7,5	0,04
4.	√	-	√	-	-	-	-	-	-	3,5	0,02
5.	√	-	-	-	√	-	-	-	-	6,5	0,005
6.	√	-	-	√	-	-	-	-	-	9,5	0,03

Hasil pengukuran konverter Cuk Gyator kapasitor saat diberi frekuensi 25 KHz, dengan variabel besaran duty cycle dan celah udara dengan perubahan beban RL sehingga diperoleh riak yang paling kecil 0,001 pada celah 0,4 mm duty cycle 40 % lihat tabel 4.16

Dari Tabel 4.15. Tabel 4.17, Tabel 4.19. merupakan pembebanan RL,RC dan RLC pada kondisi tidak bercelah sedangkan . Tabel 4.16, Tabel 4.18. dan Tabel 4.20. kondisi beban RL, RC dan RLC dimana riak terkecil diperoleh pada celah 4 mm

Tabel 4.16 Hasil pengukuran inti trafo beban RL bercelah udara tiga konduktor

No	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Riak Arus (%)
	20	25	20	40	60	80	2	4	6		
1.	-	√	√	-	-	-	√	-	-	21,7	0,5
2.	-	√	√	-	-	-	-	√	-	23	0,4
3.	-	√	√	-	-	-	-	-	√	25,8	0,5
4.	-	√	-	√	-	-	√	-	-	36,1	0,05
5.	-	√	-	√	-	-	-	√	-	36,1	0,01
6.	-	√	-	√	-	-	-	-	√	36,5	0,45
7.	-	√	-	-	√	-	√	-	-	39	0,5
8.	-	√	-	-	√	-	-	√	-	34,6	0,4
9.	-	√	-	-	√	-	-	-	√	33	0,35
10.	-	√	-	-	-	√	√	-	-	37,4	0,05
11.	-	√	-	-	-	√	-	√	-	34,8	0,04
12.	-	√	-	-	-	√	-	-	√	33,2	0,2

- Catatan : 1. *Probe oscilloscope* = $1 \times 10 \times 0,5$ Volt/Div
 2. Beban RL dengan nilai $2 \times R = 1,2 \text{ k}\Omega$ dan $L = 1 \mu\text{F}$
 3. Rating keadaan riak arus

Untuk pembebanan RC dengan celah udara dan tidak bercelah udara diperoleh riak terkecil pada kondisi diberi celah udara 4 mm, riak arus keluarannya 0,001 A pada frekuensi 25 KHz dan 40 % duty cycle.

Tabel 4.17 Hasil pengukuran inti trafo beban RC bercelah udara tiga konduktor

No	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Riak Arus (%)
	20	25	20	40	60	80	2	4	6		
1.	-	√	-	√	-	-	√	-	-	12	0,45
2.	-	√	-	√	-	-	-	√	-	14,5	0,36
3.	-	√	-	√	-	-	-	-	√	24	0,45
4.	-	√	-	√	-	-	√	-	-	10	0,5
5.	-	√	-	√	-	-	-	√	-	20	0,25
6.	-	√	-	√	-	-	-	-	√	20	0,5

Tabel 4.18. Hasil pengukuran inti trafo beban RC bercelah udara tiga konduktor

No	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Riak Arus(%)
	20	25	20	40	60	80	2	4	6		
1.	-	√	√	-	-	-	√	-	-	29	0,5
2.	-	√	√	-	-	-	-	√	-	27	0,4
3.	-	√	√	-	-	-	-	-	√	39	0,5
4.	-	√	-	√	-	-	√	-	-	49	0,5
5.	-	√	-	√	-	-	-	√	-	48	0,036
6.	-	√	-	√	-	-	-	-	√	38	0,4
7.	-	√	-	-	√	-	√	-	-	50	0,5
8.	-	√	-	-	√	-	-	√	-	50	0,5
9.	-	√	-	-	√	-	-	-	√	38	0,4
10.	-	√	-	-	-	√	√	-	-	53	0,2
11.	-	√	-	-	-	√	-	√	-	51	0,1
12.	-	√	-	-	-	√	-	-	√	37	0,5

- Catatan : 1. Beban RC dengan nilai $R = 1 \text{ k}\Omega$ dan $C = 2200 \mu\text{F}$, 35 V ;
 2. Probe oscilloscope = 1 x 10 x 0,5 Volt/Div
 3. Rating keadaan riak arus

4.19. Tabel hasil pengukuran inti trafo beban RLC tanpa celah udara tiga konduktor

No	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Riak Arus(%)
	20	25	20	40	60	80	2	4	6		
1.	-	√	√	-	-	-	√	-	-	7,9	0,5
2.	-	√	-	√	-	-	-	√	-	16,4	0,4
3.	-	√	-	-	√	-	-	-	√	16,2	0,3
4.	√	-	√	-	-	-	√	-	-	6,9	0,4
5.	√	-	-	√	-	-	-	√	-	13,3	0,5
6.	√	-	-	-	√	-	-	-	√	23,5	0,45

4.20. Tabel hasil pengukuran inti transformator beban RLC bercelah udara tiga konduktor

No	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Riak Arus(%)
	20	25	20	40	60	80	2	4	6		
1.	-	√	√	-	-	-	√	-	-	22,2	0.5
2.	-	√	√	-	-	-	-	√	-	24,4	0.4
3.	-	√	√	-	-	-	-	-	√	25,5	0.5
4.	-	√	-	√	-	-	√	-	-	36,1	0.4
5.	-	√	-	√	-	-	-	√	-	35,7	0.36
6.	-	√	-	√	-	-	-	-	√	36,8	0.38
7.	-	√	-	-	√	-	√	-	-	39,6	0.5
8.	-	√	-	-	√	-	-	√	-	40,8	0.3
9.	-	√	-	-	√	-	-	-	√	33,6	0.45
10.	-	√	-	-	-	√	√	-	-	40,7	0.4
11.	-	√	-	-	-	√	-	√	-	33,3	0.4
12.	-	√	-	-	-	√	-	-	√	33,3	0.5

Catatan : 1. Beban RC dengan nilai $2 \times R = 1,2 \text{ k}\Omega$, $L = 1 \text{ }\mu\text{H}$ dan $C = 2200 \text{ }\mu\text{F}$, 35 V .

2. *Probe oscilloscope* = $1 \times 10 \times 0,5 \text{ Volt/Div}$

3. Rating keadaan riak arus

Dari keenam tabel pembebanan terlihat celah udara mempengaruhi kenaikan tegangan dan mengecilkan riak

Tegangan masukan $\pm 9 \text{ Volt}$, dan arus masukan $\pm 1 \text{ A}$ sedang tegangan keluaran dengan riak terkecil pada frekuensi 25 KHz , duty cycle 40% , celah udara 4 mm tegangan $35,7 \text{ Volt}$, tiga konduktor dipuntir dengan arus keluaran $0,058 \text{ A}$.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pemodelan terdiri dari empat buah inti tipe E dan enam celah udara, konverter Cuk Gyrator kapasitor tipe I, berbeban R,L,C dengan celah udara 4 mm. Untuk jari-jari konduktor primer dan sekunder $r = 1,6 \cdot 10^{-3}$ m, diperoleh riak pada belitan puntir dengan tiga buah konduktor sebesar 0,036 %, Efisiensi tertinggi dalam perhitungan dan simulasi 99,4 %.
2. Riak arus keluaran dapat diperkecil dengan merubah tahanan Gyrator, dimana semakin kecil tahanan Gyrator R_G maka semakin kecil riak arus keluaran.
3. Celah udara dapat menaikkan tegangan keluaran dan memperkecil riak
4. Kopling elektromagnetik sebelum dimodifikasi bernilai diatas 0,5 (antara 0,50 sampai 0,66), setelah dimodifikasi nilai kopling elektromagnetik mengecil (0,340, 0,422, 0,494). Nilai kopling elektromagnetik berbanding terbalik dengan ukuran konduktor.

5.2 Saran

1. Penelitian perlu dilanjutkan karena pembebanan dalam perhitungan 5 Ohm, saat pengujian alat dibebani 1000 Ohm.
2. Penelitian konverter Cuk Gyrator kapasitor juga perlu dilanjutkan sebagai Generator AC Statis, dengan menambahkan *prototype* secara *cascade* sehingga diperoleh tegangan AC 220 Volt
3. Konverter Cuk Gyrator kapasitor dapat menjadi penghemat energi listrik, karena dapat mempertahankan faktor daya beban tetap 1.

DAFTAR ACUAN

- [1] E.K Howell, member of IEEE, "How switches produce electrical noise," *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*. vol.EMC - 21, no.3, August 1979.
- [2] A R A Arkadan and M Jo J Vander Heiden, "The Couple Problem in Electromagnetic AC Contactor", *IEEE Transactions on Electromagnetics*, vol.33, no.2, MARCH 1997
- [3] U Kamnam and V Chunkag, "Analysis and Design of a Modular Three-Phase AC-to-DC Konverter Using CUK Rectifier Module With Nearly Unity Power Factor and Fast Dynamic Response", *IEEE Transaction on Power Electronics* VOL. 24, NO. 8, AUGUST 2009.
- [4] J Mahdadi, R Mohammad, Nasiri, A Agah, and E malumidi, "Application of Neural Network and State – Space Averaging to DC/DC Cuk Konverters on Over Sliding – mode Operations," *IEEE/ASME Transaction on Mechatronic*, VOL 10, no 1, Februari 2005.
- [5] S C Wong, S G Wow. and C K She, "Sustained Slow- Scale Oscilation in High Order Current – Mode Controlled Konverter," *IEEE Circuit and Sistem Express Brief*. Vol. 55 No 5, Mei, 2008.
- [6] B A Road, Y Berkovich, and A IoIonovici, "Switch - Capacitor/Switch - Inductor , Structur for Getting Transforemerless Hybrid ", DC-DC PWM Converter. *IEEE Circuit and Sistem Regular Paper* . Vol. 55 No 2, March, 2008.
- [7] A.B. Hisman, W. T. Johns, "Air gap reluctance and inductance calculations for magnetic circuit using Swarz – Chistoffel transformer," *Transaction Power Electronic*, Vol. 12 .No 4, July, 1997.
- [8] Herawati YS, "Rancangan konverter Cuk akumulasi energi dengan metoda pendekatan rangkaian magnet Gyrtator - kapasitor untuk mereduksi arus riak". Thesis Master ITB 1996.

- [9] A.W.Lotfi, M Pawel, and Gradzki and F C.Lee, "Proximity effect in coil for high frequency power application", *IEEE Transaction on Magnetic*, Vol 28, No.5 September 1992.
- [10] P S R. Chetty, "Modelling and analysis of Cuk converter Using Current Injected Equivalent Circuit Approach", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol IE 30, no.1, Februari 1983.
- [11] J R Laghari, "Energy-storage Pulsed-Power Capacitor Technology", *IEEE Transactions on Electromagnetic Compat*, vol.38, no.3, January 1992
- [13] C R Paul, and A E.Feather, "Computation of the Transmission Line Inductance and Capacitance Matrices from the Generalized Capacitance Matrix," *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, vol.EMC-18, no.4, November 1976
- [14] I W Ha and R B Yarbrough, "A Lossy Element for EMC Filter," *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, vol.EMC-18, no.4, November 1976
- [15] G.A.Quadir, S L Beh, K.N. Seetharamu and A.Y. Hassan, "steady State Finite Element Analysis of a Single Stack Cold Plate With Heat Losses," *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, vol 19 no 1 2002
- [16] C A Canesin and I Barbi, "Novel Zero-Current-Switching PWM Converters", *IEEE Transactions on Industrial Electronics society* vol.44, no 3 June 1997.
- [17] W C Dolle, and W E Cory, "Measurements of the Attenuation of the Electric and Magnetic Fields at Points Close to the Source," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol-AP 36, no.8, AUGUST 1988.
- [18] S Caniggia and L Catello, "Controlling Radiated Emission from a Physically Large Telecommunication System", *IEEE Transactions on Electromagnetic Compat*, vol.38, no.3, 1996
- [19] L N. M Mitschang and J M Putnam, "Electromagnetic Scattering from Electrically Large Coated Flat and Curved Strips; Entire Domain Galerkin Formulation", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol-AP 35, no.7, JULY 1987.

- [20] E.Y.Chen, S.C.Loper, J.M.Haugen, J.M Anderson and J.M Dauhton, "Ferromagnetic Coupling in Spin Valve Structures", Paper AC-07 *InterMag San Antonio* April 1995.
- [21] A Mediano, P M Gaudo and C Bernal ,” Design Amplifier class E with Capasitance linier and non linier for any duty cycle,' *IEEE Transaction on Microwave Theory and techniques*.Vol 55.No 3 March 2007.



BIODATA

NAMA : Herawati Ys.
TEMPAT/TGL LAHIR : Palembang 9 Oktober 1959.
ALAMAT : JLn.Mars Barat iv no 10.Bandung.
PEKERJAAN : PNS DPK UNIV KRISTEN MARANATHA
BANDUNG

Hasil Publikasi Ilmiah

Proceeding from International Conferences

- [1] Herawati Ys, Eko Tjipto, Iwa Garniwa " International Symposiun on Antennas and Propagation. Performane Electromagntic band Gap in Core E Tipe Make High Frequency and Low Ripple," *ISAP 2006*.
- [2] Herawati Ys, Eko Tjipto, Iwa Garniwa , "Magnetomotans Inductance dan Fluksi pada Geometri Celah Udara dan Bahan Magnet". *University of Indonesia. QIR 2006*
- [3] Herawati Ys, Eko Tjipto, Iwa Garniwa , " Performance Bandgap in High Frequency Transformer," *University of Indonesia. QIR 2006*
- [4] Herawati Ys, Eko Tjipto, Iwa Garniwa, " Band Gap on Switching Power supply 75 V DC With Low Ripple Voltage". *IJJS 2006*.
- [5] Herawati Ys, " Unjuk Kerja Inti Magnet Permanen Pada Motor Sinkron , " *ASECT ON Aspact TECHNOLOGI 2008*.

National Journals

- [1] Herawati Ys, Eko Tjipto, Iwa Garniwa, "Peredam Riak Arus Keluaran dan Meningkatkan Efisiensi Cuk Konverter Slobodan dan Twisted Magnetomotans," *VOLUME 9, NOMOR 1 Januari – Juni 2009*.

- [2] Herawati Ys, Eko Tjipto, Iwa Garniwa ,”Prototipe Magnet Ferit Untuk Mengendalikan Akumulasi Tegangan Cuk Konverter dan Minimisasi Riak Arus keluaran”, *Jurnal Elektronika dan komunikasi VOLUME 9, NOMOR 2.(EDISI KHUSUS) September 2009.*

Proceeding from National Conferences

- [1] Herawati Ys ,”Meningkatkan Efisiensi Sudut Puntir Gyator- Kapasitor Pada Cuk Konverter”, *Kopwill Bandung 2005*
- [2] Herawati Ys,” Menuju Era Satu Chip Integerasi Magnet Permanen,” *KOPWILL Bandung 2005*
- [3] Herawati Ys ,”Unjuk Kerja Inti Toroid Berbahan Ferit Dengan Beban RL dan C”,

Riwayat Hidup

NAMA : Herawati Ys.
TEMPAT/TGL LAHIR : Palembang, 9 Oktober 1959.
ALAMAT : Jln.Mars Barat IV no 10.Bandung.
PEKERJAAN : PNS DPK UNIVERSITAS KRISTEN
MARANATHA BANDUNG

Pendidikan :

- SD Taman Siswa Palembang.
- SMP Taman Siswa Palembang.
- SMA Negeri 3 Palembang.
- S1 Universitas Sriwijaya Palembang.
- S2 ITB Bandung.

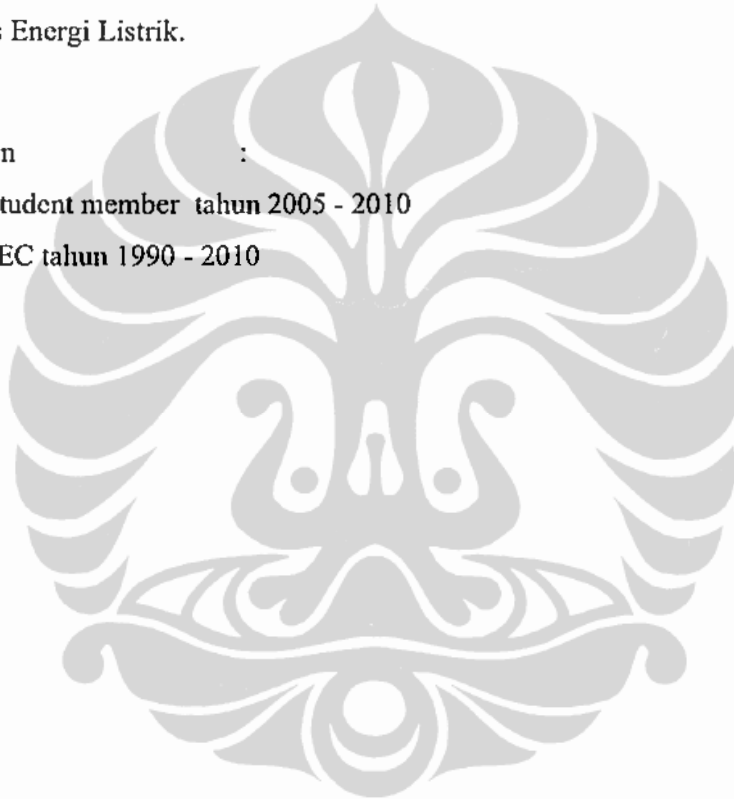
Pengalaman Kerja :

- 1987- 2010 sebagai Tenaga Edukatip di STT Mandala Bandung.
Mata kuliah yang diasuh : Teori Medan I dan II., Mesin mesin Listrik, Dasar Teknik Elektro, Pengukuran Besaran Listrik.

- 2000 - 2005 sebagai Tenaga Edukatip di UNSIL Tasikmalaya Bandung. Mata kuliah yang diasuh : Teori Medan I dan II., Teknik Tegangan Tinggi, Perubahan Atom.
- 2000-2003. sebagai Tenaga Edukatip di UNINUS Bandung. Mata kuliah yang diasuh : Teori Medan I dan II., Proteksi Sistem Tenaga Listrik.
- 1990-2010 Tenaga Edukatip Tetap, Univ. Kristen Maranatha Bandung, Mata kuliah yang diasuh : Teori Medan I dan II., Mesin mesin Listrik, DTE, Kualitas Energi Listrik.

Keanggotaan :

- [1] IEEE student member tahun 2005 - 2010
- [2] KNI WEC tahun 1990 - 2010



Tabel 1. Nilai Reluktansi dan Permeans dari inti magnet II Bagian 1

Nama Bagian Kaki Inti magnet	Panjang Lintasan (cm)	Luas (cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
Kaki Kiri Inti magnet I ₁	1,42	0,4185	0,0270.10 ⁶	37,017.10 ⁻⁶
Bagian II ₁ inti magnet	0,45	0,744	0,0048.10 ⁶	207,659.10 ⁻⁶
Kaki Tengah Inti magn III ₁	1,42	0,8742	0,0129.10 ⁶	77,324.10 ⁻⁶
Bagian IV ₁ Inti magn	0,45	0,744	0,0048.10 ⁶	207,659.10 ⁻⁶
Kaki Kanan Inti magn V ₁	1,42	0,4185	0,0270.10 ⁶	37,017.10 ⁻⁶

Tabel 2. Nilai Reluktansi dan Permeans dari inti magnet II Bagian 2

Nama bagian Kaki Inti magnet	Panjang Lintasan (cm)	Luas (cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
Kaki Kiri Inti I ₂	1,42	0,4185	0,0270.10 ⁶	37,017.10 ⁻⁶
Bagian II ₂ inti	0,9	1,488	0,0024.10 ⁶	415,317.10 ⁻⁶
Kaki Tengah Inti III ₂	1,42	0,8742	0,0129.10 ⁶	77,324.10 ⁻⁶
Bagian IV ₂ Inti	0,9	1,488	0,0024.10 ⁶	415,317.10 ⁻⁶
Kaki Kanan Inti V ₂	1,42	0,4185	0,0270.10 ⁶	37,017.10 ⁻⁶

Tabel 3.14. Nilai Reluktansi dan Permeans dari inti magnet II Bagian 3

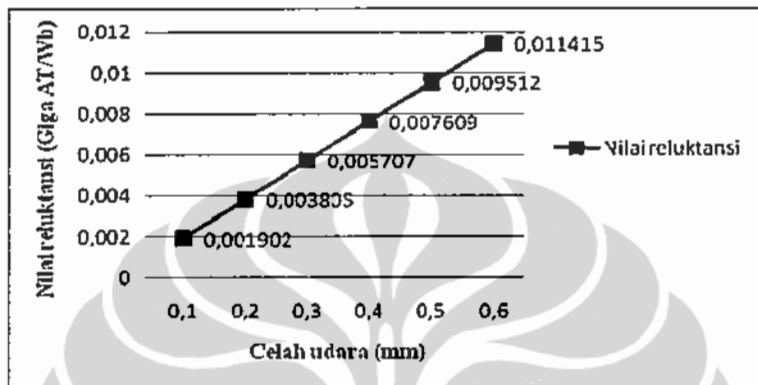
Nama Bagian Kaki Inti Trafo	Panjang Lintasan (cm)	Luas (cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
Kaki Kiri Inti Trafo I ₃	1,42	0,4185	0,0270.10 ⁶	37,017.10 ⁻⁶
Kaki Tengah Inti Trafo III ₃	1,42	0,8742	0,0129.10 ⁶	77,324.10 ⁻⁶
Kaki Kanan Inti Trafo V ₃	1,42	0,4185	0,0270.10 ⁶	37,017.10 ⁻⁶

Tabel 3.15. Nilai Reluktansi dan Permeans dari inti magnet II Bagian 4

Nama Bagian Kaki Inti Trafo	Panjang Lintasan (cm)	Luas (cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
Kaki Kiri Inti Trafo I ₄	1,42	0,4185	0,0270.10 ⁶	37,017.10 ⁻⁶
Bagian II ₄ inti trafo	0,45	0,744	0,0048.10 ⁶	207,659.10 ⁻⁶
Kaki Tengah Inti Trafo III ₄	1,42	0,8742	0,0129.10 ⁶	77,324.10 ⁻⁶
Bagian IV ₄ Inti Trafo	0,45	0,744	0,0048.10 ⁶	207,659.10 ⁻⁶
Kaki Kanan Inti Trafo V ₄	1,42	0,4185	0,0270.10 ⁶	37,017.10 ⁻⁶

Tabel 3.16. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 1

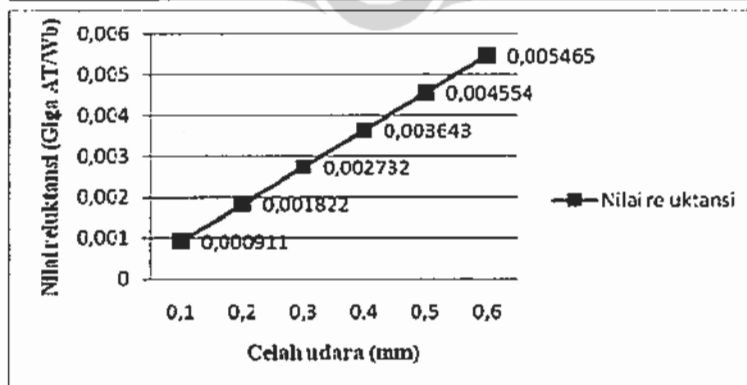
Celah Udara ₁ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
0,1	0,4185	0,001902.10 ⁹	525,636.10 ⁹
0,2	0,4185	0,003805.10 ⁹	262,818.10 ⁹
0,3	0,4185	0,005707.10 ⁹	175,212.10 ⁹
0,4	0,4185	0,007609.10 ⁹	131,409.10 ⁹
0,5	0,4185	0,009512.10 ⁹	105,127.10 ⁹
0,6	0,4185	0,011415.10 ⁹	87,606.10 ⁹



Grafik 3.14. Hubungan nilai reluktansi dengan celah udara 1

Tabel 3.17. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 2

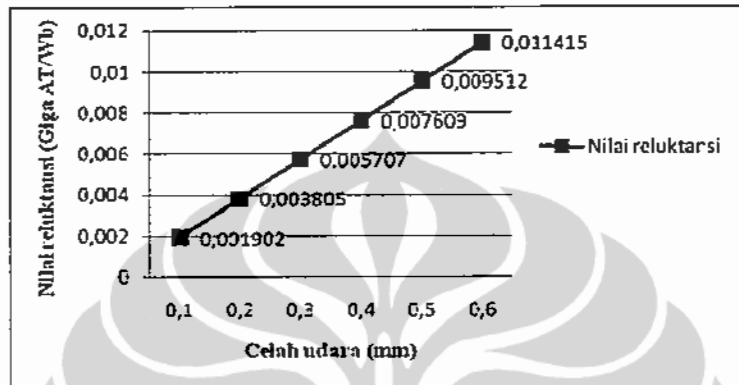
Celah Udara ₂ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
0,1	0,8742	0,000911.10 ⁹	1097,99.10 ⁹
0,2	0,8742	0,001822.10 ⁹	548,997.10 ⁹
0,3	0,8742	0,002732.10 ⁹	365,998.10 ⁹
0,4	0,8742	0,003643.10 ⁹	274,499.10 ⁹
0,5	0,8742	0,004554.10 ⁹	219,599.10 ⁹
0,6	0,8742	0,005465.10 ⁹	182,999.10 ⁹



Grafik 3.15. Hubungan nilai reluktansi dengan celah udara 2

Tabel 3.18. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 3

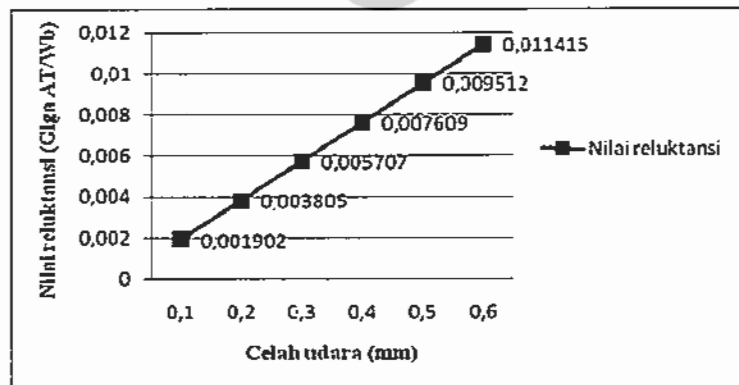
Celah Udara ₃ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
0,1	0,4185	0,001902.10 ⁹	525,636.10 ⁻⁹
0,2	0,4185	0,003805.10 ⁹	262,818.10 ⁻⁹
0,3	0,4185	0,005707.10 ⁹	175,212.10 ⁻⁹
0,5	0,4185	0,007609.10 ⁹	131,409.10 ⁻⁹
0,5	0,4185	0,009512.10 ⁹	105,127.10 ⁻⁹
0,6	0,4185	0,011415.10 ⁹	87,606.10 ⁻⁹



Gambar 3.16. Grafik hubungan nilai reluktansi dengan celah udara 3

Tabel 3.19. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 4

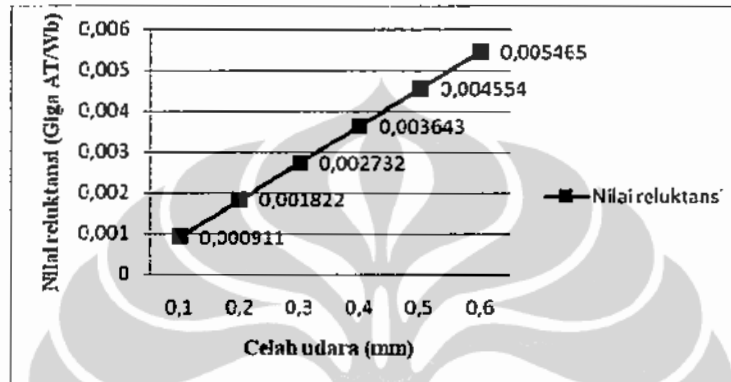
Celah Udara ₄ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
0,1	0,4185	0,001902.10 ⁹	525,636.10 ⁻⁹
0,2	0,4185	0,003805.10 ⁹	262,818.10 ⁻⁹
0,3	0,4185	0,005707.10 ⁹	175,212.10 ⁻⁹
0,5	0,4185	0,007609.10 ⁹	131,409.10 ⁻⁹
0,5	0,4185	0,009512.10 ⁹	105,127.10 ⁻⁹
0,6	0,4185	0,011415.10 ⁹	87,606.10 ⁻⁹



Gambar 3.17. Grafik Hubungan nilai reluktansi dengan celah udara 4

Tabel 3.20. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 5

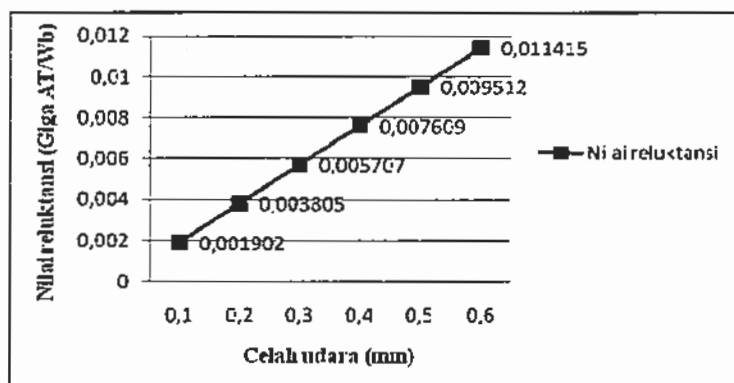
Celah Udara ₅ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
0,1	0,8742	0,000911.10 ⁹	1097,99.10 ⁻⁹
0,2	0,8742	0,001822.10 ⁹	548,997.10 ⁻⁹
0,3	0,8742	0,002732.10 ⁹	365,998.10 ⁻⁹
0,4	0,8742	0,003643.10 ⁹	274,499.10 ⁻⁹
0,5	0,8742	0,004554.10 ⁹	219,599.10 ⁻⁹
0,6	0,8742	0,005465.10 ⁹	182,999.10 ⁻⁹



Gambar 3.18 Grafik hubungan nilai reluktansi dengan celah udara 5

Tabel 3.21. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 6

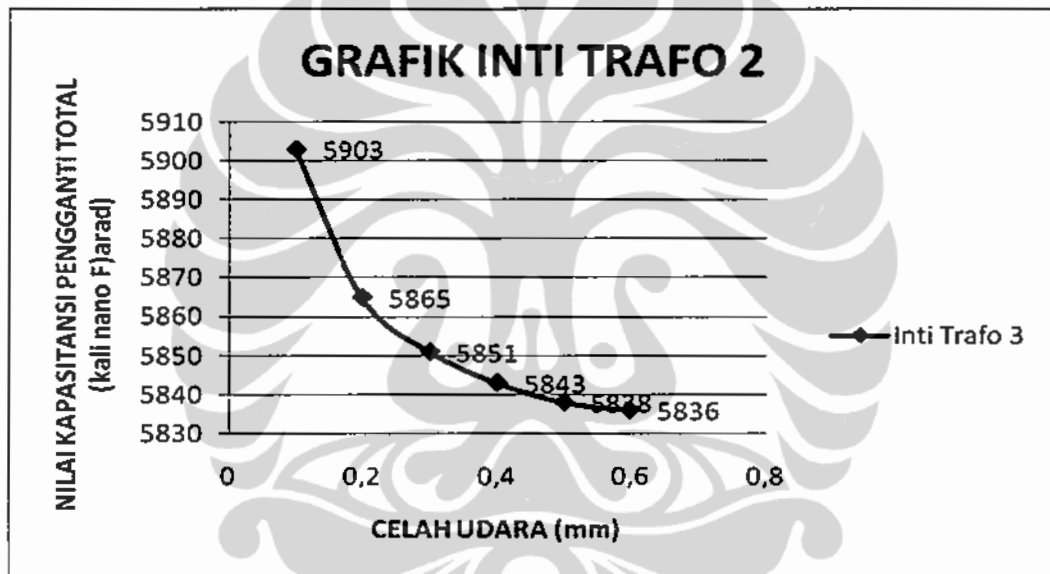
Celah Udara ₆ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
0,1	0,4185	0,001902.10 ⁹	525,636.10 ⁻⁹
0,2	0,4185	0,003805.10 ⁹	262,818.10 ⁻⁹
0,3	0,4185	0,005707.10 ⁹	175,212.10 ⁻⁹
0,5	0,4185	0,007609.10 ⁹	131,409.10 ⁻⁹
0,5	0,4185	0,009512.10 ⁹	105,127.10 ⁻⁹
0,6	0,4185	0,011415.10 ⁹	87,606.10 ⁻⁹



Gambar 3.19 Grafik hubungan nilai reluktansi dengan celah udara keenam.

Tabel 3.22. Hasil nilai kapasitansi pengganti dan celah udara dari Inti magnet II

Nilai Kapasitansi Pengganti Pada Inti (Farad)			Nilai kapasitansi Pengganti Dengan Celah Udara (Farad)		Nilai Kapasitansi Pengganti Total (nF)
Cp 1 = Cp3 (Nf)	Cp 2 = Cp6 (nF)	Cp 5 = Cp7 (nF)	Cp 4 = Cp8 (nF)	Celah Udara (mm)	
16326	38662	16994	2150	0,1	5903
16326	38662	16994	1075	0,2	5865
16326	38662	16994	716	0,3	5851
16326	38662	16994	536	0,4	5843
16326	38662	16994	429	0,5	5838
16326	38662	16994	359	0,6	5836



Gambar 3.20 Grafik nilai kapasitansi pengganti total dengan celah udara Inti magnet II

Tabel 3.23. Nilai Reluktansi dan Permeans dari inti magnet III Bagian 1

Nama Bagian Kaki Inti Trafo	Panjang Lintasan (cm)	Luas (cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
Kaki Kiri Inti Trafo I ₁	1,54	0,3621	0,0338.10 ⁶	29,532.10 ⁻⁶
Bagian II ₁ inti trafo	0,51	0,4544	0,0089.10 ⁶	111,907.10 ⁻⁶
Kaki Tengah Inti Trafo III ₁	1,54	0,5041	0,0243.10 ⁶	41,114.10 ⁻⁶
Bagian IV ₁ Inti Trafo	0,51	0,4544	0,0089.10 ⁶	111,907.10 ⁻⁶
Kaki Kanan Inti Trafo V ₁	1,54	0,3621	0,0338.10 ⁶	29,532.10 ⁻⁶

Grafik hubungan nilai reluktansi terhadap kaki-kaki inti transformator sebagai panjang lintasan pada : I₁, II₁, III₁, IV₁ dan V₁ bagian 1, yaitu sebagai berikut;

Tabel 3.24. Nilai Reluktansi dan Permeans dari inti magnet Bagian 2

Nama bagian Kaki Inti Trafo	Panjang Lintasan (cm)	Luas (cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
Kaki Kiri Inti Trafo I ₂	1,54	0,3621	0,0338.10 ⁶	29,532.10 ⁻⁶
Bagian II ₂ inti trafo	1,02	0,9088	0,0045.10 ⁶	223,814.10 ⁻⁶
Kaki Tengah Inti Trafo III ₂	1,54	0,5041	0,0243.10 ⁶	41,114.10 ⁻⁶
Bagian IV ₂ Inti Trafo	1,02	0,9088	0,0045.10 ⁶	223,814.10 ⁻⁶
Kaki Kanan Inti Trafo V ₂	1,54	0,3621	0,0338.10 ⁶	29,532.10 ⁻⁶

Tabel 3.25. Nilai Reluktansi dan Permeans dari inti magne III Bagian 3

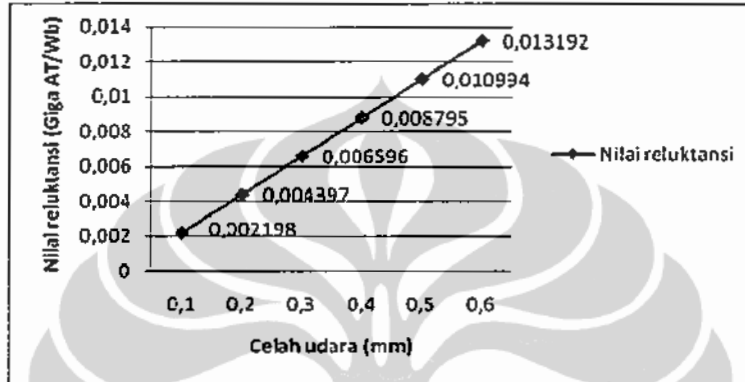
Nama Bagian Kaki Inti Trafo	Panjang Lintasan (cm)	Luas (cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
Kaki Kiri Inti Trafo I ₃	1,54	0,3621	0,0338.10 ⁶	29,532.10 ⁻⁶
Kaki Tengah Inti Trafo III ₃	1,54	0,5041	0,0243.10 ⁶	41,114.10 ⁻⁶
Kaki Kanan Inti Trafo V ₃	1,54	0,3621	0,0338.10 ⁶	29,532.10 ⁻⁶

Tabel 3.26. Nilai Reluktansi dan Permeans dari inti magnet III Bagian 4

Nama Bagian Kaki Inti Trafo	Panjang Lintasan (cm)	Luas (cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
Kaki Kiri Inti Trafo I ₄	1,54	0,3621	0,0338.10 ⁶	29,532.10 ⁻⁶
Bagian II ₄ inti trafo	0,51	0,4544	0,0089.10 ⁶	111,907.10 ⁻⁶
Kaki Tengah Inti Trafo III ₄	1,54	0,5041	0,0243.10 ⁶	41,114.10 ⁻⁶
Bagian IV ₄ Inti Trafo	0,51	0,4544	0,0089.10 ⁶	111,907.10 ⁻⁶
Kaki Kanan Inti Trafo V ₄	1,54	0,3621	0,0338.10 ⁶	29,532.10 ⁻⁶

Tabel 3.27. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 1

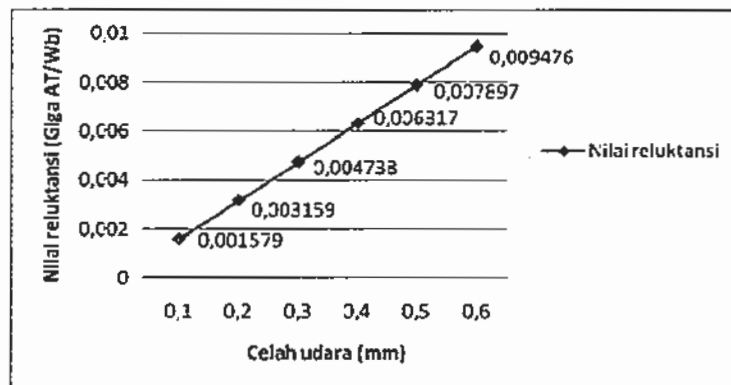
Celah Udara ₁ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
0,1	0,3621	0,002198.10 ⁹	454,797.10 ⁻⁹
0,2	0,3621	0,004397.10 ⁹	227,398.10 ⁻⁹
0,3	0,3621	0,006596.10 ⁹	151,599.10 ⁻⁹
0,4	0,3621	0,008795.10 ⁹	113,699.10 ⁻⁹
0,5	0,3621	0,010994.10 ⁹	90,959.10 ⁻⁹
0,6	0,3621	0,013192.10 ⁹	75,799.10 ⁻⁹



Gambar 3.21. Grafik hubungan nilai reluktansi dengan celah udara 1

Tabel 3.28. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 2

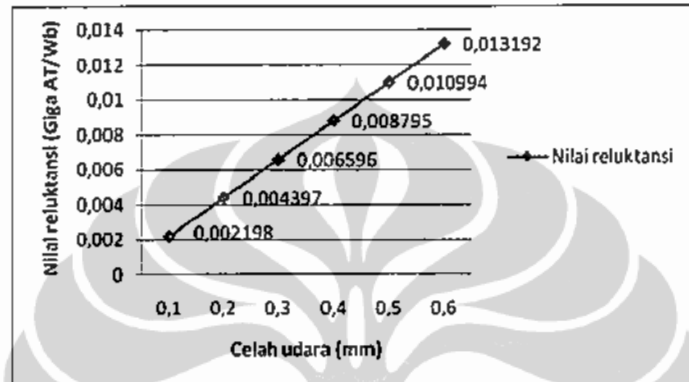
Celah Udara ₂ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
0,1	0,5041	0,001579.10 ⁹	633,149.10 ⁻⁹
0,2	0,5041	0,003159.10 ⁹	316,575.10 ⁻⁹
0,3	0,5041	0,004738.10 ⁹	211,049.10 ⁻⁹
0,4	0,5041	0,006317.10 ⁹	158,287.10 ⁻⁹
0,5	0,5041	0,007897.10 ⁹	126,630.10 ⁻⁹
0,6	0,5041	0,009476.10 ⁹	105,525.10 ⁻⁹



Gambar 3.22. Grafik Hubungan nilai reluktansi dengan celah udara 2

Tabel 3.29. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 3

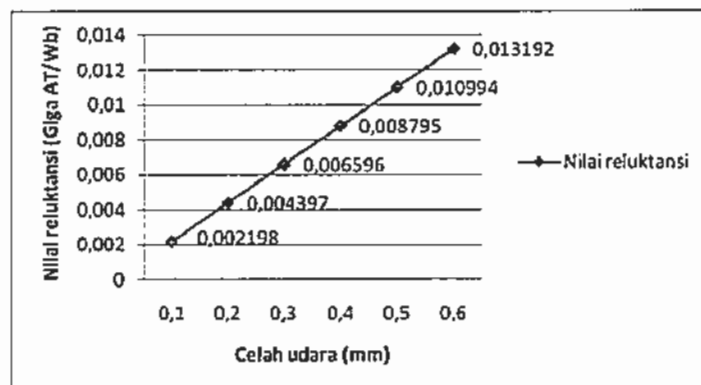
Celah Udara ₃ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permean s (H)
0,1	0,3621	0,002198.10 ⁹	455.10 ⁻⁹
0,2	0,3621	0,004397.10 ⁹	227.10 ⁻⁹
0,3	0,3621	0,006596.10 ⁹	152.10 ⁻⁹
0,5	0,3621	0,008795.10 ⁹	114.10 ⁻⁹
0,5	0,3621	0,010994.10 ⁹	91.10 ⁻⁹
0,6	0,3621	0,013192.10 ⁹	76.10 ⁻⁹



Gambar 3.23. Grafik Hubungan nilai reluktansi dengan celah udara 3

Tabel 3.30. Nilai Reluktansi dengan celah udara 4

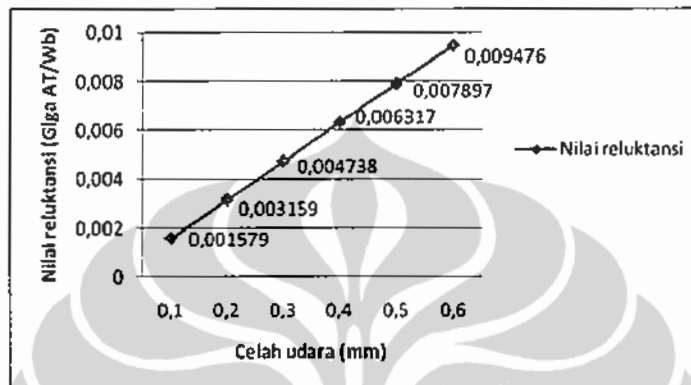
Celah Udara ₄ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permean s (H)
0,1	0,3621	0,002198.10 ⁹	455.10 ⁻⁹
0,2	0,3621	0,004397.10 ⁹	227.10 ⁻⁹
0,3	0,3621	0,006596.10 ⁹	152.10 ⁻⁹
0,5	0,3621	0,008795.10 ⁹	114.10 ⁻⁹
0,5	0,3621	0,010994.10 ⁹	91.10 ⁻⁹
0,6	0,3621	0,013192.10 ⁹	76.10 ⁻⁹



Gambar 3.24. Grafik Hubungan nilai reluktansi dengan celah udara 4

Tabel 3.31. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 5

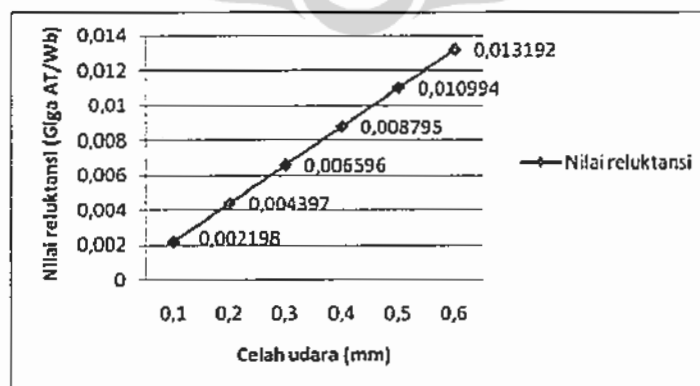
Celah Udara ₅ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
0,1	0,5041	0,001579.10 ⁹	633.10 ⁻⁹
0,2	0,5041	0,003159.10 ⁹	316.10 ⁻⁹
0,3	0,5041	0,004738.10 ⁹	211.10 ⁻⁹
0,5	0,5041	0,006317.10 ⁹	158.10 ⁻⁹
0,5	0,5041	0,007897.10 ⁹	127.10 ⁻⁹
0,6	0,5041	0,009476.10 ⁹	106.10 ⁻⁹



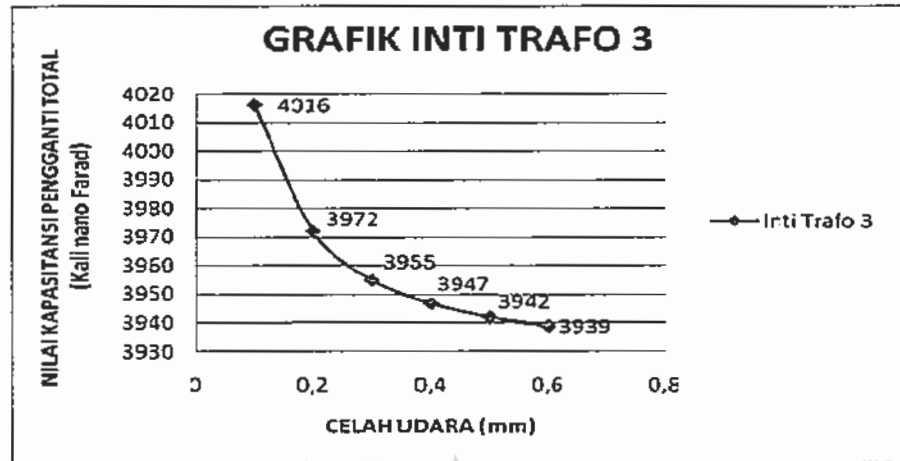
Gambar 3.26. Grafik Hubungan nilai reluktansi dengan celah udara 2

Tabel 3.32. Nilai Reluktansi dan Permeans dari celah udara 6

Celah Udara ₆ (mm)	Luas (Cm ²)	Reluktansi (AT/Wb)	Permeans (H)
1	0,3621	0,002198.10 ⁹	455.10 ⁻⁹
2	0,3621	0,004397.10 ⁹	227.10 ⁻⁹
3	0,3621	0,006596.10 ⁹	152.10 ⁻⁹
5	0,3621	0,008795.10 ⁹	114.10 ⁻⁹
5	0,3621	0,010994.10 ⁹	91.10 ⁻⁹
6	0,3621	0,013192.10 ⁹	76.10 ⁻⁹



Gambar 3.27 Grafik Hubungan nilai reluktansi dengan celah udara ke enam.



Gambar 3.27. Grafik Hubungan nilai reluktansi dengan 6 celah udara.

Tabel 3.33. Hasil nilai kapasitor pengganti dan celah udara dari Inti magnet III

Nilai Kapasitansi Pengganti Pada Inti (Farad)			Nilai kapasitansi Pengganti Dengan Celah Udara (Farad)		Nilai Kapasitansi Pengganti Total (nF)
Cp 1 = Cp3 (nF)	Cp 2 = Cp6 (nF)	Cp 5 = Cp7 (nF)	Cp 4 = Cp8 (nF)	Celah Udara (mm)	
12326	20557	13045	1543	0,1	4016
12326	20557	13045	770	0,2	3972
12326	20557	13045	515	0,3	3955
12326	20557	13045	386	0,4	3947
12326	20557	13045	309	0,5	3942
12326	20557	13045	258	0,6	3939

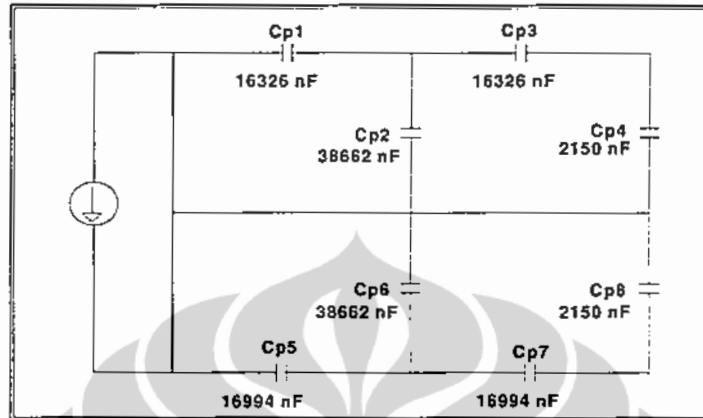
4.2.2.3.2. Inti magnet type II

Untuk $r_1 = r_2 = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

Kerapatan fluks magnetik, didefinisikan oleh persamaan :

$$B = w^2(L_1 \cdot L_2 - M^2) = 0,043 \text{ WB.}$$

Kapasitansi pengganti diperoleh dari perhitungan kapasitansi inti transformator II:



Gambar 4.10 Gambar rangkaian pengganti kapasitansi inti transformator II

Dari gambar 4.10 diperhitungkan seperti pada perhitungan diatas (tabel 4.10) sehingga diperoleh nilai kapasitans total inti $C_p = 5903 \cdot 10^{-9} \text{ F}$, kemudian diperhitungkan tahanan pengganti inti magnet 2 $R_p = 0,052 \text{ Ohm}$

$$R_p = \frac{l}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sigma \cdot \delta}$$

$$R_{p1,1} = 0,021 \Omega$$

$$R_{p1,2} = 0,031 \Omega$$

$$\delta = \frac{0,0661}{\sqrt{f}}$$

$$\delta = 4,18 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Tahanan pengganti R_p , diperoleh dari : $R_p = R_{p1,1} + R_{p1,2} = R_p = 0,052 \text{ Ohm}$

Untuk $R_L = 5 \Omega$

$$\text{Rea}_1 = [(M^2 - 2MC_p wB)/B^2 - 1/R_p^2 + w^2 C_p^2] R_{A1} R_{A2} +$$

$$[(1 + R_{A1}/R_p)[1 + R_{A2}/R_p - R_L/(R_{A2} + R_L)] -$$

$$(R_{A1} w C_p - L_2 R_{A1}/B)(-L_1 R_{A2}/B + R_{A2} w C_p) = 0,975 \Omega$$

$$\text{Im}_1 = 2R_{A1} R_{A2}/R_p [(M/B - w C_p) + \{(R_{A1} w C_p - L_2 R_{A1}/B)(1 + R_{A2}/R_p - R_L/(R_{A2} + R_L))\} + (1 + R_{A1}/R_p)(-L_1 R_{A2}/B + R_{A2} w C_p)] = -0,052 \text{ A}$$

Jadi rasio transformator :

$$C = |V_2 / V_1| = \left[\sqrt{(R_{A2} / R_p)^2 + R_{A2}^2 (wC_{p-M/B})^2} \right] / \left[(1 + R_{A2} / R_l) \sqrt{(\text{Re } a_1)^2 + (\text{Im}_1)^2} \right]$$

$$C = 0,9761$$

Bila dalam persen $C = 0,9761 \times 100\% = 97,61 \%$

Sedangkan efisiensi setelah rangkaian ekuivalen transformator II dimodifikasi :

$$\eta = \frac{\left[(R_{A2} / R_p)^2 + R_{A2}^2 (wC_p - M / B)^2 \right]}{R_L \sqrt{(\text{Re } a_1)^2 + (\text{Im}_1)^2} \cdot \sqrt{(\text{Re } a_2)^2 + (\text{Im}_2)^2} \cdot (1 + R_{A2} / R_L) \text{Cos}^2 (<V_1 \& I_1)}$$

$$\eta = 0,9808$$

Bila dalam persen $\eta = 0,9808 \times 100\% = 98,08 \%$

Dimana :

$$\text{Re } a_2 = [1 + R_{A2} / R_p - R_L / (R_{A2} + R_L)] / R_p - (R_{A2} C_{pW} - L_1 R_{A2} / B) (C_{pW} - L_2 / B) + (M^2 / B^2 + C_p^2 w^2 - 1 / R_p^2 - 2wM C_p / B) R_{A2} = 0,195 \Omega$$

$$\text{Im}_2 = [1 + R_{A2} / R_p - R_L / (R_{A2} + R_L)] \cdot (C_{pW} - L_2 / B) + [(R_{A2} w C_p - L_2 / B) + (R_{A2} w C_p - L_2 R_{A2} / B) / R_p] + (2M / R_p B - 2C_{pW} / R_p) R_{A2} = 0,055 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} (<V_1 \& I_1) &= \tan^{-1}(\text{Im}_1 / \text{Re } a_1) - \tan^{-1}(\text{Im}_2 / \text{Re } a_2) \\ &= \tan^{-1}(-0,052 / 0,975) - \tan^{-1}(0,055 / 0,195) \\ &= -18,80 \end{aligned}$$

Perhitungan $r_1 = r_2 = 4,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ dan $r_1 = r_2 = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}$. Maka ditabelkan pada tabel 4.7

Untuk ketiga jenis kumpulan parameter barunya ditabelkan seperti tabel 4.7.

Tabel 4.7 Nilai rasio dan efisiensi dari kawat belitan tiga kumparan transformator II setelah rangkaian ekuivalennya dimodifikasi

Nilai-nilai variabel tiga kumparan	r_1 (m)		
	$2,25 \cdot 10^{-4}$ m	$4,50 \cdot 10^{-4}$ m	$6,75 \cdot 10^{-4}$ m
B (Wb/m ²)	0,043	0,020	0,011
R _p (Ω)	0,052	0,026	0,017
R _L (Ω)	5	5	5
Rea ₁ (Ω)	0,975	0,864	0,718
Im ₁ (A)	-0,052	-0,019	-0,012
C (%)	97,61	97,06	98,07
Rea ₂ (Ω)	0,195	0,167	0,140
Im ₂ (A)	0,055	0,024	0,013
($\angle V_1 \& I_1$)	-18,80	-9,43	-6,26
η (%)	98,08	99,21	99,62

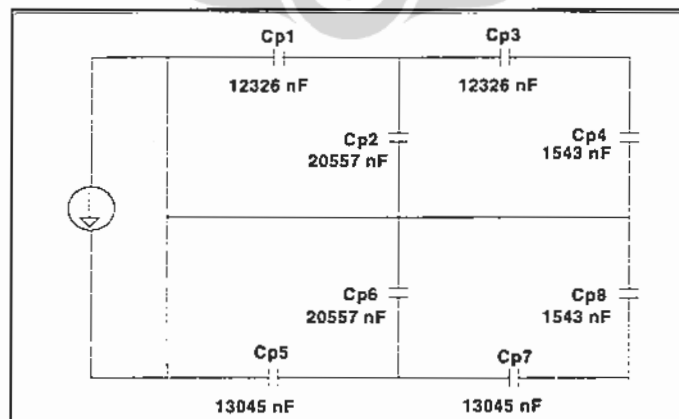
4.2.2.3. Inti magnet III

Untuk $r_1 = r_2 = 2,25 \cdot 10^{-4}$ m

Kerapatan fluk magnetik, didefinisikan oleh persamaan :

$$B = w^2(L_1 \cdot L_2 - M^2) = 0,043$$

Kapasitansi pengganti diperoleh dari perhitungan kapasitansi inti transformator III:



Gambar 4.11. Gambar rangkaian pengganti kapasitansi inti transformator III

Diperhitungkan seperti perhitungan inti magnet I dan II maka type inti II seperti pada tabel 4.4

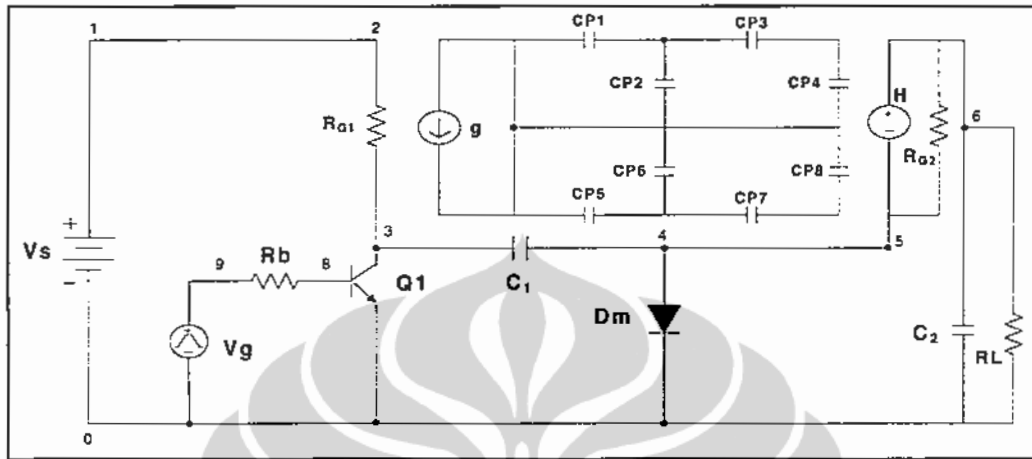
. Untuk $r_1 = r_2 = 4,50 \cdot 10^{-4}$ m , dan $r_1 = r_2 = 6,75 \cdot 10^{-4}$ m Dengan cara yang sama lihat hasilnya pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Nilai rasio dan efisiensi dari kawat belitan tiga kumparan transformator III setelah rangkaian ekuivalennya dimodifikasi

Nilai-nilai variabel kumparan Type III	r_1 (m)		
	$2,25 \cdot 10^{-4}$ m	$4,50 \cdot 10^{-4}$ m	$6,75 \cdot 10^{-4}$ m
B (Wb/m ²)	0,043	0,020	0,011
R _p (Ω)	0,052	0,026	0,017
R _L (Ω)	5	5	5
Rea ₁ (Ω)	0,976	0,864	0,715
Im ₁ (A)	-0,035	-0,014	-0,008
C (%)	97,53	97,51	98,48
Rea ₂ (Ω)	0,186	0,163	0,138
Im ₂ (A)	0,038	0,017	0,009
(<V ₁ & I ₁)	-13,60	-6,88	-4,37
η (%)	98,32	99,54	99,83

4.4.6. Analisis Gyrotor dan Rangkaian Magnetik II

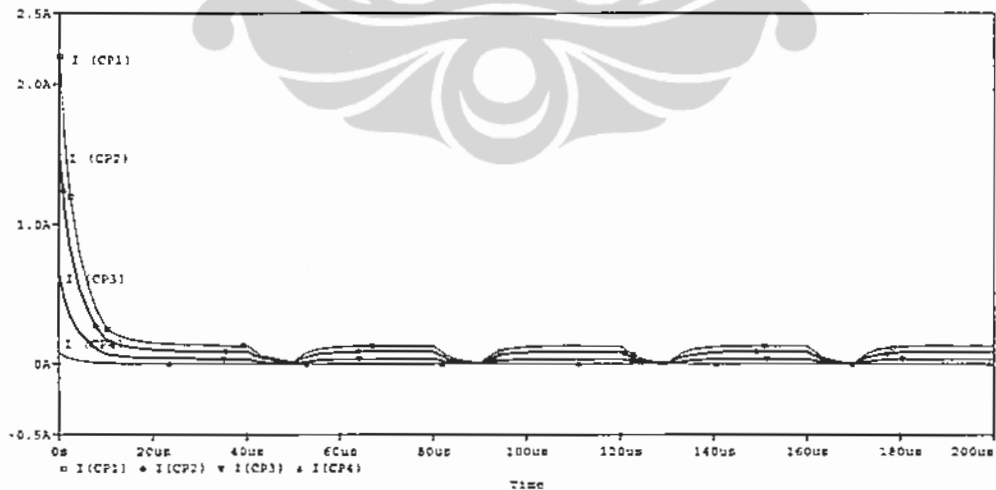
Analisis digambarkan pada gambar 4.58. (Prog. Gy-Lam Kaprelban3a), seperti berikut ini;



Gambar 4.58 Gyrotor – kapasitor berbeban R paralel dengan C

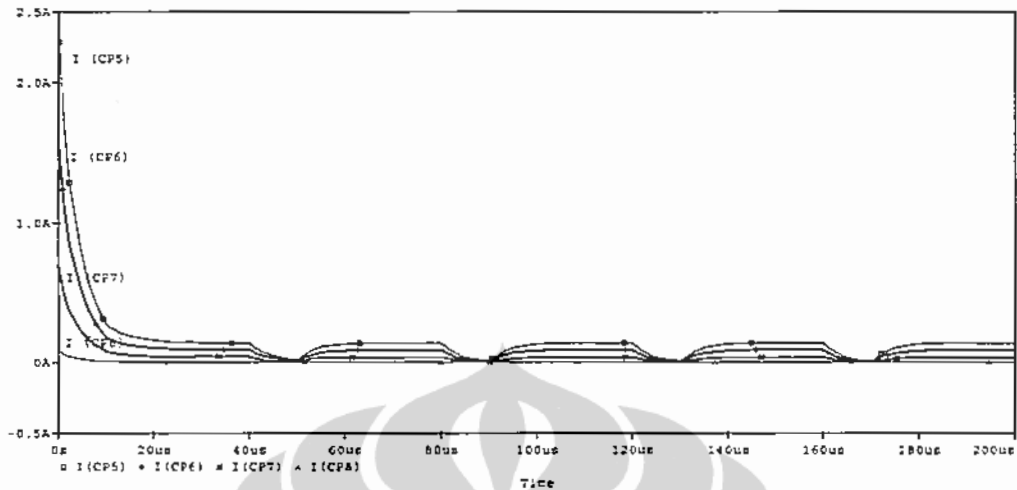
Pada gambar 4.60., untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$, dimana gyrator kapasitor dimasukkan pada (Prog. Gy-Lam Kaprelban3a) diperoleh;

- a. Hubungan arus kapasitor pendekatan (I_{CP1} , I_{CP2} , I_{CP3} , I_{CP4}) masing-masing 130,099 mA, 89,310 mA, 37,713 mA, dan 4,966 mA, seperti pada grafik 4.59. yaitu sebagai berikut;



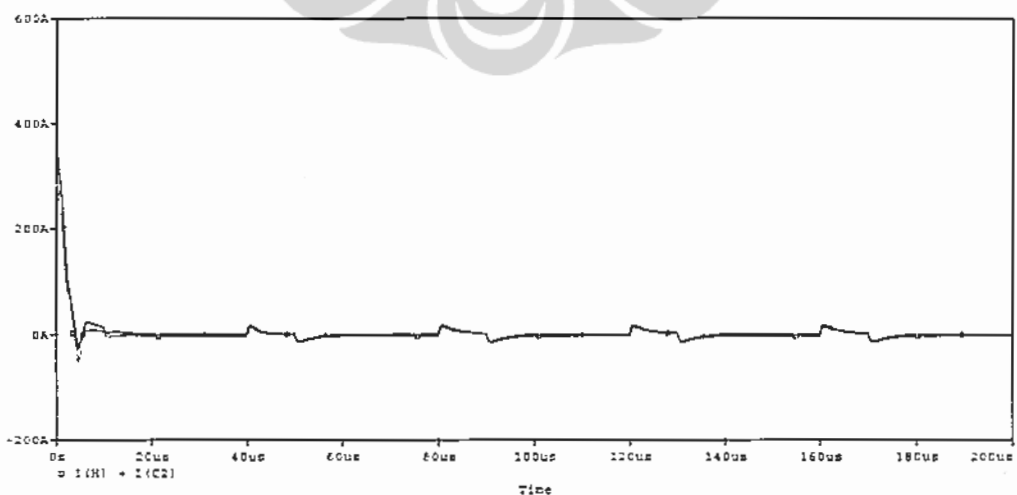
Gambar 4.59 Grafik arus kapasitor pendekatan (I_{CP1} , I_{CP2} , I_{CP3} , I_{CP4}) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ } \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ } \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3a).

- b. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing 135,422 mA, 89,310 mA, 39,256 mA, dan 4,966 mA, seperti pada grafik 4.60. yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.60 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3a).

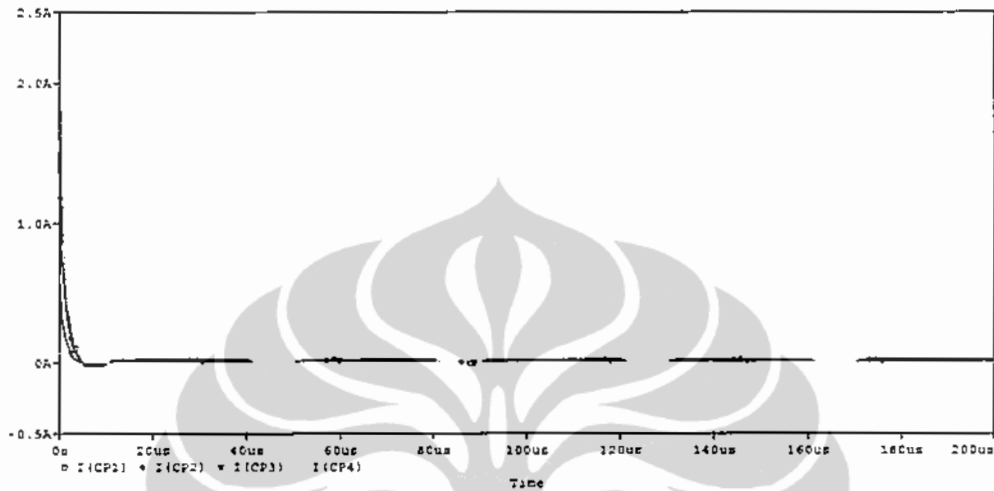
- c. Bentuk gelombangnya transient, dimana arus hybrid sama dengan arus kapasitor 2, dimana untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$, arus hybrid minimumnya $-15,878 \text{ A}$, arus maksimumnya sebesar $12,915 \text{ A}$, dengan waktu mantapnya $161,193 \mu\text{S}$, seperti pada grafik 4.61. yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.61 Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3a).

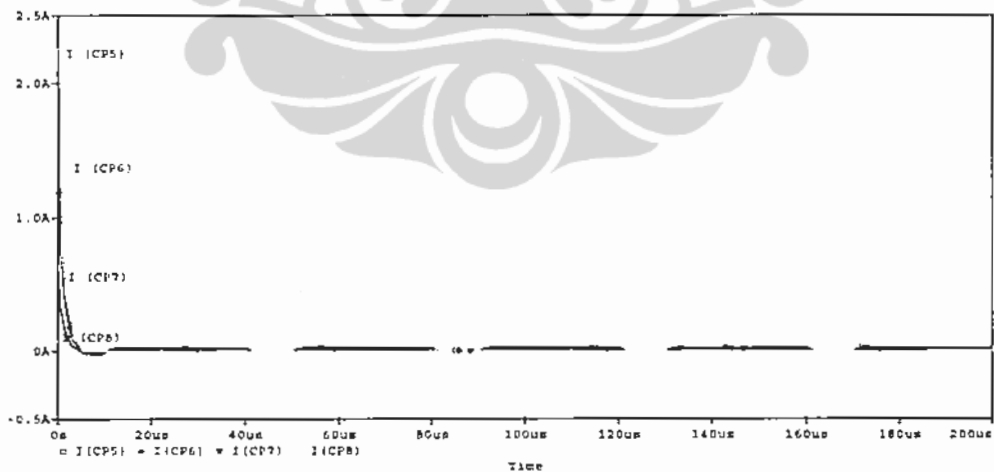
Sedangkan hasil simulasi untuk $R_{G1} = 0,006 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,010 \text{ Ohm}$, dimana gyrator kapasitor dimasukkan pada (Prog. Gy-Lam Kapreban13b) diperoleh;

- a. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing : 30,030 mA, 20,615 mA, 8,705 mA, dan 1,146 mA, seperti pada grafik 4.62 yaitu;



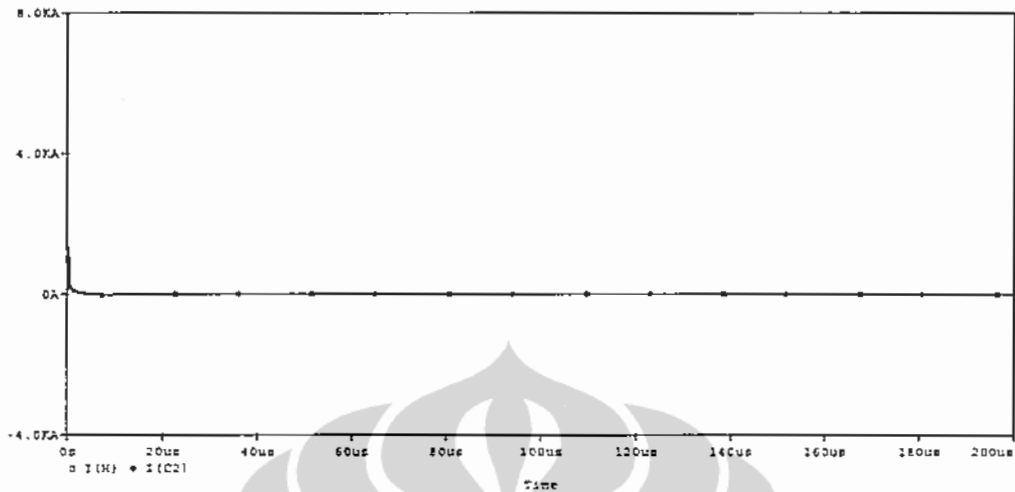
Gambar 4.62 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3b).

- b. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing : 31,247 mA, 20,607 mA, 9,057 mA, 1,146 mA, seperti pada grafik 4.63. yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.63 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3b).

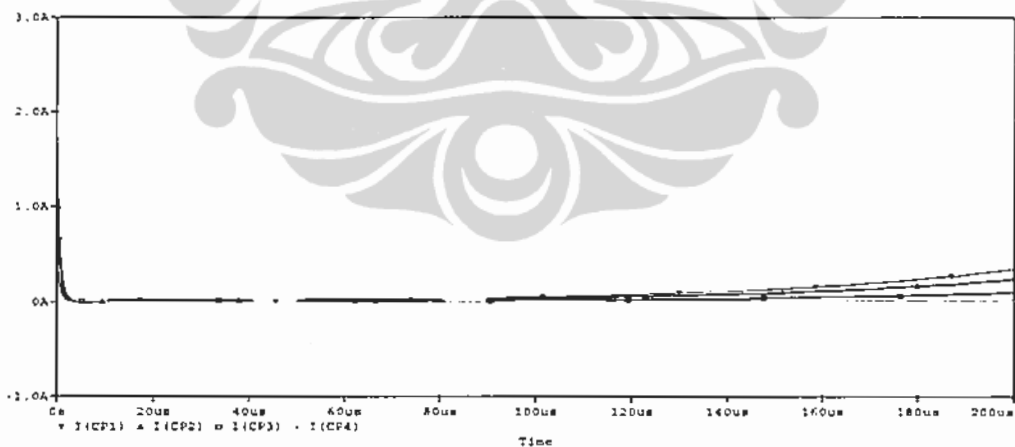
- c. Untuk $R_{G1} = 0,006 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,010 \text{ Ohm}$, arus hybrid minimumnya $-12,238 \text{ A}$, arus maksimumnya sebesar $8,795 \text{ A}$, dengan waktu mantapnya $120,657 \mu\text{s}$, seperti pada grafik 4.64. sebagai berikut;



Gambar 4.64 Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3b).

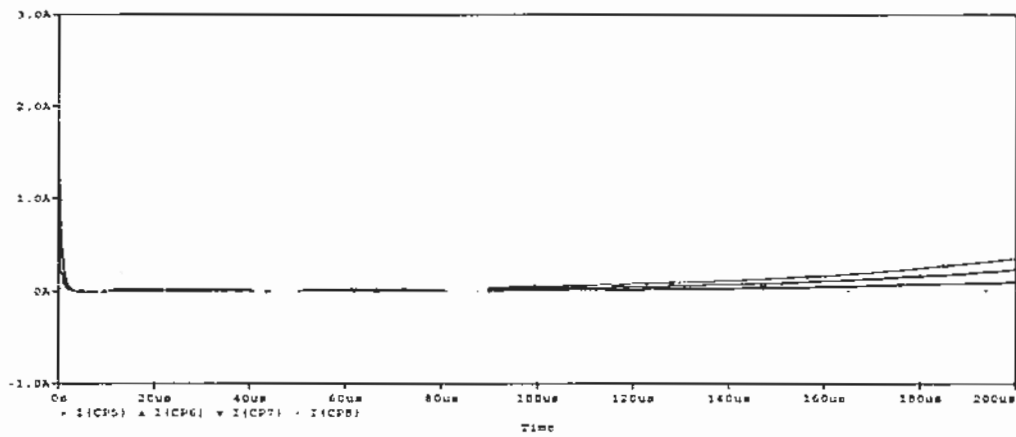
Untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$, dimana gyrator kapasitor dimasukkan pada (Prog. Gy-Lam Kaprelban3c) diperoleh;

- a. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing : $15,011 \text{ mA}$, $10,305 \text{ mA}$, $4,351 \text{ mA}$, dan $573,057 \mu\text{A}$, seperti pada grafik 4.65 yaitu sebagai berikut;



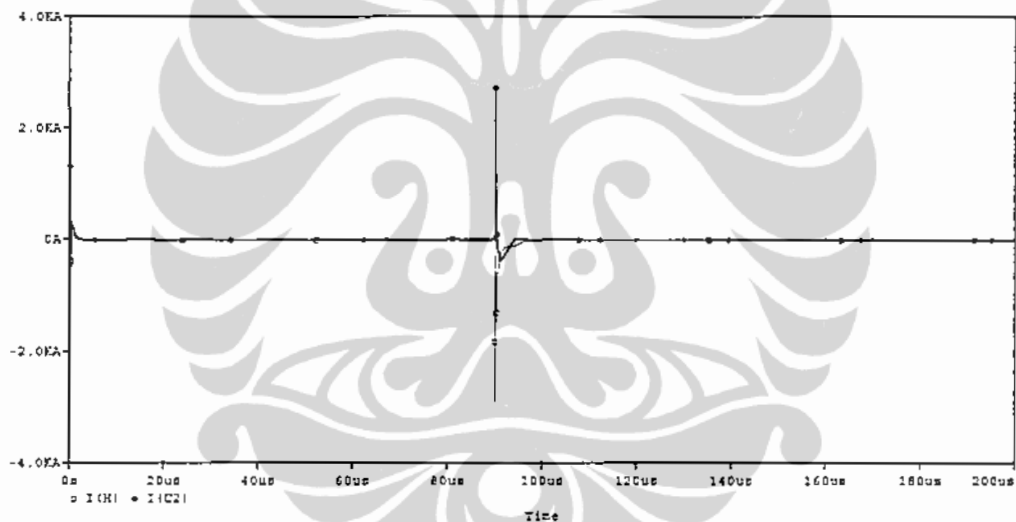
Gambar 4.65 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3c).

- b. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing : $15,626 \text{ mA}$, $10,305 \text{ mA}$, $4,529 \text{ mA}$, dan $573,057 \mu\text{A}$, seperti pada grafik 4.66. sebagai berikut;



Gambar 4.66. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3c).

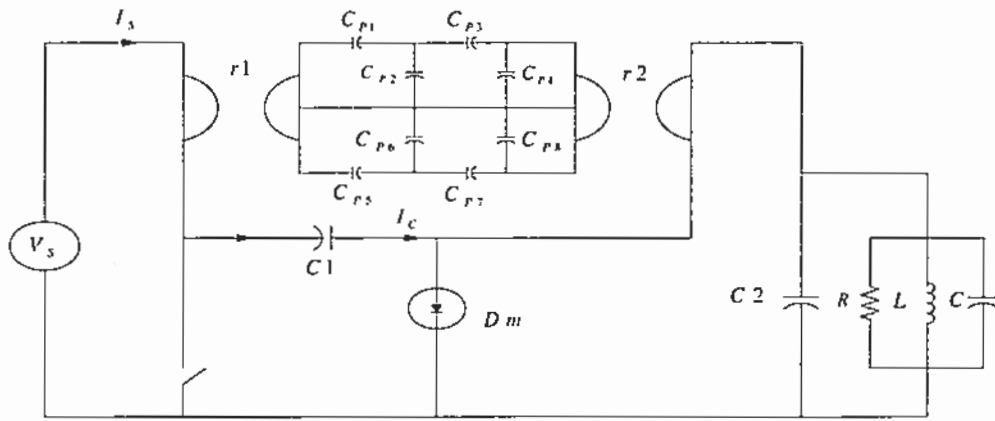
- c. Untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$, arus hybrid minimumnya $-8,266 \text{ A}$, arus maksimumnya sebesar $4,015 \text{ A}$, dengan waktu mantapnya $42,240 \mu\text{S}$, seperti pada grafik 4.67. yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.67 Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3c).

4.4.7. Simulasi Cuk Konverter Gyrator Kapasitor Dengan Beban R,L,C.

Dengan berpedoman pada analisa program Gy-Lam C1 sampai Gy-Lam C555, maka analisa dilakukan dengan rangkaian gambar 4.1 dengan spesifikasi yang telah diberikan sebelumnya, sehingga diperoleh kondisi cuk dan gyrator secara resultan. Pada saat switching padam dan menyala maka yang mengalir pada beban R, L, C berasal dari sumber energi baru dari gyrator, Hybrid, dan kapasitor.



Gambar 4.68 Cuk konverter gyrator kapasitor dengan beban R,L,C.

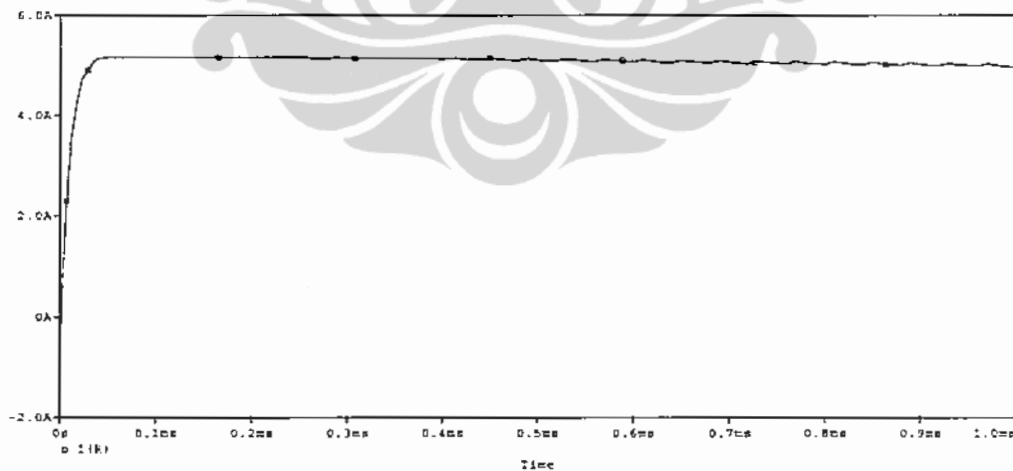
4.4.8. Analisis Program Gy-Lam Pragyator A (1, 2, 3)

Pada simulasi program Gy-Lam Pragyator A, kondisi awal kapasitor 2 nya yaitu = -3 Volt. Pada program Gy-Lam Pragyator A1, untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$ dari inti transformator II diperoleh;

- a. Riak arus beban sebagai berikut (grafik 4.69) :

$$\Delta I = \frac{(5,047 - 5,046)}{5} \cdot 100\% = 0,02\%$$

dengan waktu mantapnya $290,18 \mu\text{S}$



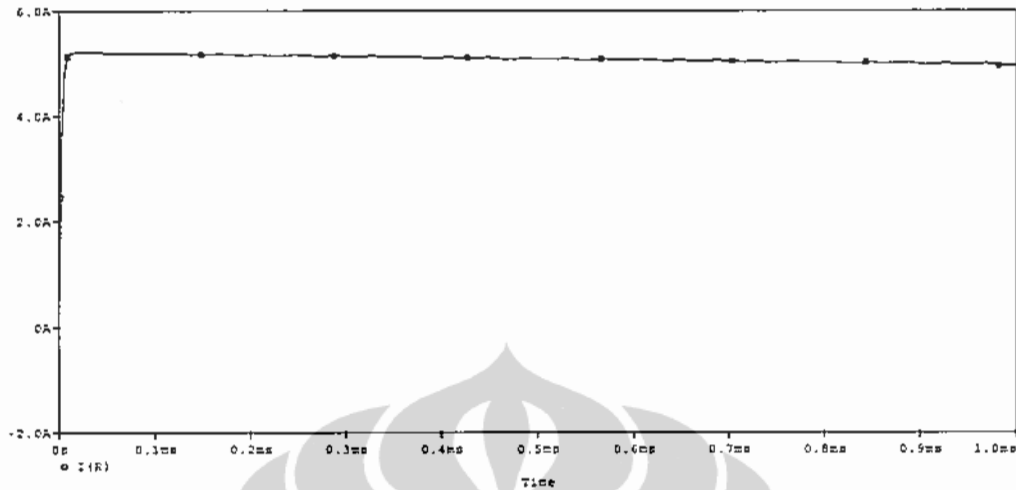
Gambar 4.69 Grafik arus beban R,L,C terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,026 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pragyator A1).

Pada program Gy-Lam Pragyator A2, untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ diperoleh;

- a. Riak arus beban sebagai berikut (grafik 4.70) :

$$\Delta I = \frac{(5,0217 - 5,007)}{5} \cdot 100\% = 0,29\%$$

dengan waktu mantapnya 81,193 μ S



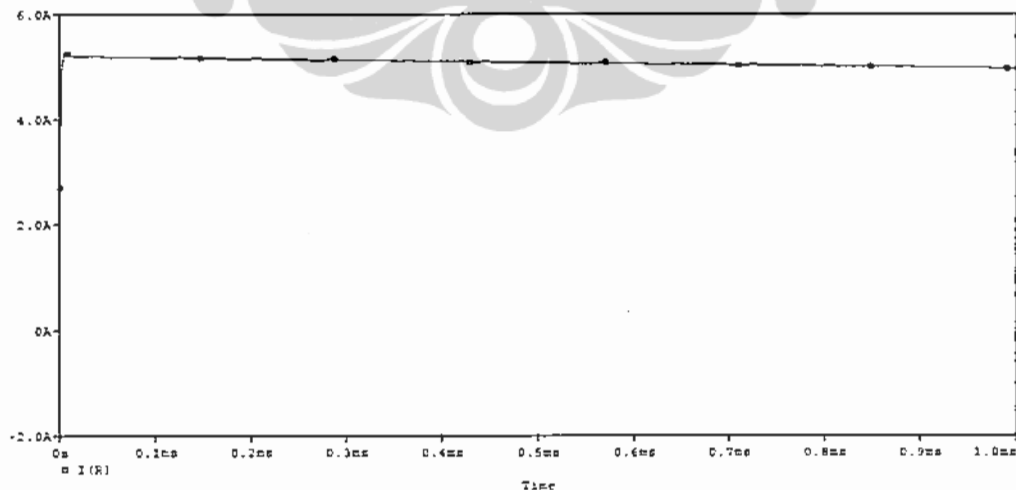
Gambar 4.70 Grafik arus beban R,L,C terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pragyrator A2).

Pada program Gy-Lam Pragyrator A3, untuk $R_{G1} = 0,003$ Ohm dan $R_{G2} = 0,004$ Ohm diperoleh;

a. Riak arus beban sebagai berikut (grafik 4.71) :

$$\Delta I = \frac{(5,011 - 5,005)}{5} \cdot 100\% = 0,12\%$$

dengan waktu mantapnya 81,193 μ S



Gambar 4.71 Grafik arus beban R,L,C terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pragyrator A3).

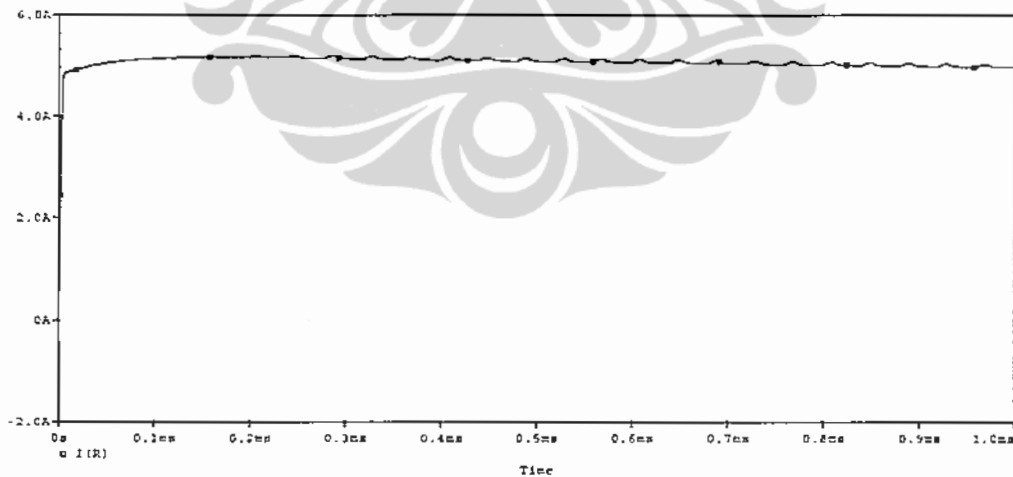
4.4.9. Analisis Program Gy-Lam Pasgyrator B (1, 2, 3)

Pada simulasi Program Gy-Lam Pasgyrator B, tahanan gyrator diperoleh dari tahanan belitan yang dipuntir = R_p . Pada program Gy-Lam Pasgyrator B1, maka tahanan gyrator R_G telah dimodifikasi sesuai dengan tahanan belitan transformator yang telah dipuntir $R_{G1} = 0,021$ Ohm dan $R_{G2} = 0,031$ Ohm dari inti magnet II berdasarkan ;

- a. Hubungan pendekatan I (R) diperoleh riak arus beban sebagai berikut :

$$\Delta I = \frac{(5,1634 - 5,1547)}{5} \cdot 100\% = 0,174\%$$

dengan waktu mantapnya 530,048 μ S (grafik 4.72)

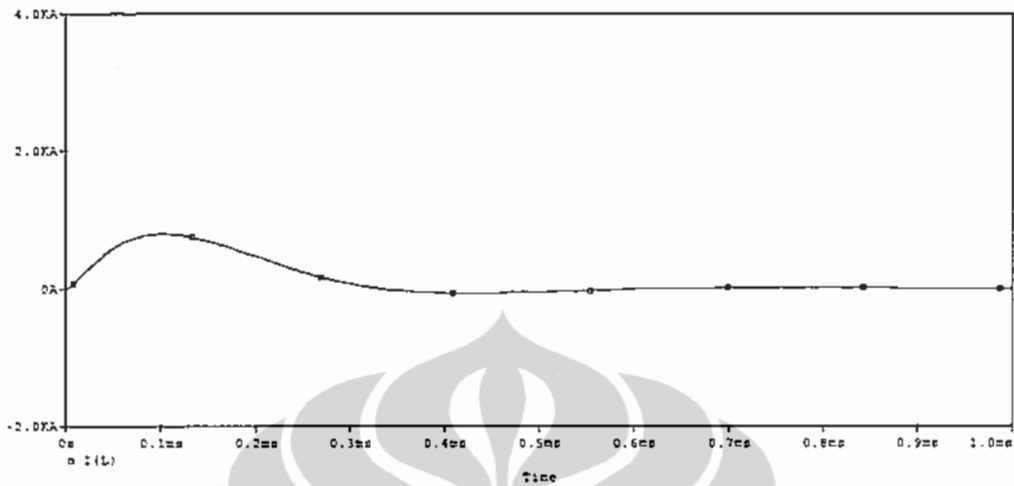


Gambar 4.72 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B1).

- b. Hubungan pendekatan I (L) diperoleh riak arus beban sebagai berikut :

$$\Delta I = \frac{(17,369 - 17,152)}{100,416} \cdot 100\% = 0,2\%$$

dengan waktu mantapnya 201,193 μ S (grafik 4.73)

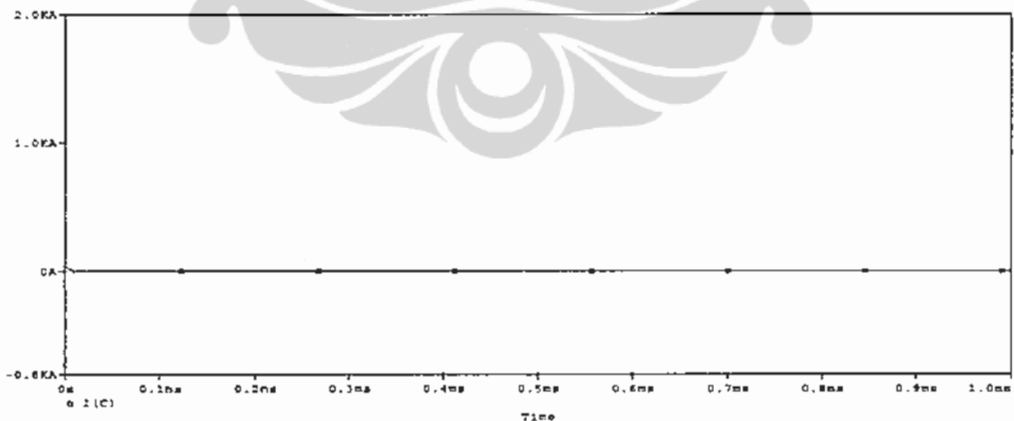


Gambar 4.73 Grafik arus beban L terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B1).

c. Hubungan pendekatan I (C) diperoleh riak arus beban sebagai berikut :

$$\Delta I = \frac{(454,634 - 458,351) \cdot 10^{-3}}{5} \cdot 100\% = -0,0743\%$$

dengan waktu mantapnya 521,193 μ S (grafik 4.74)

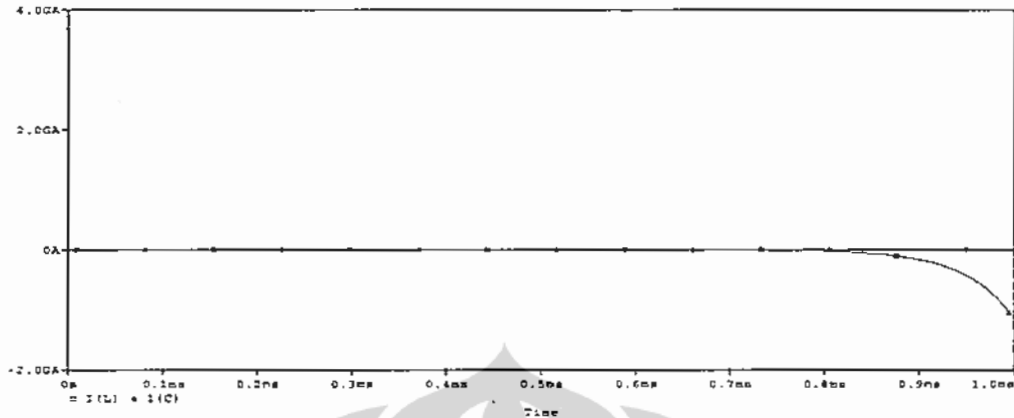


Gambar 4.74 Grafik arus beban C terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B1).

a. Hubungan pendekatan I (RLC) diperoleh riak arus beban sebagai berikut (grafik 4.75) :

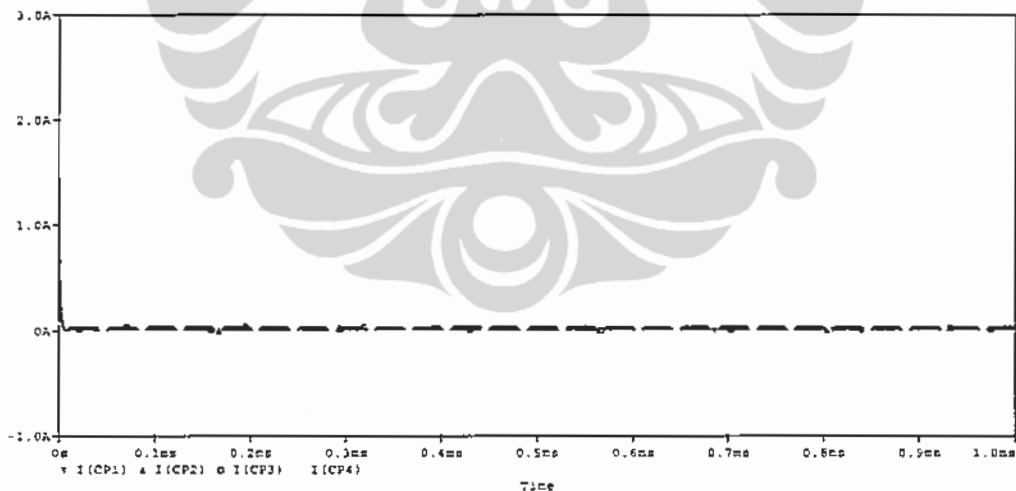
$$\Delta I = \frac{(17,369 - 17,152)}{100,416} \cdot 100\% = 0,2\%$$

dengan waktu mantapnya 201,193 μ S



Gambar 4.75 Grafik arus beban RLC terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B3).

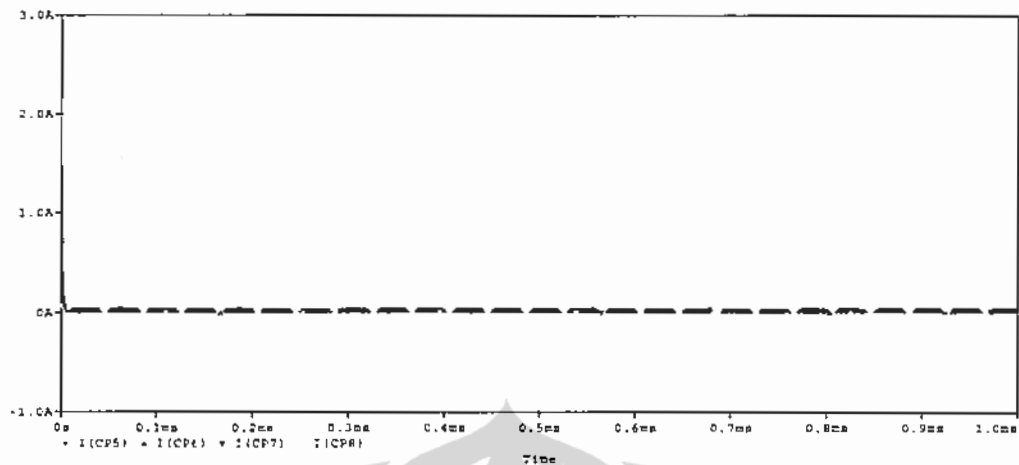
- b. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing 37,555 mA, 25,780 mA, 10,886 mA, 1,433 mA, sedang waktu mantapnya : 95,325 μ S, 95,325 μ S, 95,325 μ S, 95,325 μ S (grafik 4.77) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.77. Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B3).

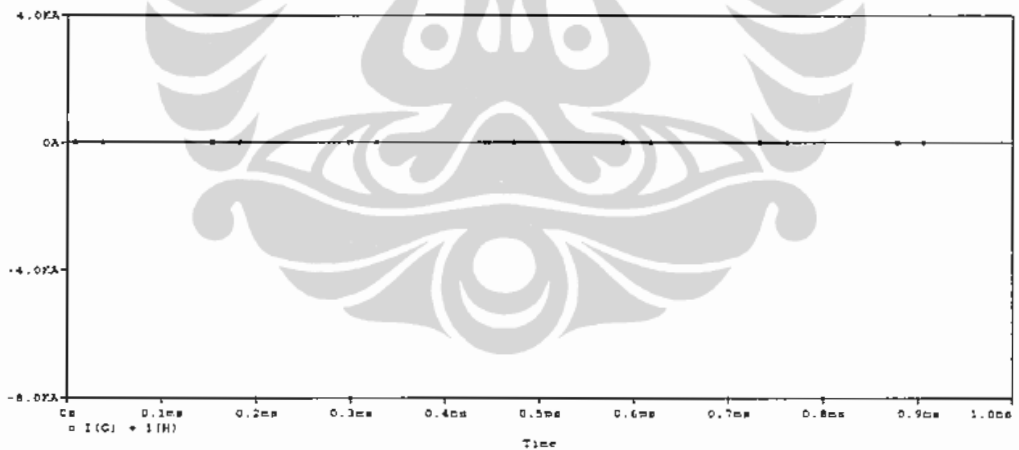
- c. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing 39,088 mA, 25,778 mA, 11,331 mA, 1,433 mA, sedang waktu mantapnya

: 135,325 μ S, 135,325 μ S, 135,325 μ S, 135,325 μ S (grafik 4.78) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.78 Grafik arus kapasitor pendekatan (I_{CP5} , I_{CP6} , I_{CP7} , I_{CP8}) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B3).

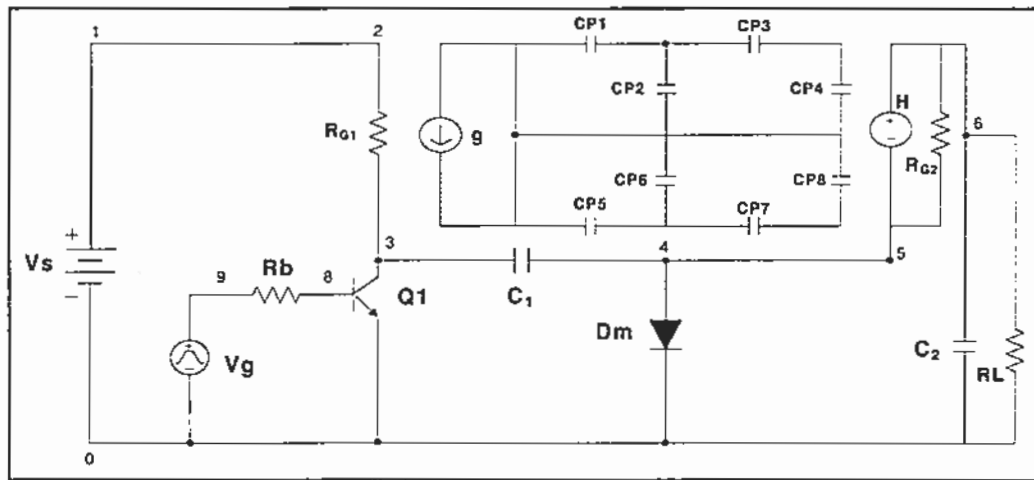
- d. Hubungan $I(G)$ $I(H)$ diperoleh arus gyrator dan arus hybrid sebesar 76,612 mA dan 8,999 A (grafik 4.79) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.79 Grafik arus gyrator I_G dan arus hybrid I_H terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B3).

4.4.10. Analisis Gyrator dan Rangkaian Magnetik III

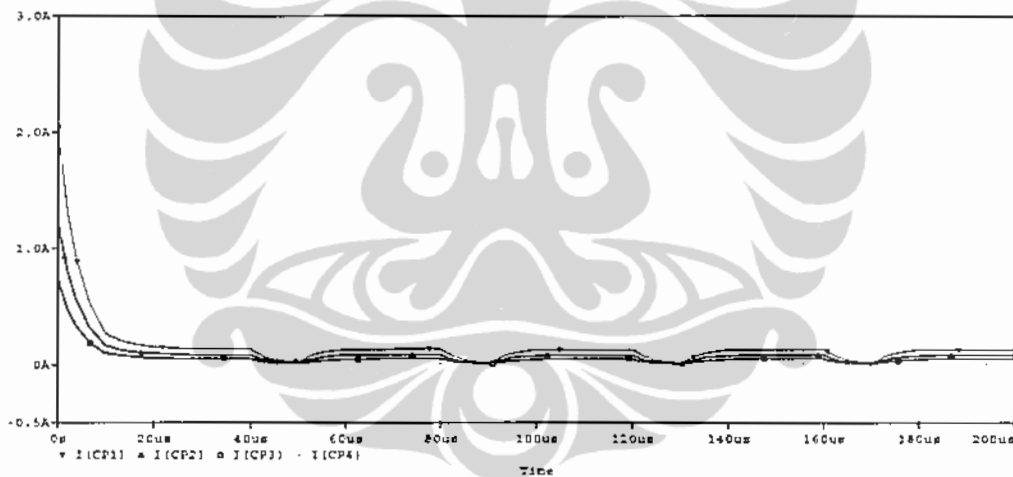
Analisis digambarkan pada gambar 4.80 (Prog. Gy-Lam Kaprelban3a), seperti berikut ini;



Gambar 4.80 Gyrator – kapasitor berbeban R paralel dengan C

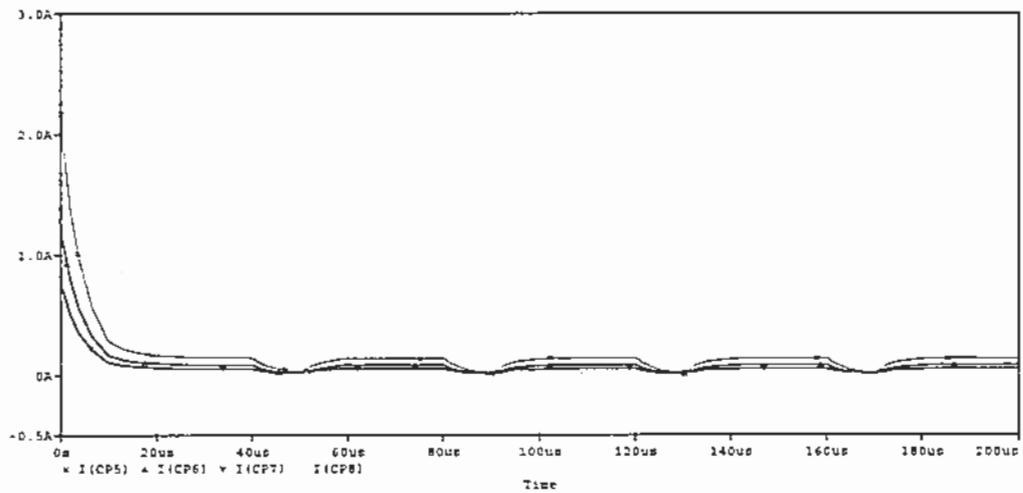
Pada gambar 4.81, untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$, dimana gyrator kapasitor dimasukkan pada (Prog. Gy-Lam Kaprelban3a) diperoleh;

- a. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing 129,873 mA, 78,989 mA, 47,362 mA, 5,928 mA, seperti pada grafik 4.81. yaitu sebagai berikut;



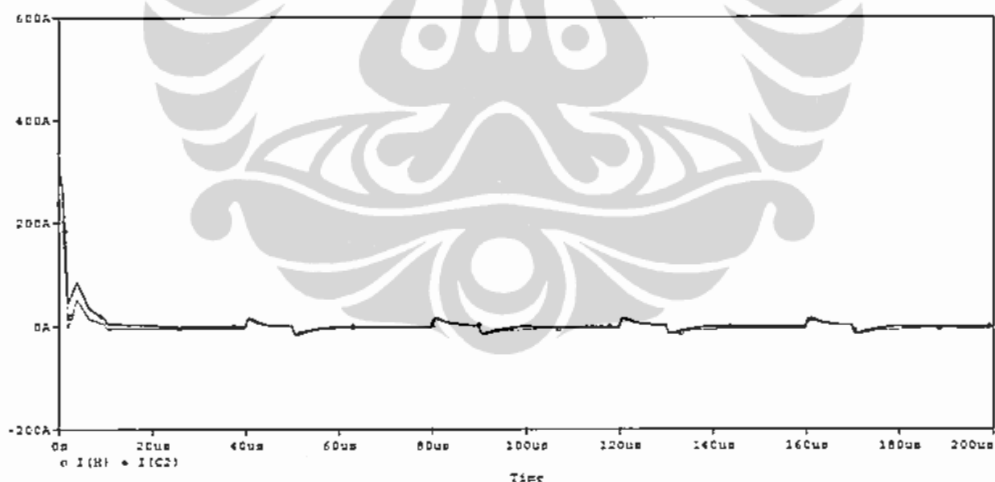
Gambar 4.81 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3a).

- b. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing 136,476 mA, 78,430 mA, 49,770 mA, 5,886 mA, seperti pada grafik 4.82 yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.82 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3a).

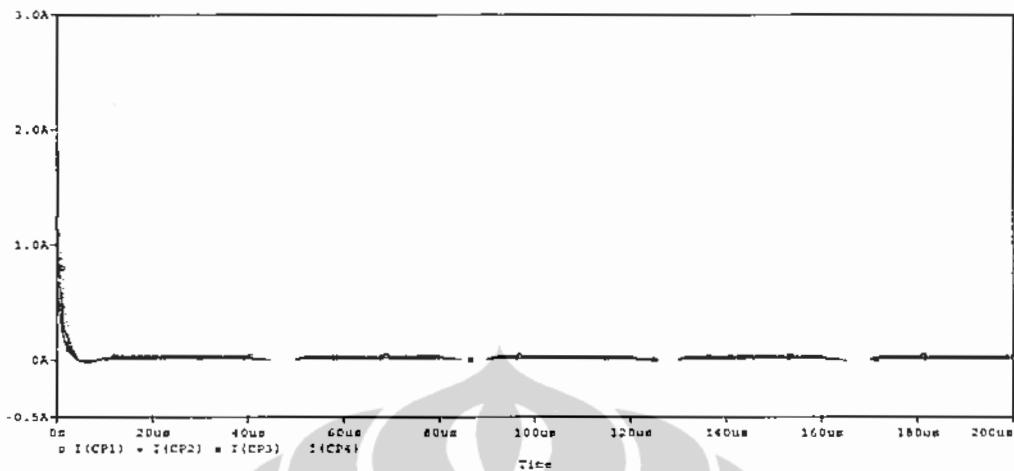
- c. Bentuk gelombangnya transient, dimana arus Hybrid sama dengan arus kapasitor 2, dimana untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$, arus Hybrid minimumnya $-15,875 \text{ A}$, arus maksimumnya sebesar $12,273 \text{ A}$, dengan waktu mantapnya $161,193 \mu\text{S}$, seperti pada grafik 4.83. yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.83 Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3a).

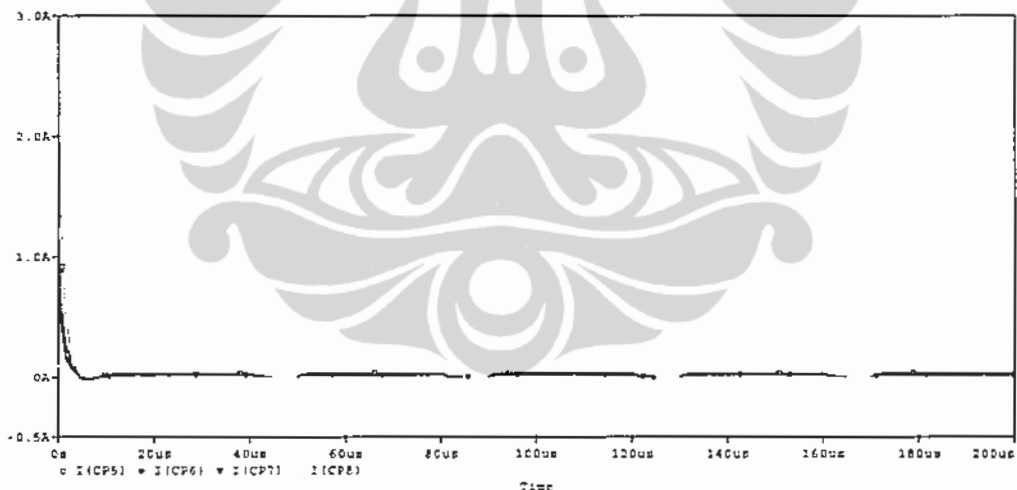
Sedangkan hasil simulasi untuk $R_{G1} = 0,006 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,010 \text{ Ohm}$, dimana gyrator kapasitor dimasukkan pada (Prog. Gy-Lam Kaprelban13b) diperoleh;

- a. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing : 29,778 mA, 18,111 mA, 10,860 mA, 1,359 mA, seperti pada grafik 4.84 yaitu;



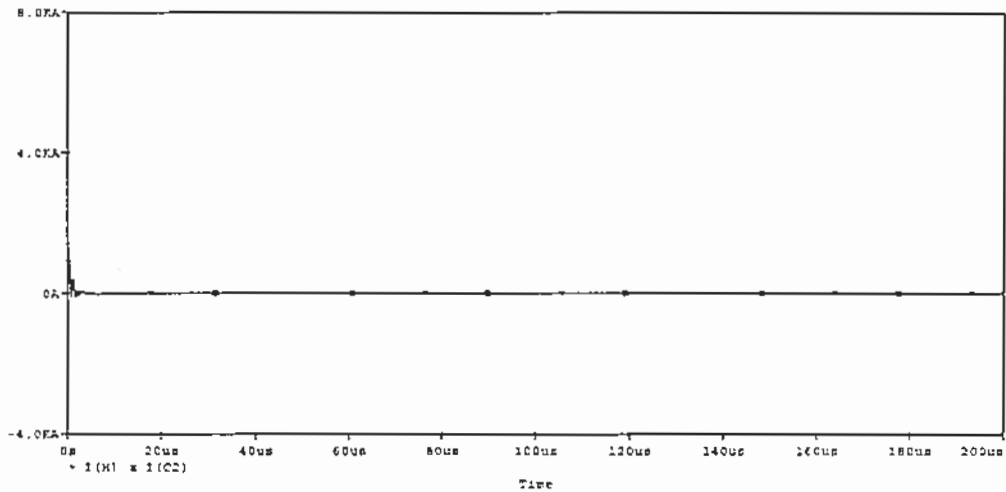
Gambar 4.84 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3b).

- b. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing : 31,515 mA, 18,111 mA, 11,493 mA, 1,359 mA, seperti pada grafik 4.85. yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.85 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3b).

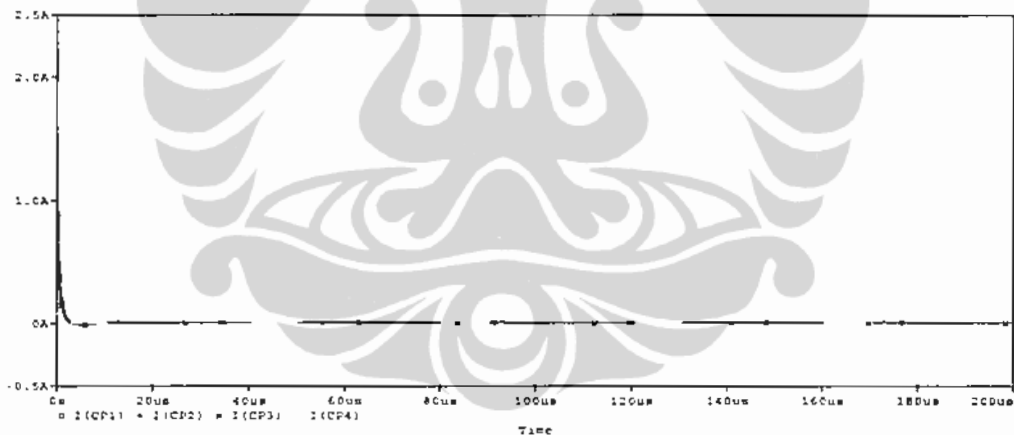
- c. Untuk $R_{G1} = 0,006 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,010 \text{ Ohm}$, arus hybrid minimumnya $-12,831 \text{ A}$, arus maksimumnya sebesar $8,406 \text{ A}$, dengan waktu mantapnya $160,657 \mu\text{S}$, seperti pada grafik 4.86. sebagai berikut;



Gambar 4.86 Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3b).

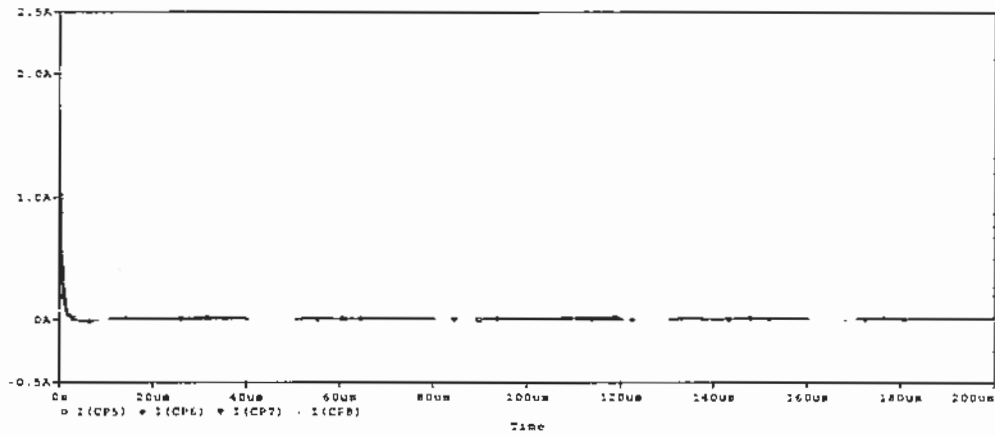
Untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$, dimana gyrator kapasitor dimasukkan pada (Prog. Gy-Lam Kaprelban3c) diperoleh;

- a. hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing : 14,920 mA, 9,074 mA, 5,441 mA, 681,127 μA , seperti pada grafik 4.87. yaitu sebagai berikut;



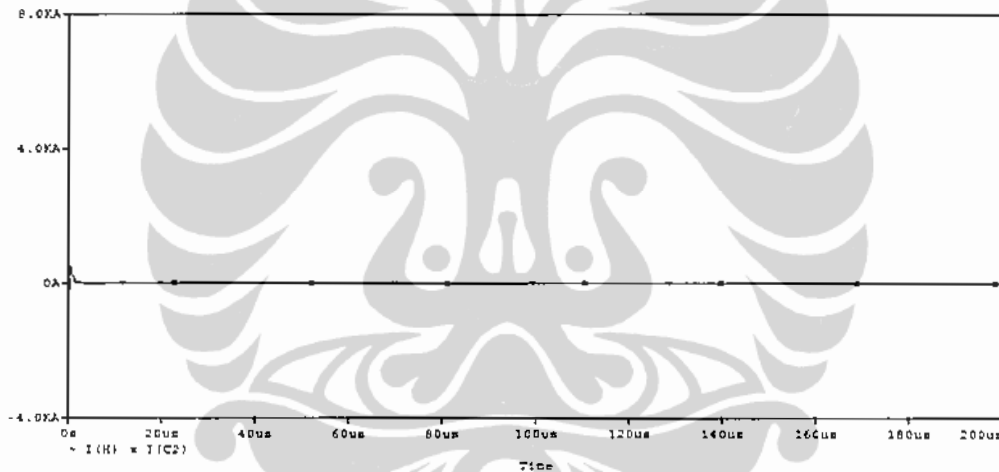
Gambar 4.87 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3c).

- b. hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing : 15,7888 mA, 9,073 mA, 5,757 mA, 681,034 μA , seperti pada grafik 4.88. sebagai berikut;



Gambar 4.88 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3c).

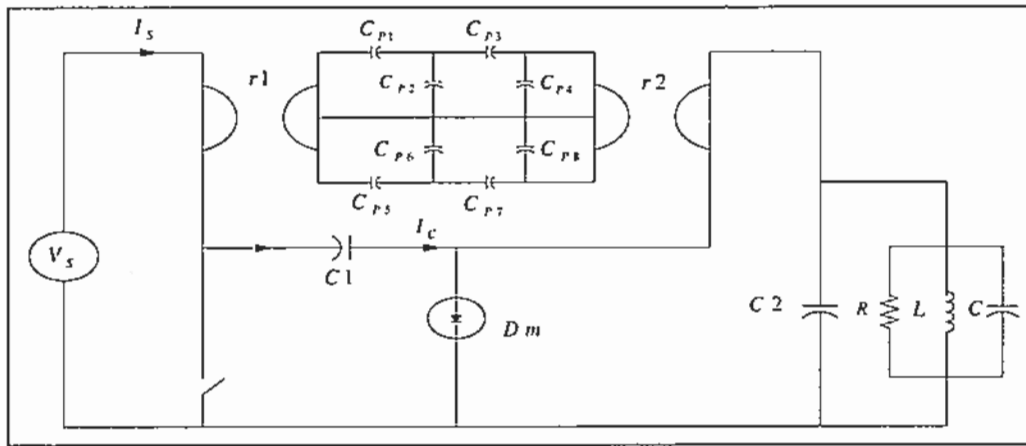
- c. Untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$, arus hybrid minimumnya $-10,271 \text{ A}$, arus maksimumnya sebesar $4,880 \text{ A}$, dengan waktu mantapnya $160,657 \mu\text{S}$, seperti pada grafik 4.89. yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.89 Grafik I_H dan I_{C2} terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3c).

4.4.11. Simulasi Cuk Konverter Gyrator Kapasitor Dengan Beban R,L,C.

Dengan berpedoman pada analisa program Gy-Lam C1 sampai Gy-Lam C555, maka analisa dilakukan dengan rangkaian gambar 4.1 dengan spesifikasi yang telah diberikan sebelumnya, sehingga diperoleh kondisi cuk dan gyrator secara resultan. Pada saat switching padam dan menyala maka yang mengalir pada beban R, L, C berasal dari sumber energi baru dari gyrator, Hybrid, dan kapasitor seperti gambar 4.90.



Gambar 4.90 Cuk konverter gyrator kapasitor dengan berbeban R,L,C.

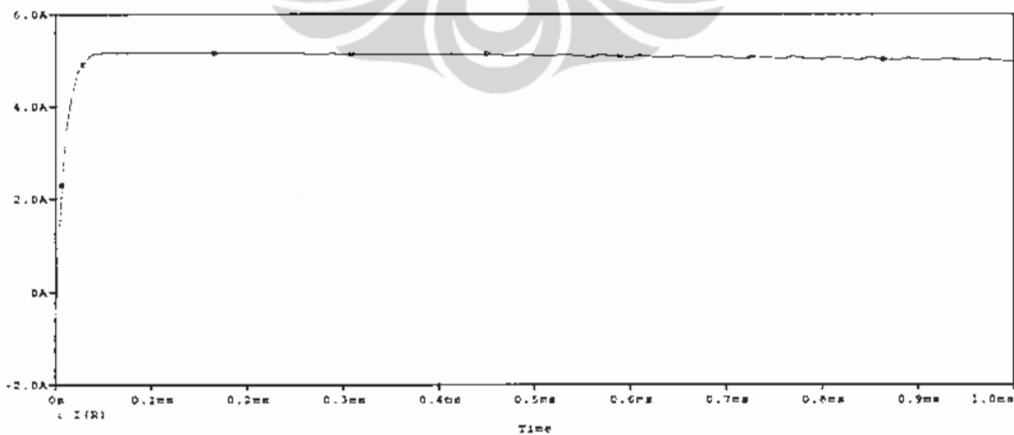
4.4.12. Analisis Program Gy-Lam Pragyator A (1, 2, 3)

Pada simulasi program Gy-Lam Pragyator A, kondisi awal kapasitor 2 nya yaitu = -3 Volt. Pada program Gy-Lam Pragyator A1, untuk $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$ dari inti magnet III diperoleh;

- a. Riak arus beban sebagai berikut (grafik 4.91) :

$$\Delta I = \frac{(5,1125 - 5,1045)}{5} \cdot 100\% = 0,16\%$$

dengan waktu mantapnya 610,191 μs



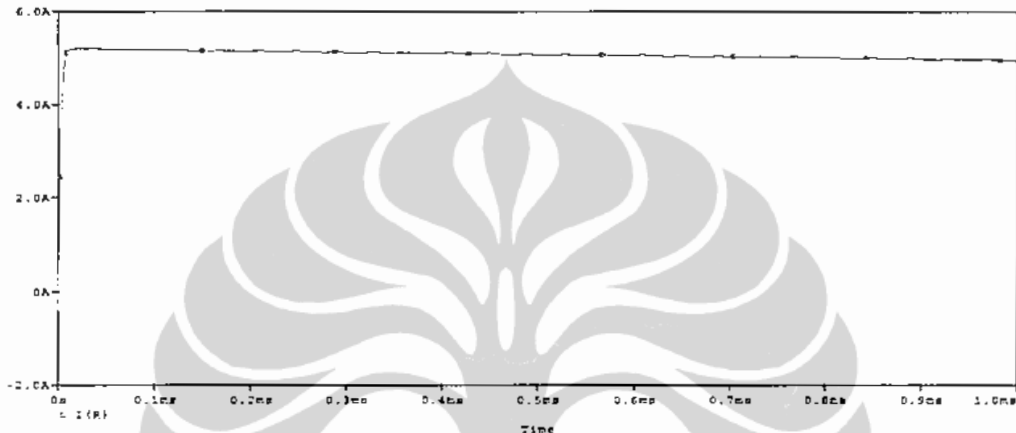
Gambar 4.91 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,026 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pragyator A1).

Pada program Gy-Lam Pragyator A2, untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ diperoleh :

a. Riak arus beban sebagai berikut (grafik 4.92) :

$$\Delta I = \frac{(5,1731 - 5,1660)}{5} \cdot 100\% = 0,142\%$$

dengan waktu mantapnya $170,00 \mu\text{s}$



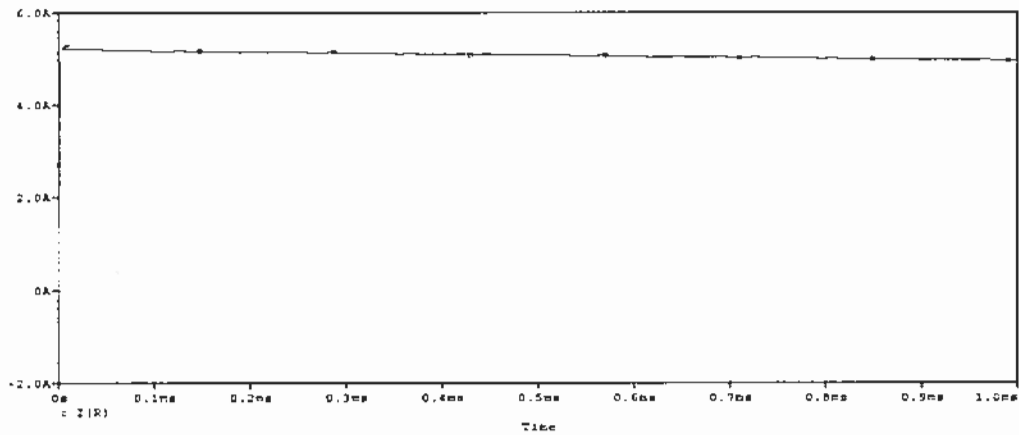
Gambar 4.92 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,006 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pragyator A2).

Pada program Gy-Lam Pragyator A3, untuk $R_{G1} = 0,003 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,004 \text{ Ohm}$ diperoleh;

a. Riak arus beban sebagai berikut (grafik 4.93) :

$$\Delta I = \frac{(5,1625 - 5,1616)}{5} \cdot 100\% = 0,018\%$$

dengan waktu mantapnya $164,853 \mu\text{s}$



Gambar 4.93 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,003 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,004 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pragyator A3).

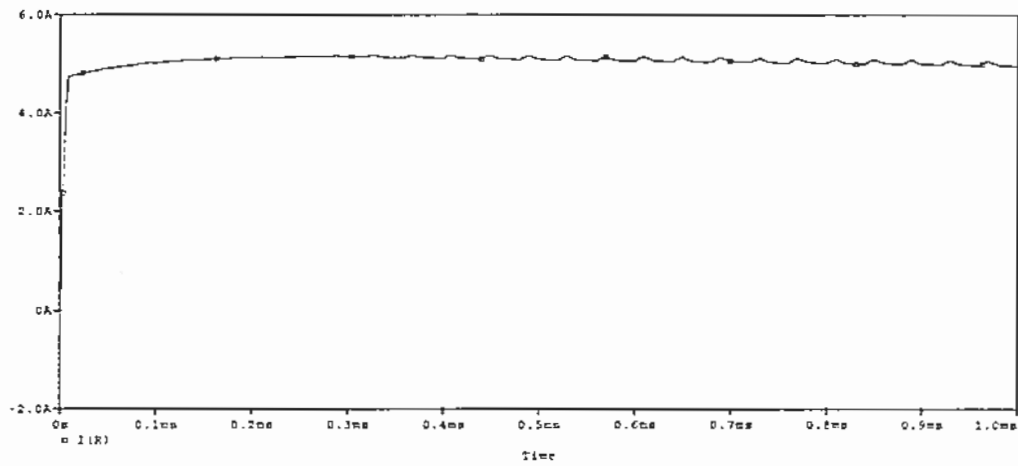
4.4.13. Analisis Program Gy-Lam Pasgyrator B (1, 2, 3)

Pada simulasi Program Gy-Lam Pasgyrator B, tahanan gyrotor diperoleh dari tahanan belitan yang dipuntir = R_p . Pada program Gy-Lam Pasgyrator B1, maka tahanan gyrotor R_G telah dimodifikasi sesuai dengan tahanan belitan transformator yang telah dipuntir $R_{G1} = 0,021 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,031 \text{ Ohm}$ dari inti transformator III berdasarkan ;

- d. Hubungan pendekatan I (R) diperoleh riak arus beban sebagai berikut (grafik 4.94) :

$$\Delta I = \frac{(5,369 - 5,352)}{5} \cdot 100\% = 0,34\%$$

dengan waktu mantapnya 201,193 μS



Gambar 4.94 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B1).

e. Hubungan pendekatan I (RL) diperoleh riak arus beban sebagai berikut :

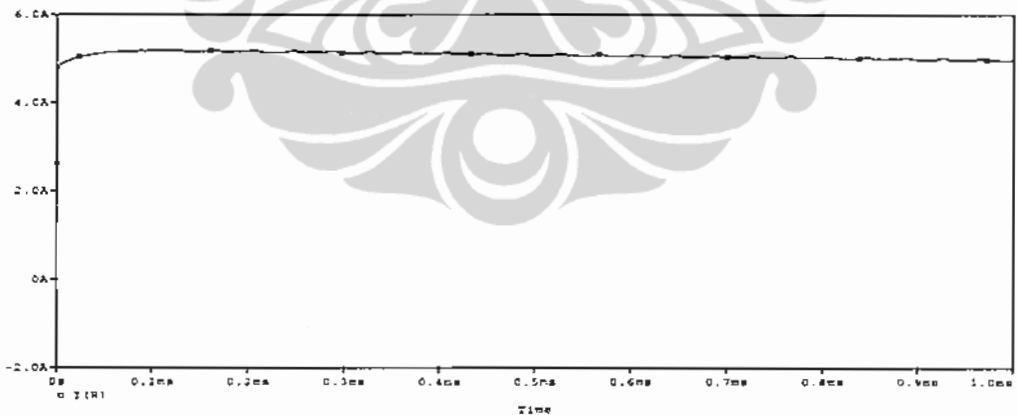
$$\Delta I = \frac{(17,369 - 17,152)}{100,416} \cdot 100\% = 0,2\%$$

dengan waktu mantapnya 201,193 μ S (grafik 4.95) :

e. Hubungan pendekatan I (R) diperoleh riak arus beban sebagai berikut

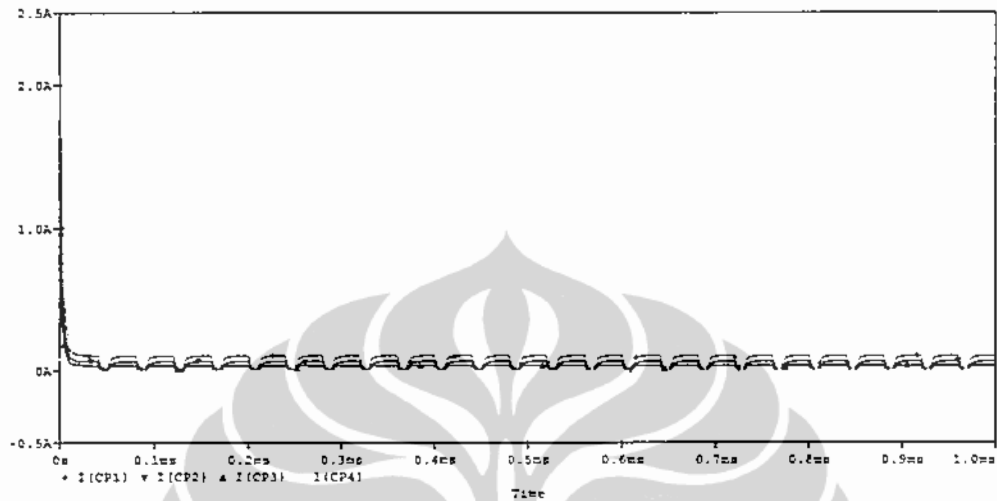
$$\Delta I = \frac{(5,0949 - 5,0946)}{5} \cdot 100\% = 0,006\%$$

dengan waktu mantapnya 567,846 μ S (grafik 4.95)



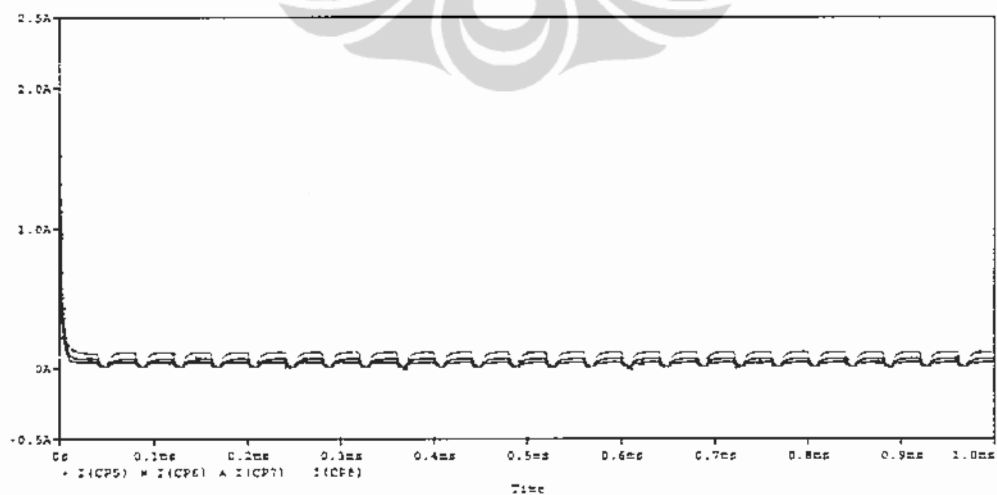
Gambar 4.95 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B3).

- f. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing 107,307 mA, 65,264 mA, 39,133 mA, 4,898 mA, sedang waktu mantapnya : 109,170 μ S, 109,170 μ S, 109,170 μ S, 109,170 μ S (grafik 4.96) yaitu sebagai berikut;



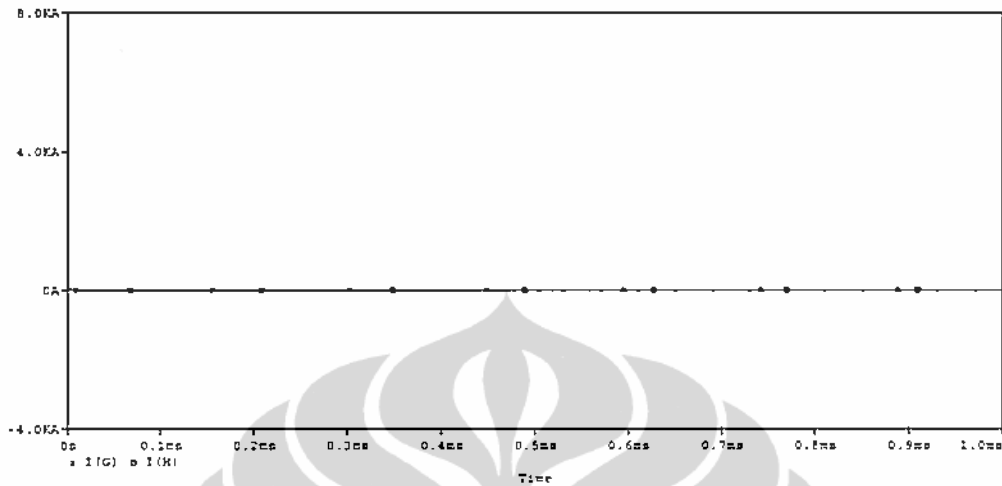
Gambar 4.96 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B1).

- g. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing 113,598 mA, 65,283 mA, 41,427 mA, 4,900 mA, sedang waktu mantapnya : 149,170 μ S, 149,170 μ S, 149,170 μ S, 149,170 μ S (grafik 4.97) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.97 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B1).

- h. Hubungan $I(G)$ $I(H)$ diperoleh arus gyrator dan arus hybrid sebesar 220,957 mA dan 11,730 A (grafik 4.98) yaitu sebagai berikut;



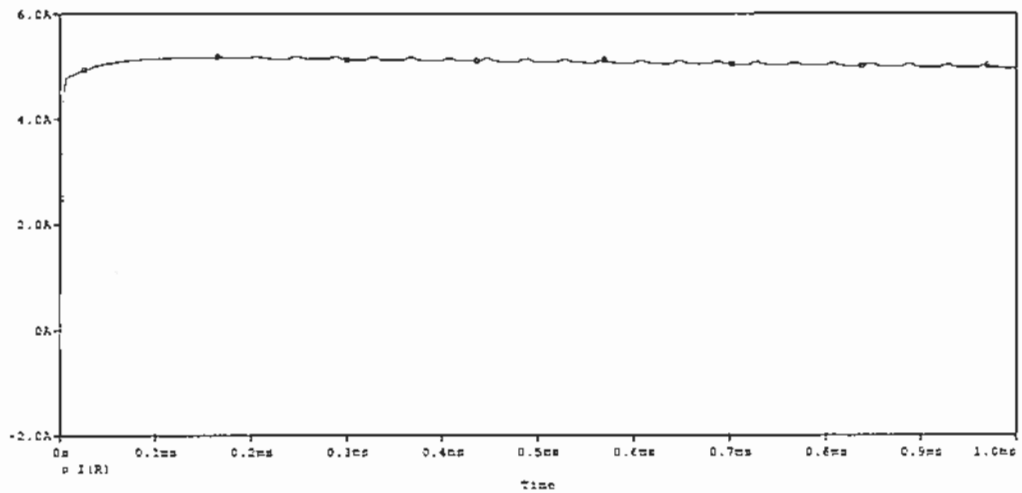
Gambar 4.98 Grafik arus gyrator I_G dan arus hybrid I_H terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,021 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,031 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B1).

Pada program Gy-Lam Pasgyrator B2, untuk $R_{G1} = 0,010 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,016 \text{ Ohm}$ diperoleh;

- a. Hubungan pendekatan $I(R)$ diperoleh riak arus beban sebagai berikut (grafik 4.99) :

$$\Delta I = \frac{(5,069 - 5,052)}{5} \cdot 100\% = 0,34\%$$

dengan waktu mantapnya 201,193 μS

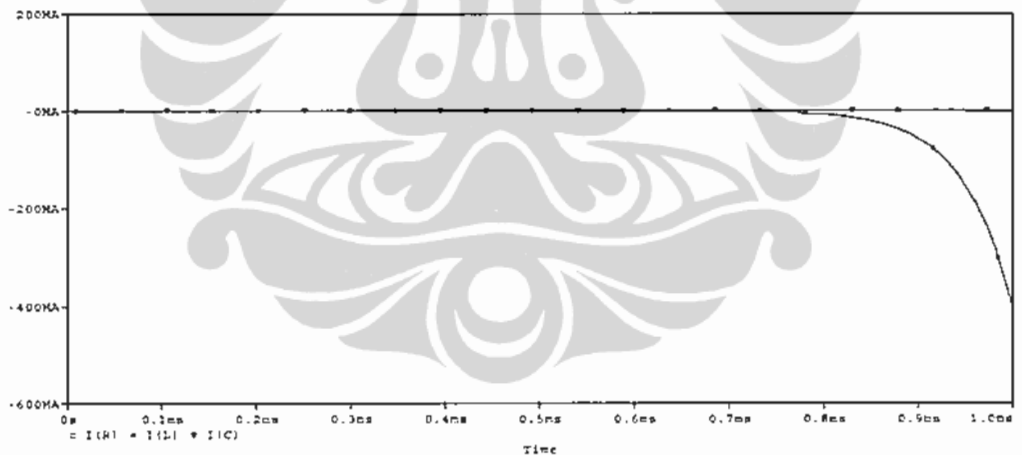


Gambar 4.99 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B2).

b. Hubungan pendekatan I (RL) diperoleh riak arus beban sebagai berikut :

$$\Delta I = \frac{(5,017 - 5,015)}{5} \cdot 100\% = 0,04\%$$

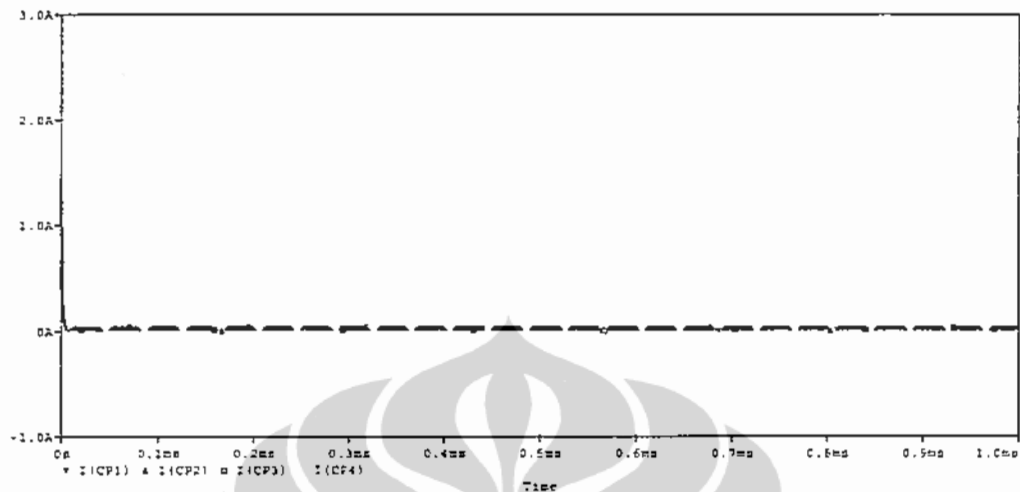
dengan waktu mantapnya $201,193 \mu\text{S}$ (grafik 4.100) :



Gambar 4.100 Grafik arus beban RL terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B2).

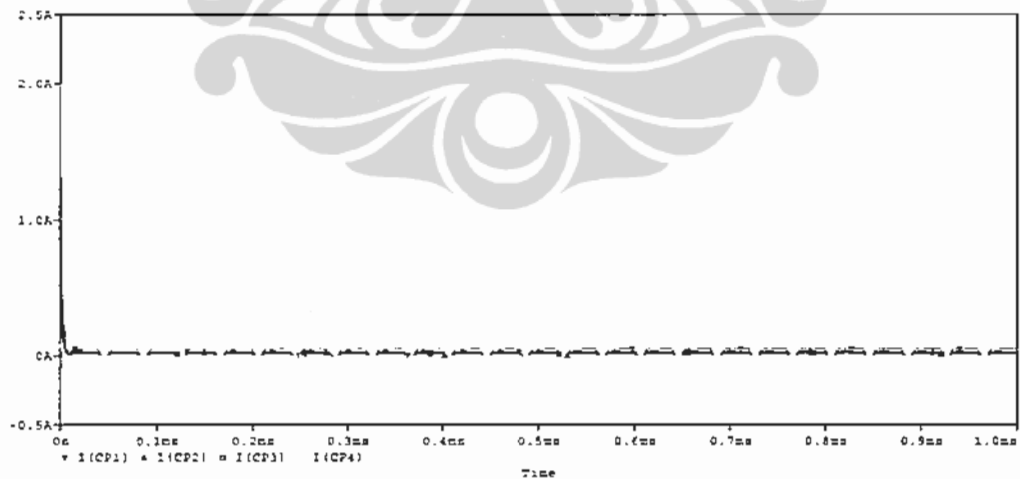
c. Pada saat dibebani (RLC), nilai kapasitans pendekatan untuk inti magnet I, diperoleh nilai kapasitans pendekatan 1, C_{p1} , C_{p2} , C_{p3} dan C_{p4}

diperoleh nilai rata rata arusnya hanya 1mm A. dengan waktu waktu 201,193 μ S (grafik 4.101), pada saat diberi $R_{G1} = 0,010 \Omega$:



Gambar 4.101 Grafik arus beban RLC terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B2).

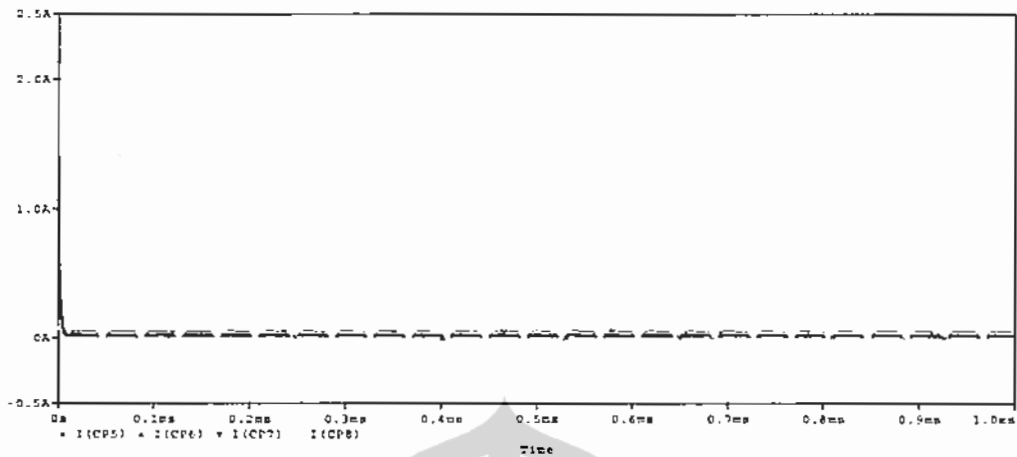
- d. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing 52,329 mA, 31,826 mA, 19,083 mA, 2,388 mA, sedang waktu mantapnya : 179,938 μ S, 179,938 μ S, 179,938 μ S, 179,938 μ S (grafik 4.102) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.102 Grafik arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B2).

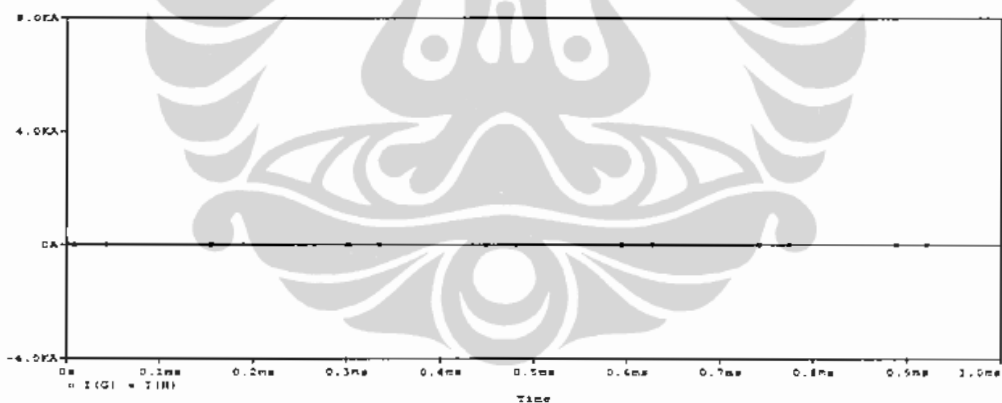
- e. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP5}, I_{CP6}, I_{CP7}, I_{CP8}$), masing – masing 55,381 mA, 31,826 mA, 20,196 mA, 2,388 mA, sedang waktu mantapnya

: 179,938 μS , 179,938 μS , 179,938 μS , 179,938 μS (grafik 4.103) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.103 Grafik arus kapasitor pendekatan (I_{CP5} , I_{CP6} , I_{CP7} , I_{CP8}) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B2).

f. Hubungan $I(G)$ $I(H)$ diperoleh arus gyrator dan arus hybrid sebesar 107,709 mA dan 9,894 A (grafik 4.104) yaitu sebagai berikut;



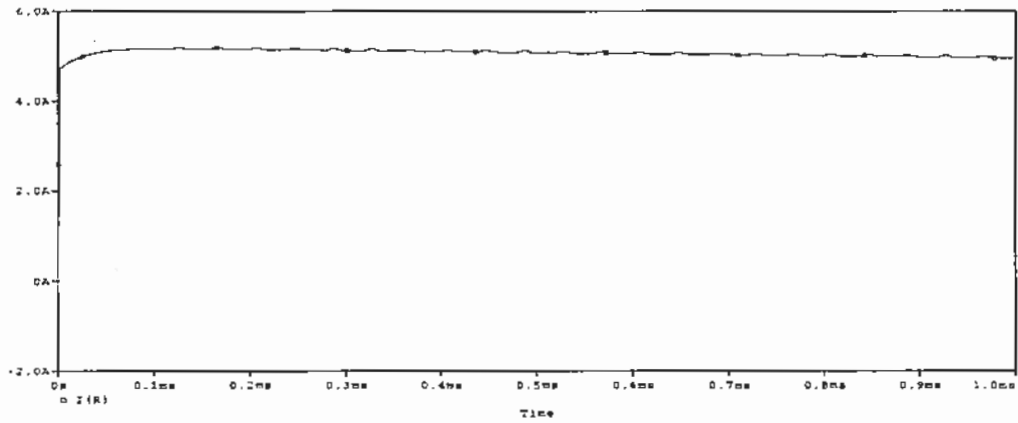
Gambar 4.104 Grafik arus gyrator I_G dan arus hybrid I_H terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,010 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,016 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B2).

Pada program Gy-Lam Pasgyrator B3, untuk $R_{G1} = 0,007 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,010 \text{ Ohm}$ diperoleh;

f. Hubungan pendekatan $I(R)$ diperoleh riak arus beban sebagai berikut :

$$\Delta I = \frac{(17,369 - 17,152)}{100,416} \cdot 100\% = 0,2\%$$

dengan waktu mantapnya 201,193 μS (grafik 5.105) :

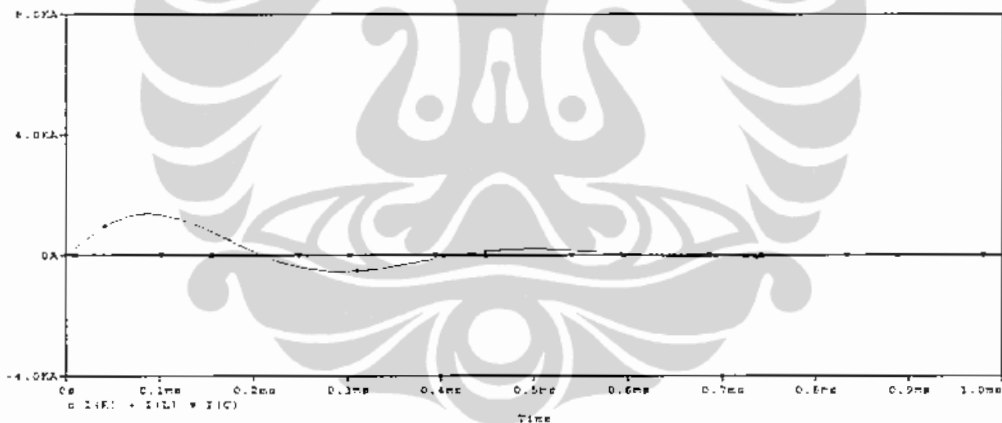


Gambar 4.105 Grafik arus beban R terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B3).

g. Hubungan pendekatan I (RL) diperoleh riak arus beban sebagai berikut (grafik 4.106) :

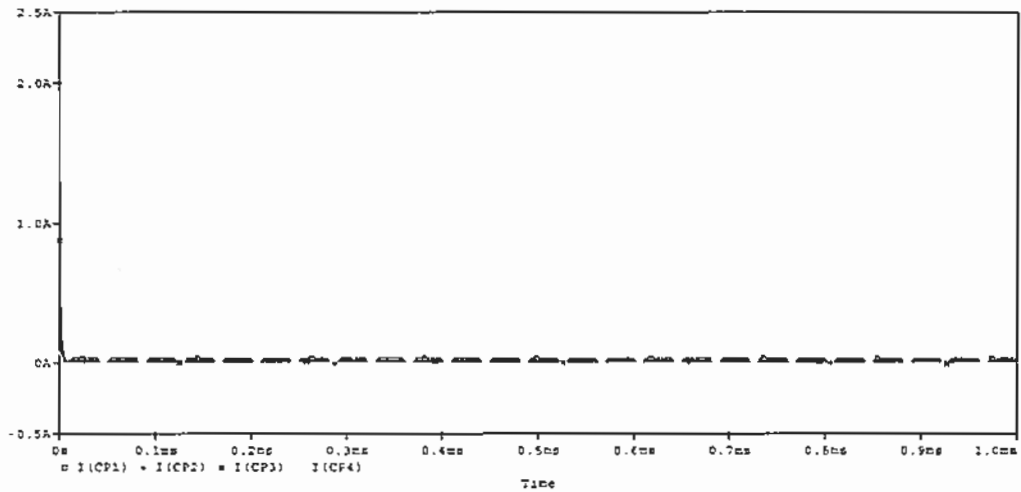
$$\Delta I = \frac{(5,369 - 5,352)}{5} \cdot 100\% = 0,34\%$$

dengan waktu mantapnya 201,193 μ S



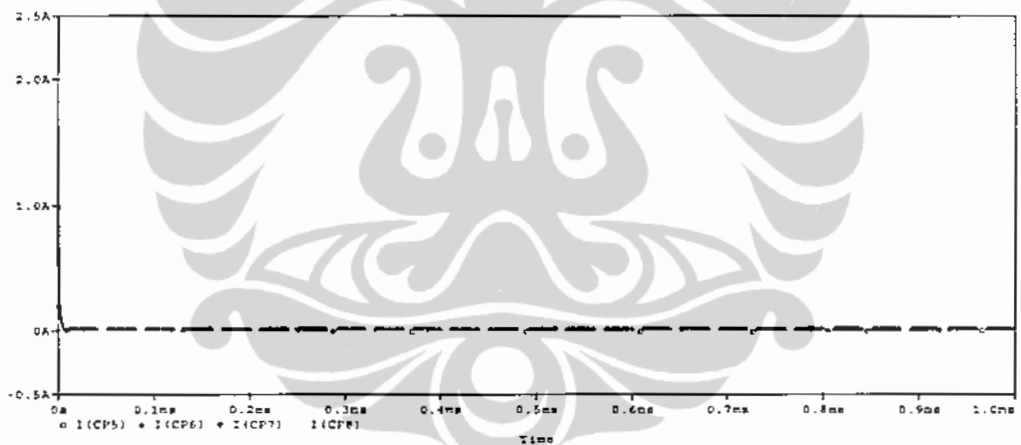
Gambar 4.106 Grafik arus beban RL terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B3).

h. Hubungan arus kapasitor pendekatan ($I_{CP1}, I_{CP2}, I_{CP3}, I_{CP4}$), masing – masing 35,155 mA, 21,382 mA, 12,820 mA, 1,604 mA, sedang waktu mantapnya : 95,386 μ S, 95,386 μ S, 95,386 μ S, 95,386 μ S (grafik 4.107) yaitu sebagai berikut;



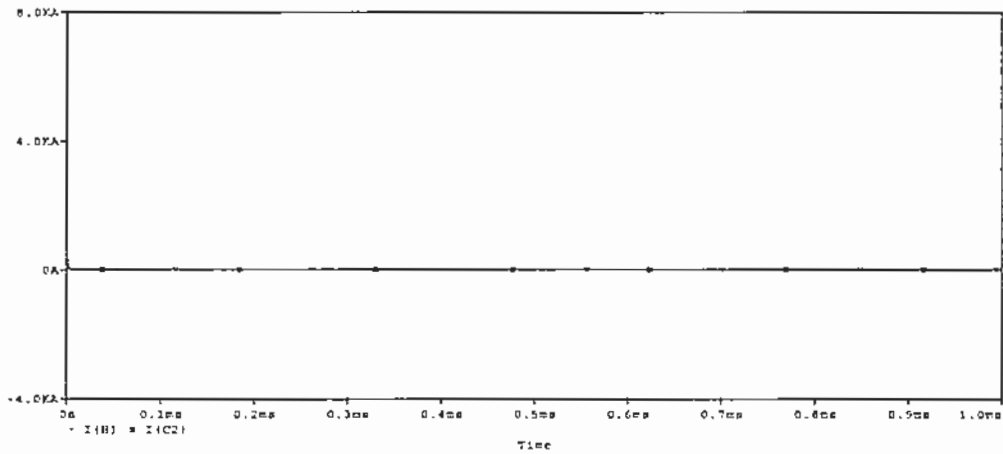
Gambar 4.107 Grafik arus kapasitor pendekatan (I_{CP1} , I_{CP2} , I_{CP3} , I_{CP4}) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B3).

- i. Hubungan arus kapasitor pendekatan (I_{CP5} , I_{CP6} , I_{CP7} , I_{CP8}), masing – masing 37,194 mA, 21,374 mA, 13,564 mA, 1,604 mA, sedang waktu mantapnya : 135,386 μ S, 135,386 μ S, 135,386 μ S, 135,386 μ S (grafik 4.108) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.108 Grafik arus kapasitor pendekatan (I_{CP5} , I_{CP6} , I_{CP7} , I_{CP8}) terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B3).

- j. Hubungan $I(G)$ $I(H)$ diperoleh arus gyator dan arus hybrid sebesar 71,457 mA dan 8,444 A (grafik 4.109) yaitu sebagai berikut;



Gambar 4.109 Grafik arus gyrator I_G dan arus hybrid I_H terhadap waktu untuk $R_{G1} = 0,007 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,010 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Pasgyrator B3).

Dari simulasi setiap bagian diatas, menunjukkan perubahan arus gyrator sebagai VCCS, semakin besar nilai kapasitans, maka sumber arus yang tersedia makin besar, seperti grafik 4.110. $R_{G1} = 0,026 \Omega$ dan $R_{G2} = 0,039 \Omega$ (Prog. Gy-Lam Kaprelban 3a). $R_{G1} = 0,026 \text{ Ohm}$ dan $R_{G2} = 0,039 \text{ Ohm}$, arus hybrid minimumnya $-15,916 \text{ A}$, arus maksimumnya sebesar $12,798 \text{ A}$, dengan waktu mantapnya $161,193 \mu\text{S}$.

Simulasi diatas juga menunjukkan pada kondisi beban R, L, C dan RL, menunjukkan perubahan tahanan gyrator dan tahan hybrid, mempengaruhi perubahan beban, dimana rata ripel arus mulai dari $0,3 \%$ sampai 2% . Tergantung nilai tahanan gyrator yang di berikan dimana batasan tahanan gyrator mengikuti nilai kapasitans total dari inti magnet. Makin besar kapasitans diberikan maka arus yang dikeluarkan dapat mencapai $12,78 \text{ A}$ dan tegangan

**GAMBAR – GAMBAR HASIL PENGUKURAN INTI TRAF0 I TANPA BEBAN
TANPA CELAH UDARA DAN BERCELAH UDARA**

A.1 INTI TRAF0 I TANPA CELAH UDARA FREKUENSI 20 KHz DAN 25 KHz

1. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 20 % dan frekuensi 20 KHz

- 2.



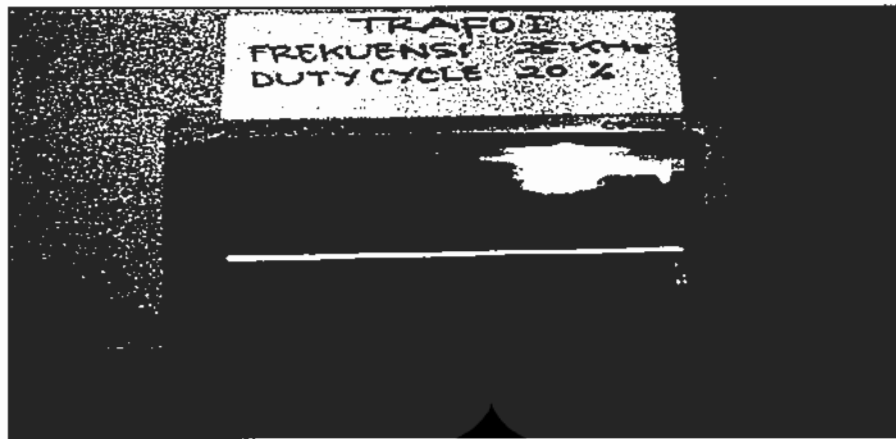
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 % dan frekuensi 20 KHz

- 3.



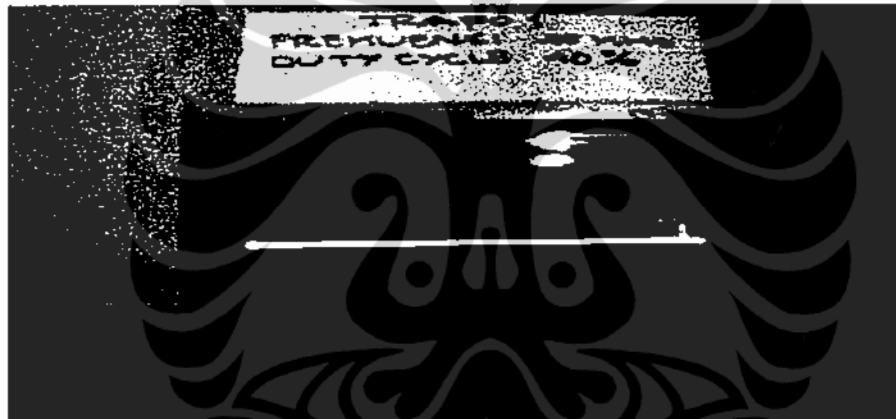
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 60 % dan frekuensi 20 KHz

4. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



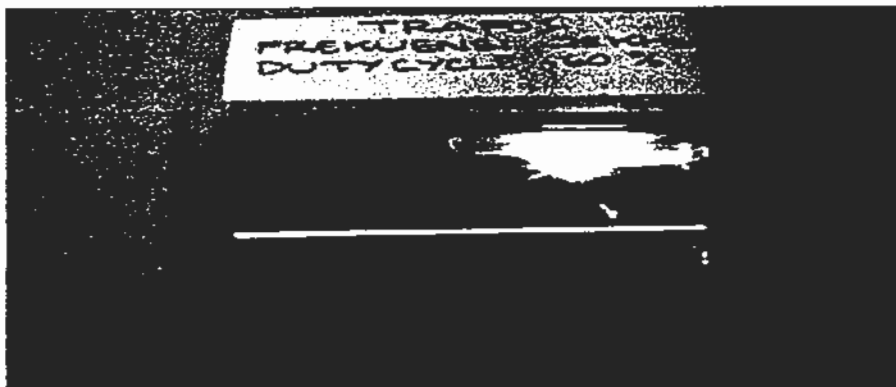
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 20 % dan frekuensi 25 KHz

- 5.



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 % dan frekuensi 25 KHz

- 6.

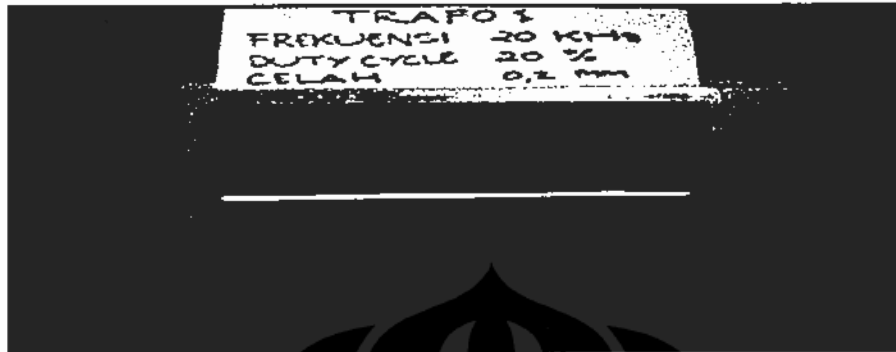


Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 60 % dan frekuensi 25 KHz

A.2 INTI TRAF0 I BERCELAH UDARA FREKUENSI 20 KHz DAN 25 KHz

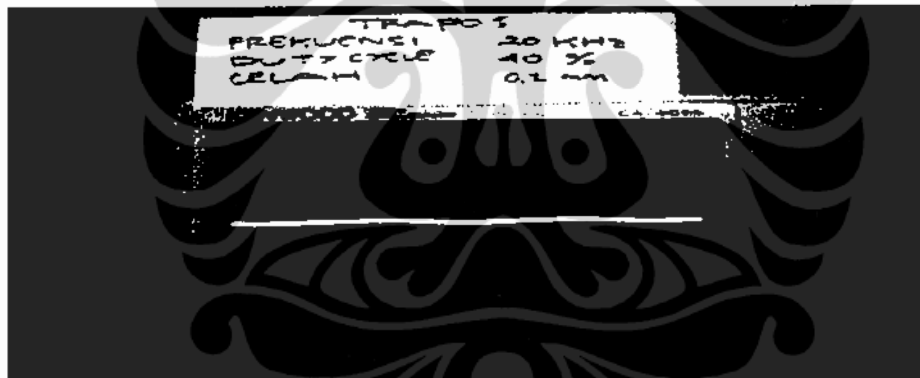
CELAH UDARA 0,2 mm

1. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



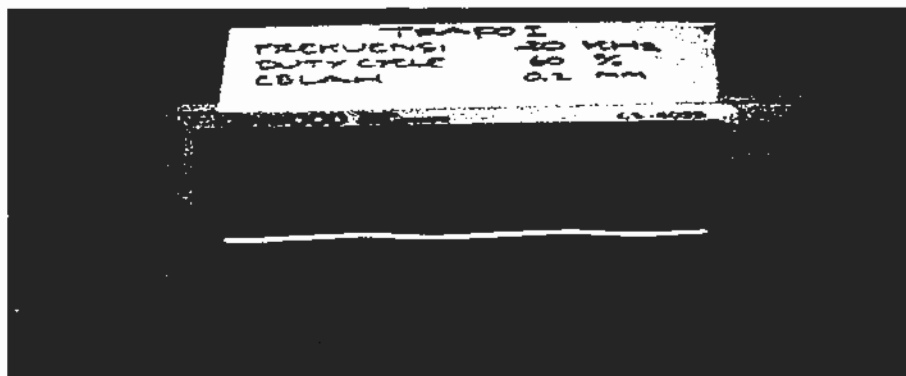
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 20 %, celah udara 0.2 mm dan frekuensi 20 KHz

2. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 %, celah udara 0.2 mm dan frekuensi 20 KHz

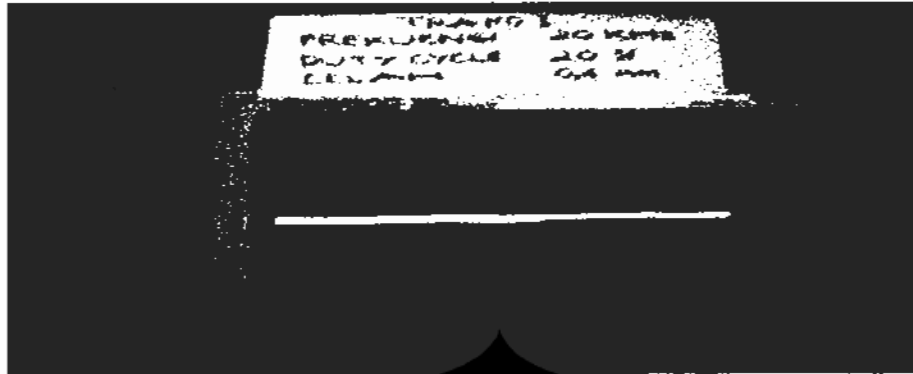
3. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 60 %, celah udara 0.2 mm dan frekuensi 20 KHz

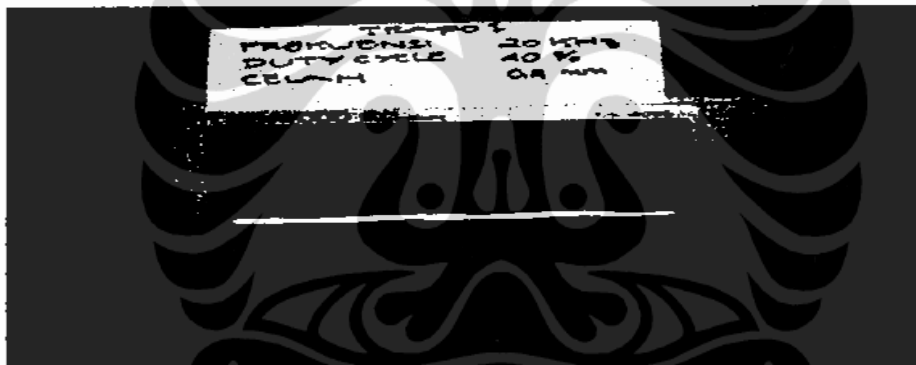
CELAH UDARA 0,4 mm

4. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



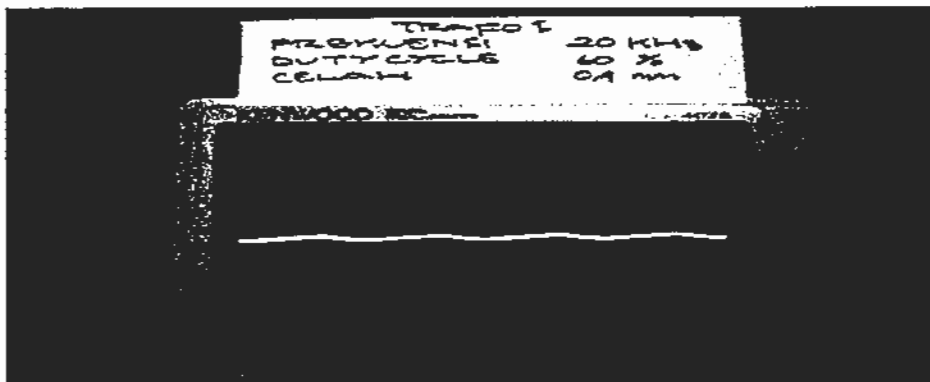
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 20 %, celah udara 0.4 mm dan frekuensi 20 KHz

5. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 %, celah udara 0.4 mm dan frekuensi 20 KHz

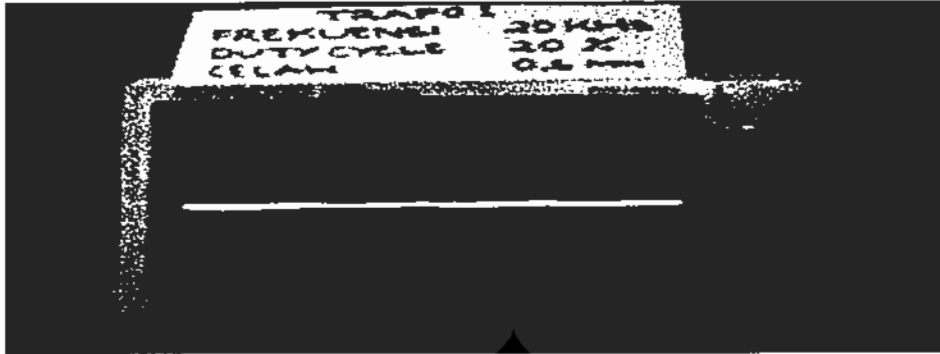
6. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 60 %, celah udara 0.4 mm dan frekuensi 20 KHz

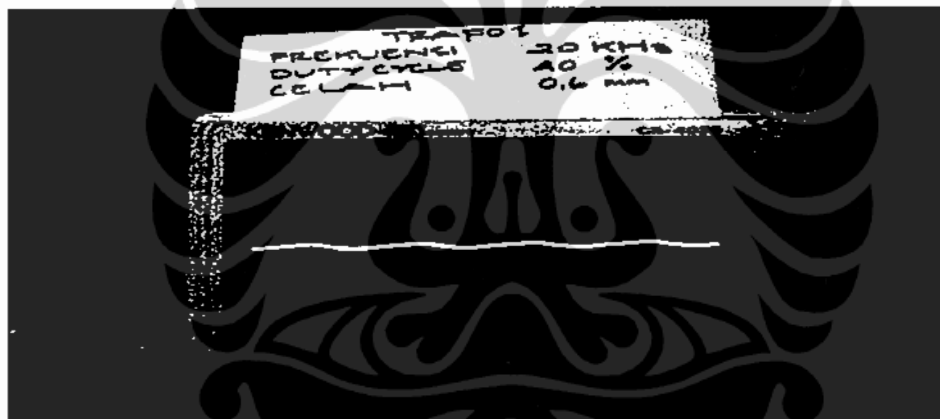
CELAH UDARA 0,6 mm

7. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



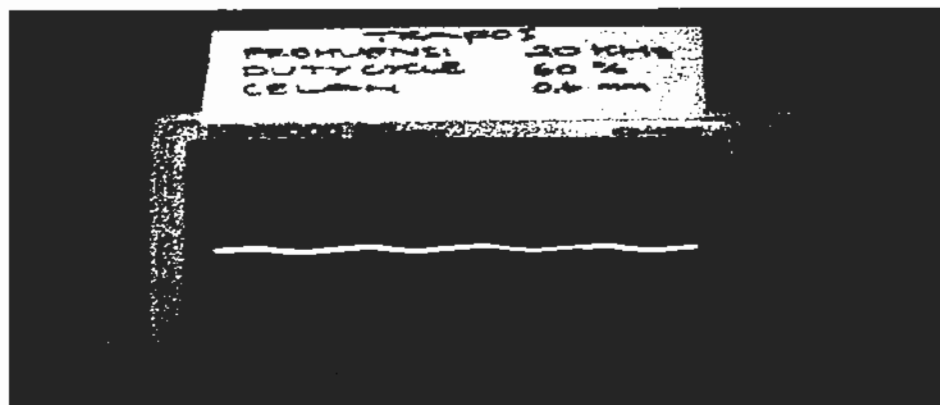
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 20 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 20 KHz

8. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 20 KHz

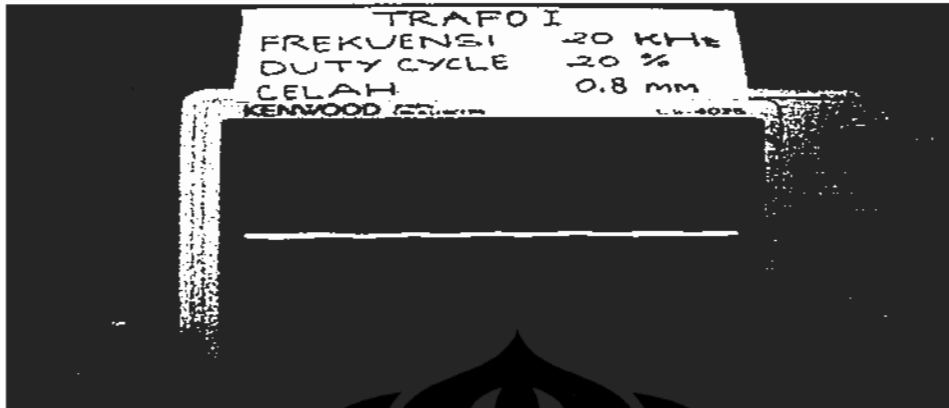
9. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 60 %, celah udara 0.6 mm dan frekuensi 20 KHz

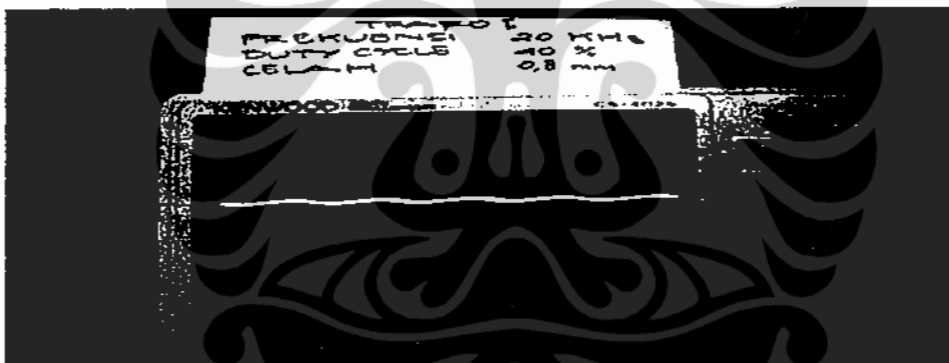
CELAH UDARA 0,8 mm

10. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



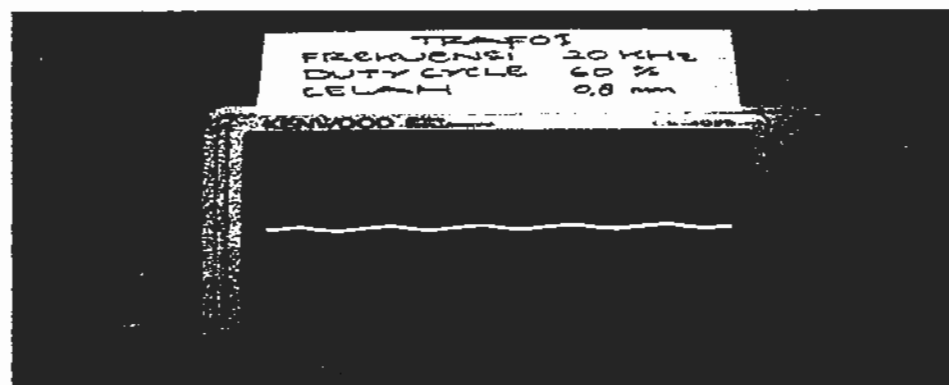
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 20 %. celah udara 0.8 mm dan frekuensi 20 KHz

11. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 %. celah udara 0.8 mm dan frekuensi 20 KHz

12. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 60 %. celah udara 0.8 mm dan frekuensi 20 KHz

Frekuensi 25 KHz Dan Celah udara 0,2 mm

1. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 20 %, celah udara 0,2 mm dan frekuensi 25 KHz

2. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 %, celah udara 0,2 mm dan frekuensi 25 KHz

3. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 60 %, celah udara 0,2 mm dan frekuensi 25 KHz

CELAH UDARA 0,4 mm

4. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 20 %, celah udara 0,4 mm dan frekuensi 25 KHz

5. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

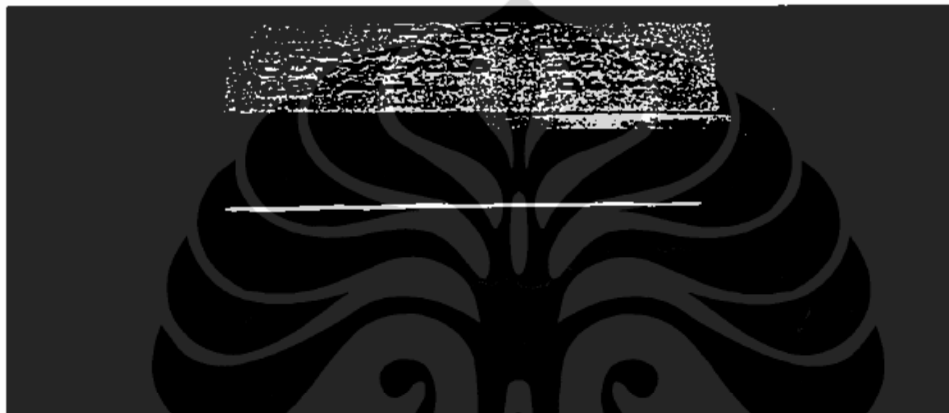
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 %, celah udara 0,4 mm dan frekuensi 25 KHz

6. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 60 %, celah udara 0,4 mm dan frekuensi 25 KHz

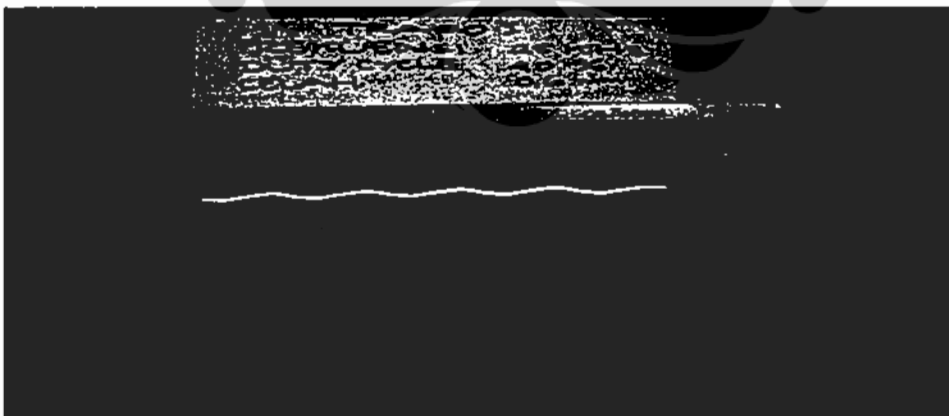
CELAH UDARA 0,6 mm

7. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



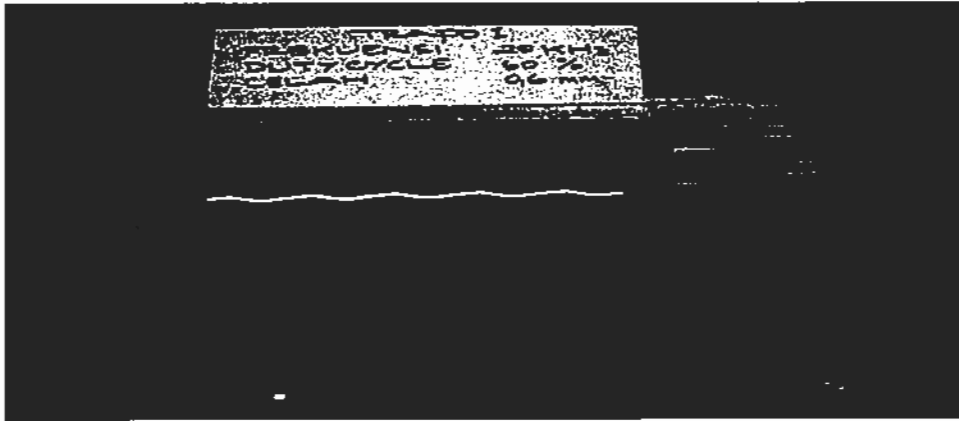
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 20 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 25 KHz

8. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 25 KHz

9. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 60 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 25 KHz

CELAH UDARA 0,8 mm

10. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



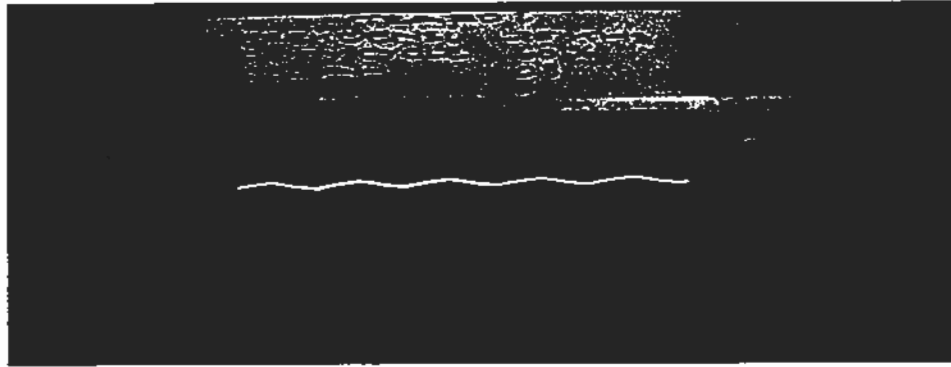
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 20 %, celah udara 0,8 mm dan frekuensi 25 KHz

11. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 %, celah udara 0,8 mm dan frekuensi 25 KHz

12. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



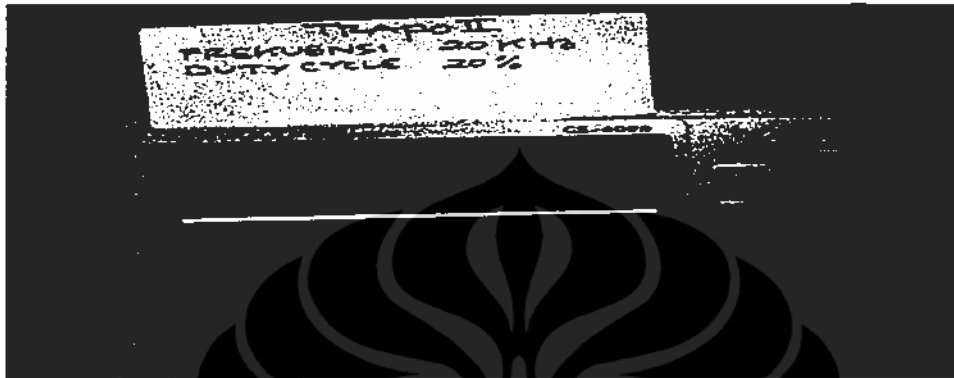
Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 60 %, celah udara 0,8 mm dan frekuensi 25 KHz



**GAMBAR – GAMBAR HASIL PENGUKURAN INTI TRAF0 II TANPA BEBAN
DENGAN TANPA CELAH UDARA DAN BERCELAH UDARA**

A. INTI TRAF0 II TANPA CELAH UDARA FREKUENSI 20 KHz DAN 25 KHz

1. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



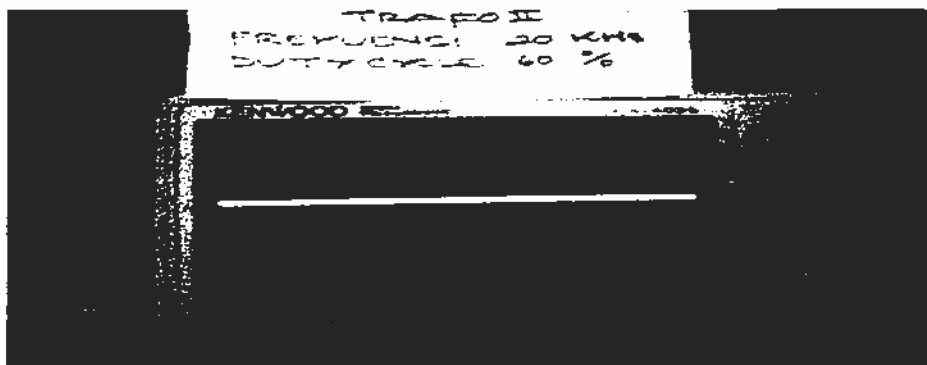
Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 20 % dan frekuensi 20 KHz

- 2.



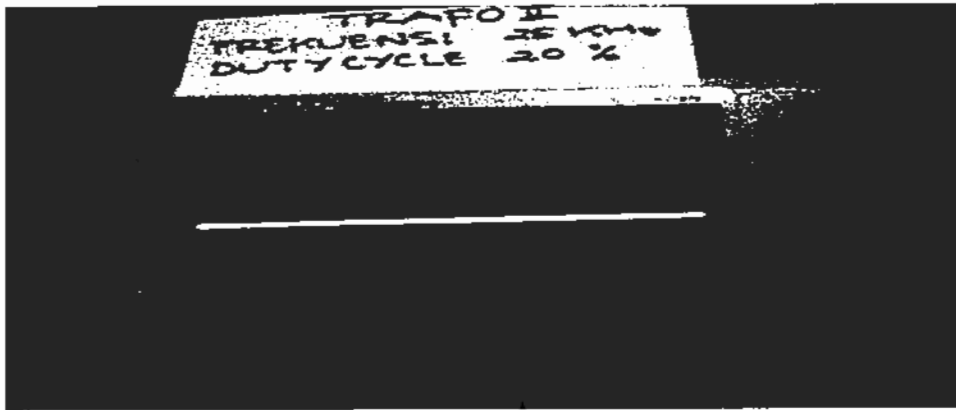
Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 40 % dan frekuensi 20 KHz

- 3.



Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 60 % dan frekuensi 20 KHz

4. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 20 % dan frekuensi 25 KHz

- 5.



Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 40 % dan frekuensi 25 KHz

- 6.



Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 60 % dan frekuensi 25 KHz

B. INTI TRAF0 II BERCELAH UDARA FREKUENSI 20 KHz DAN 25 KHz

Celah udara 0,2 mm

1. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 20 %, celah udara 0,2 mm dan frekuensi 20 KHz

2. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 40 %, celah udara 0,2 mm dan frekuensi 20 KHz

3. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 60 %, celah udara 0,2 mm dan frekuensi 20 KHz

Celah udara 0,4 mm

4. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 20 %, celah udara 0,4 mm dan frekuensi 20 KHz

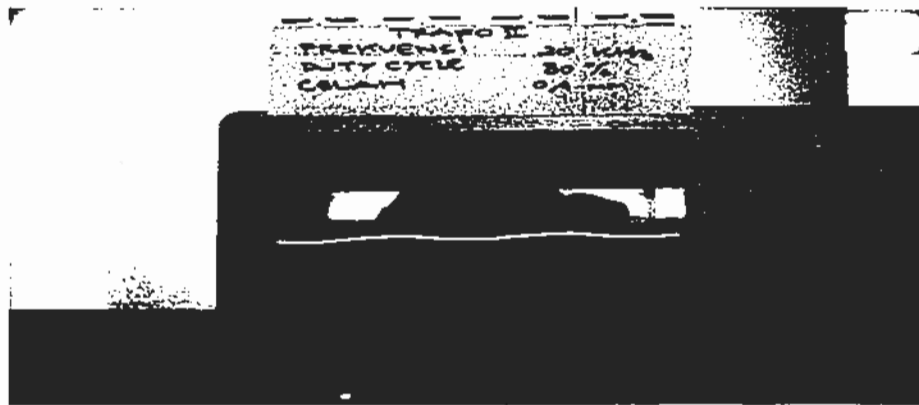
5. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 40 %, celah udara 0,4 mm dan frekuensi 20 KHz

6. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 60 %, celah udara 0,4 mm dan frekuensi 20 KHz

7. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz



Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 80 %, celah udara 0,4 mm dan frekuensi 20 KHz

Celah udara 0,6 mm

8. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 20 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 20 KHz

9. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 40 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 20 KHz

10. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 60 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 20 KHz

Celah udara 0,8 mm

11. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 20 %, celah udara 0,8 mm dan frekuensi 20 KHz

12. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 40 %, celah udara 0,8 mm dan frekuensi 20 KHz

13. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 20 KHz

(sudah di computer Ibu)

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 60 %, celah udara 0,8 mm dan frekuensi 20 KHz

Frekuensi 25 KHz

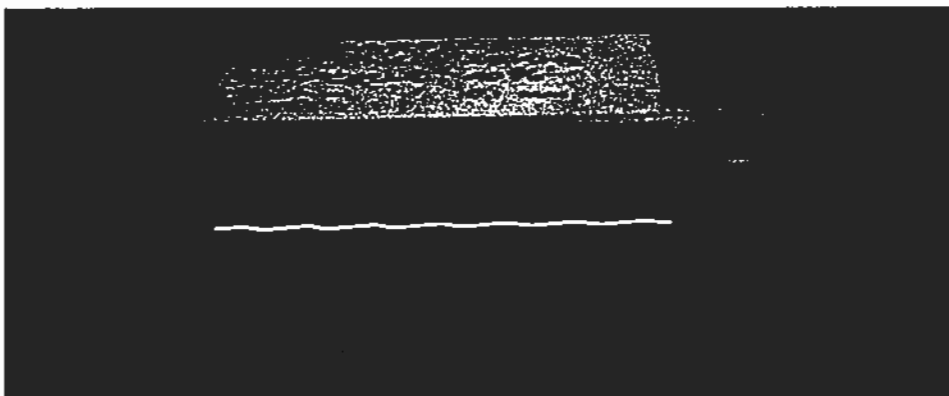
Celah udara 0,2 mm

1. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



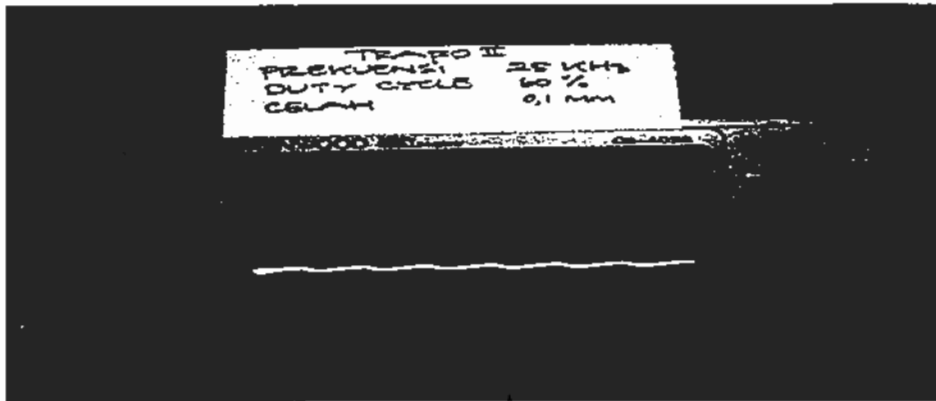
Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 20 %, celah udara 0,1 mm dan frekuensi 25 KHz

2. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 40 %, celah udara 0,1 mm dan frekuensi 25 KHz

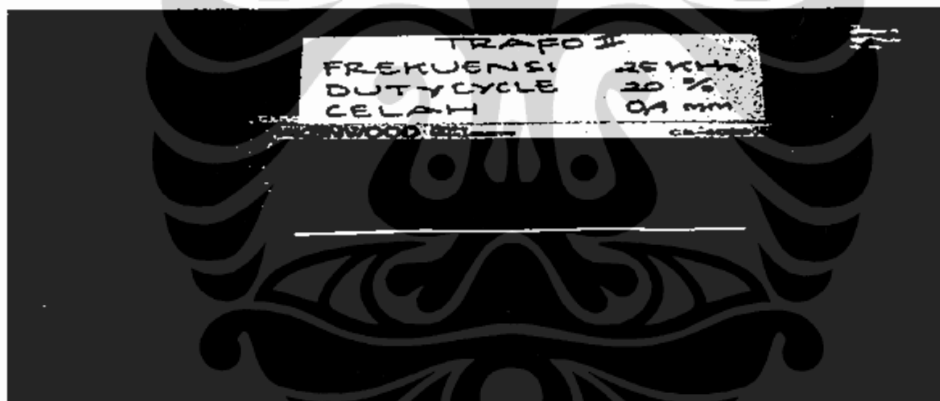
3. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 60 %. celah udara 0,1 mm dan frekuensi 25 KHz

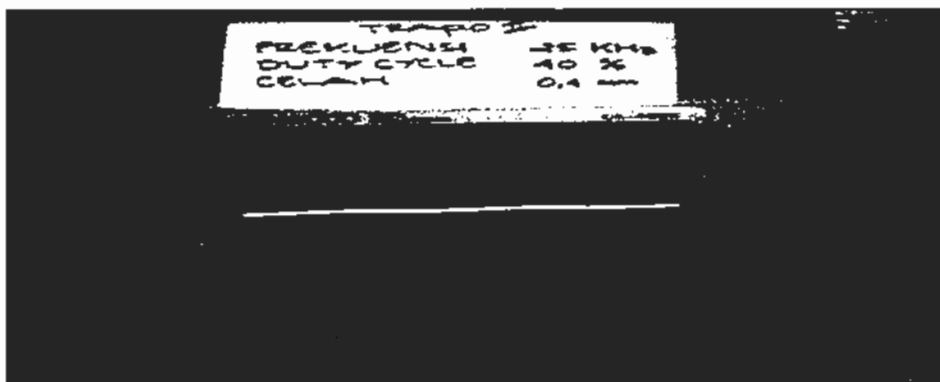
Celah udara 0,4 mm

4. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



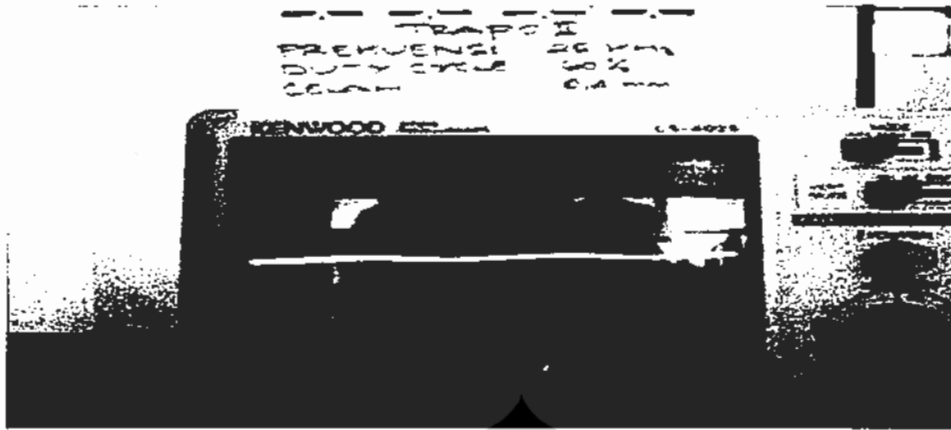
Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 20 %. celah udara 0.4 mm dan frekuensi 25 KHz

5. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 40 %. celah udara 0.4 mm dan frekuensi 25 KHz

6. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 60 %, celah udara 0,4 mm dan frekuensi 25 KHz

7. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz



Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 80 %, celah udara 0,4 mm dan frekuensi 25 KHz

Celah udara 0,6 mm

8. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 20 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 25 KHz

9. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

Gambar Inti Trafo I Duty Cycle 40 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 25 KHz

10. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 60 %, celah udara 0,6 mm dan frekuensi 25 KHz

Celah udara 0,8 mm

11. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 20 %, celah udara 0,8 mm dan frekuensi 25 KHz

12. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 40 %, celah udara 0,8 mm dan frekuensi 25 KHz

13. Kawat belitan dua kumparan (2 Strended) dengan frekuensi 25 KHz

Gambar Inti Trafo II Duty Cycle 60 %, celah udara 0,8 mm dan frekuensi 25 KHz

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo I Tanpa Beban Dan Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	20	0,03	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	-----"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	22	0,01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	-----"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	-	-	20	0,03	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	-----"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	24	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	-----"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	23	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	-----"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	-	-	23,5	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo I Tanpa Beban Dan Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	0,8		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	27	0,02	-	-
2.	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	23	-	-	1
3.	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	23,5	0,03	-	-
4.	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	24	0,01	-	-
5.	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	26	0,03	-	-
6.	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	25	-	1	-
7.	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	25	-	-	1,2
8.	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	26	-	-	1,5
9.	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	24	-	1	-
10.	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	23	-	-	1,5
11.	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	24	-	-	2
12.	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	25	-	-	2

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo I Tanpa Beban Dan Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)			Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	0,8	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=34 dan S=77	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	24	-	-	-
2.	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
3.	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	32	-	1	-
4.	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	24	0,3	-	-
5.	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
7.	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	33	-	-	3
8.	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	30	-	-	1,5
9.	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
10.	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
11.	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	30	-	-	2
12.	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	30	-	-	2

Catatan : 1. Probe osciloskop = 1 x 10 x 0,5 Volt/Div

2. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang

c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo I Tanpa Beban Dan Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)					Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=34 dan S=77	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	-	20	0,03	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	-----"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	-	22	0,01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	-----"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	-	-	-	20	0,03	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	-----"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	-	24	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	-----"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	-	23	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	-----"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	-	-	-	23,5	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo I Tanpa Beban Dan Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)					Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	0,8	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=34 dan S=77	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	27	0,02	-	-
2.	“	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	23	-	-	1
3.	“	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	23,5	0,03	-	-
4.	“	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	24	0,01	-	-
5.	“	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	26	0,03	-	-
6.	“	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	25	-	1	-
7.	“	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	25	-	-	1,2
8.	“	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	26	-	-	1,5
9.	“	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	24	-	1	-
10.	“	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	23	-	-	1,5
11.	“	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	24	-	-	2
12.	“	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	25	-	-	2

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo I Tanpa Beban Dan Bercehah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	0,8		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	24	-	-	-
2.	“	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
3.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	-	32	-	1	-
4.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	✓	24	0,3	-	-
5.	“	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
6.	“	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
7.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	33	-	-	3
8.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	30	-	-	1,5
9.	“	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
10.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
11.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	30	-	-	2
12.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	30	-	-	2

Catatan : 1. Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 0,5$ Volt/Div

2. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang dan c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Tanpa Beban Dan Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	30	0,03	□	□
2.	----- ⁴⁴ -----	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	31	0,2	□	□
3.	----- ³³ -----	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	30	-	0,8	□
4.	----- ⁴⁴ -----	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	25	0,5	□	□
5.	----- ⁴⁴ -----	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	28	0,5	□	□
6.	----- ⁴⁴ -----	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	26,5	-	□	1,5

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Tanpa Beban Dan Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)			Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25		20	40	60	80	0,1	0,4	0,6	0,8		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	✓	-		✓	-	-	-	✓	-	-	-	26	-	-	-
2.	.....⁶⁶	✓	-		✓	-	-	-	-	✓	-	-	48	-	-	-
3.	.....⁶⁶	✓	-		✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
4.	.....⁶⁶	✓	-		-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
5.	.....⁶⁶	✓	-		-	✓	-	-	-	✓	-	-	49	-	-	-
6.	.....⁶⁶	✓	-		-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
7.	.....⁶⁶	✓	-		-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
8.	.....⁶⁶	✓	-		-	-	✓	-	-	✓	-	-	47	-	-	-
9.	.....⁶⁶	✓	-		-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Tanpa Beban Dan Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	30	0,03	□	□
2.	“	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	31	0,2	□	□
3.	“	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	30	-	0,8	□
4.	“	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	25	0,5	□	□
5.	“	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	28	0,5	□	□
6.	“	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	26,5	-	□	1,5

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Tanpa Beban Dan Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,1	0,4	0,6	0,8		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	26	✓	-	-
2.	“	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	48	✓	-	-
3.	“	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-
4.	“	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-
5.	“	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	49	-	✓	-
6.	“	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-
7.	“	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-
8.	“	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	47	✓	-	-
9.	“	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Tanpa Beban Dan Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)			Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,1	0,4	0,6	0,8		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	28	-	1	-
2.	“	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	27	-	1	-
3.	“	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	-	21	-	1	-
4.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	-	53	-	-	2
5.	“	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	53	-	-	2
6.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	52	-	-	2,5
7.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	Baik	-	-
8.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	Baik	-	-
9.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	Baik	-	-

Catatan : 1. Probe osciloskop = 1 x 10 x 0,5 Volt/Div

2. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik
 b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang
 c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban R Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=34 dan S=77	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	12,5	✓	□	□	
2.	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	12,5	✓	□	□	
3.	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	12,5	✓	□	□	
4.	✓	□	□	□	□	✓	□	-	-	12	✓	□	□	
5.	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	26	✓	□	□	
6.	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	23,5	✓	□	□	
7.	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	25	✓	□	□	
8.	□	✓	□	□	□	✓	□	-	-	26	✓	□	□	

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban R Bercelah Udara Tiga Kumpanan

No	Jumlah Belitan Kumpanan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=34 dan S=77	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	22	✓	-	-
2.	....."	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	26	✓	-	-
3.	....."	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	32	✓	-	-
4.	....."	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	45	✓	-	-
5.	....."	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	47	✓	-	-
6.	....."	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	30	✓	-	-
7.	....."	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	45	✓	-	-
8.	....."	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	47	✓	-	-
9.	....."	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	33	✓	-	-
10.	....."	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	45	✓	-	-
11.	....."	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	48	✓	-	-
12.	....."	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	32,5	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban R Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (V _{pp})	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	22	✓	-	-
2.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	27	✓	-	-
3.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	26	✓	-	-
4.	“	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	42	✓	-	-
5.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	48	✓	-	-
6.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	46	✓	-	-
7.	“	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	53	✓	-	-
8.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	51	✓	-	-
9.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	53	✓	-	-
10.	“	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	53	✓	-	-
11.	“	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	55	✓	-	-
12.	“	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	53	✓	-	-

Catatan : 1. Beban R dengan nilai $R = 1 \text{ k}\Omega$; Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 0,5 \text{ Volt/Div}$

2. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang dan c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RC Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=34 dan S=77	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	-	12	✓	□	□
2.	----- ⁶⁴ -----	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	-	14,5	✓	□	□
3.	----- ⁶⁴ -----	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	-	24	✓	□	□
4.	----- ⁶⁴ -----	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	-	10	✓	□	□
5.	----- ⁶⁴ -----	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	-	20	✓	□	□
6.	----- ⁶⁴ -----	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	-	20	✓	□	□

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RC Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	12	✓	-	-
2.	“	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	13	✓	-	-
3.	“	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	29,5	✓	-	-
4.	“	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	26	✓	-	-
5.	“	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	24	✓	-	-
6.	“	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	50	✓	-	-
7.	“	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	26	✓	-	-
8.	“	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	24	✓	-	-
9.	“	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	50	✓	-	-
10.	“	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	25	✓	-	-
11.	“	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	24	✓	-	-
12.	“	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	51	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RC Berecelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)			Duty Cycle (%)			Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	29	✓	-	-
2.	.....⁶⁶	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	27	✓	-	-
3.	.....⁶⁶	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	39	✓	-	-
4.	.....⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	49	✓	-	-
5.	.....⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	48	✓	-	-
6.	.....⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	38	✓	-	-
7.	.....⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	50	✓	-	-
8.	.....⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	50	✓	-	-
9.	.....⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	38	✓	-	-
10.	.....⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	53	✓	-	-
11.	.....⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	51	✓	-	-
12.	.....⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	37	✓	-	-

Catatan : 1. Beban RC dengan nilai R = 1 kΩ dan C = 2200 μF, 35 V ; Probe osciloskop = 1 x 10 x 0,5 Volt/Div

2. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0.5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang dan c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RL Tanpa Celah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)			Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25		20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	.....⁴⁴	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	.....⁵⁴	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	.....⁶⁴	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	.....⁵⁴	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	.....⁶⁴	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RL Bercelah Udara Dua Kumpan

No	Jumlah Belitan Kumpan	Frekuensi (kHz)			Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25		20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=34 dan S=77	✓	-		✓	-	-	-	✓	-	-	-	9	✓	-	-
2.	“	✓	-		✓	-	-	-	-	✓	-	-	10	✓	-	-
3.	“	✓	-		✓	-	-	-	-	-	✓	-	10	✓	-	-
4.	“	✓	-		-	✓	-	-	✓	-	-	-	18	✓	-	-
5.	“	✓	-		-	✓	-	-	-	✓	-	-	19	✓	-	-
6.	“	✓	-		-	✓	-	-	-	-	✓	-	19	✓	-	-
7.	“	✓	-		-	-	✓	-	✓	-	-	-	21	✓	-	-
8.	“	✓	-		-	-	✓	-	-	✓	-	-	18,5	✓	-	-
9.	“	✓	-		-	-	✓	-	-	-	✓	-	19	✓	-	-
10.	“	✓	-		-	-	✓	-	✓	-	-	-	25	✓	-	-
11.	“	✓	-		-	-	✓	-	-	✓	-	-	18,5	✓	-	-
12.	“	✓	-		-	-	✓	-	-	-	✓	-	18,9	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RL Bercelah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	21,7	✓	-	-
2.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	23	✓	-	-
3.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	25,8	✓	-	-
4.	“	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	36,1	✓	-	-
5.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	36,1	✓	-	-
6.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	36,5	✓	-	-
7.	“	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	39	✓	-	-
8.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	34,6	✓	-	-
9.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	33	✓	-	-
10.	“	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	37,4	✓	-	-
11.	“	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	34,8	✓	-	-
12.	“	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	33,2	✓	-	-

Catatan : 1. Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 0,5$ Volt/Div

2. Beban RL dengan nilai $2 \times R = 1.2 \text{ k}\Omega$ dan $L = 1 \text{ }\mu\text{F}$

3. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang

c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RL Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	“	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	“	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	-	-	7,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	“	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	3,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	“	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	6,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	“	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	-	-	9,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RL Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	9	✓	-	-
2.	"	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	10	✓	-	-
3.	"	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	10	✓	-	-
4.	"	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	18	✓	-	-
5.	"	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	19	✓	-	-
6.	"	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	19	✓	-	-
7.	"	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	21	✓	-	-
8.	"	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	18,5	✓	-	-
9.	"	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	19	✓	-	-
10.	"	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	25	✓	-	-
11.	"	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	18,5	✓	-	-
12.	"	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	18,9	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RL Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (V _{p-p})	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	21,7	✓	-	-
2.	----- ⁶⁶	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	23	✓	-	-
3.	----- ⁶⁶	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	25,8	✓	-	-
4.	----- ⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	36,1	✓	-	-
5.	----- ⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	36,1	✓	-	-
6.	----- ⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	36,5	✓	-	-
7.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	39	✓	-	-
8.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	34,6	✓	-	-
9.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	33	✓	-	-
10.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	37,4	✓	-	-
11.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	34,8	✓	-	-
12.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	33,2	✓	-	-

Catatan : 1. Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 0,5$ Volt/Div

2. Beban RL dengan nilai $2 \times R = 1,2 \text{ k}\Omega$ dan $L = 1 \text{ }\mu\text{F}$

3. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang

c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RLC Tanpa Celah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=34 dan S=77	✓	□	✓	-	□	□	□	□	-	-	7,9	✓	□	□
2.	“	✓	□	□	✓	□	□	□	□	-	-	16,4	✓	□	□
3.	“	✓	□	□	□	✓	-	□	□	-	-	16,2	✓	□	□
4.	“	✓	-	□	□	-	✓	□	□	-	-	16,2	✓	□	□
5.	“	□	✓	✓	-	□	□	□	□	-	-	6,9	✓	□	□
6.	“	□	✓	□	✓	□	□	□	□	-	-	13,3	✓	□	□
7.	“	□	✓	□	□	✓	-	□	□	-	-	23,5	✓	□	□
8.	“	-	✓	□	□	-	✓	□	□	-	-	23,2	✓	□	□

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RLC Bercelah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	22,4	✓	-	-
2.	.....⁶⁶	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	25,5	✓	-	-
3.	.....⁶⁶	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	26,1	✓	-	-
4.	.....⁶⁶	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	36,5	✓	-	-
5.	.....⁶⁶	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	28,8	✓	-	-
6.	.....⁶⁶	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	36,8	✓	-	-
7.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	36,2	✓	-	-
8.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	39,6	✓	-	-
9.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	36,1	✓	-	-
10.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	35,4	✓	-	-
11.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	35,8	✓	-	-
12.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	36,3	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RLC Bercelah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	22,2	✓	-	-
2.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	24,4	✓	-	-
3.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	25,5	✓	-	-
4.	“	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	36,1	✓	-	-
5.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	35,7	✓	-	-
6.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	36,8	✓	-	-
7.	“	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	39,6	✓	-	-
8.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	40,8	✓	-	-
9.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	33,6	✓	-	-
10.	“	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	40,7	✓	-	-
11.	“	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	33,3	✓	-	-
12.	“	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	33,3	✓	-	-

Catatan : 1. Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 0,5$ Volt/Div

2. Beban RC dengan nilai $2 \times R = 1,2 \text{ k}\Omega$, $L = 1 \text{ }\mu\text{H}$ dan $C = 2200 \text{ }\mu\text{F}$, 35 V

3. Rating keadaan riak arus : a). $0,001 \text{ A}$ sampai dengan $0,5 \text{ A} = \text{Baik}$

b). $0,5 \text{ A}$ sampai dengan $1 \text{ A} = \text{Sedang}$

c). 1 A sampai dengan $4 \text{ A} = \text{Jelek}$

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RLC Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=34 dan S=77	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	-	7,9	✓	□	□
2.	.....⁴⁵	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	-	16,4	✓	□	□
3.	.....⁴⁶	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	-	16,2	✓	□	□
4.	.....⁴⁶	✓	-	□	□	-	✓	□	-	-	-	16,2	✓	□	□
5.	.....⁴⁶	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	-	6,9	✓	□	□
6.	.....⁴⁶	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	-	13,3	✓	□	□
7.	.....⁴⁶	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	-	23,5	✓	□	□
8.	.....⁴⁶	-	✓	□	□	-	✓	□	-	-	-	23,2	✓	□	□

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RLC Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	22,4	✓	-	-
2.	.....⁶⁶	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	25,5	✓	-	-
3.	.....⁶⁶	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	26,1	✓	-	-
4.	.....⁶⁶	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	36,5	✓	-	-
5.	.....⁶⁶	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	28,8	✓	-	-
6.	.....⁶⁶	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	36,8	✓	-	-
7.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	36,2	✓	-	-
8.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	39,6	✓	-	-
9.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	36,1	✓	-	-
10.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	35,4	✓	-	-
11.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	35,8	✓	-	-
12.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	36,3	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo Beban RLC Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=34 dan S=77	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	22,2	✓	-	-
2.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	24,4	✓	-	-
3.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	25,5	✓	-	-
4.	“	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	36,1	✓	-	-
5.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	35,7	✓	-	-
6.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	36,8	✓	-	-
7.	“	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	39,6	✓	-	-
8.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	40,8	✓	-	-
9.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	33,6	✓	-	-
10.	“	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	40,7	✓	-	-
11.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	33,3	✓	-	-
12.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	33,3	✓	-	-

Catatan : 1. Beban RC dengan nilai $2 \times R = 1,2 \text{ k}\Omega$, $L = 1 \text{ }\mu\text{H}$ dan $C = 2200 \text{ }\mu\text{F}$, 35 V ; . Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 0,5 \text{ Volt/Div}$

3. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang dan c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban R Tanpa Celah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=30 dan S=67	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	-	53	✓	□	□
2.	“	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	-	53	✓	□	□
3.	“	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	-	53	✓	□	□
4.	“	✓	□	□	□	□	✓	□	-	-	-	53	✓	□	□
5.	“	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	-	50	✓	□	□
6.	“	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	-	50	✓	□	□
7.	“	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	-	51	✓	□	□
8.	“	□	✓	□	□	□	✓	□	-	-	-	52	✓	□	□

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban R Bercelah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=30 dan S=67	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	50	✓	-	-
2.	.....⁶⁴	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	49	✓	-	-
3.	.....⁶⁴	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	30,5	✓	-	-
4.	.....⁶⁴	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	50	✓	-	-
5.	.....⁶⁴	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	50	✓	-	-
6.	.....⁶⁴	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	44	✓	-	-
7.	.....⁶⁴	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	51	✓	-	-
8.	.....⁶⁴	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	49	✓	-	-
9.	.....⁶⁴	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	50	✓	-	-
10.	.....⁶⁴	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	54	✓	-	-
11.	.....⁶⁴	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	53	✓	-	-
12.	.....⁶⁴	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	48	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban R Bercelah Udara Dua Kumpan

No	Jumlah Belitan Kumpan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus	
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	31	✓	-
2.	"	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	34	✓	-
3.	"	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	38,4	✓	-
4.	"	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	48,1	✓	-
5.	"	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	48,5	✓	-
6.	"	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	44,1	✓	-
7.	"	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	50,2	✓	-
8.	"	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	45,2	✓	-
9.	"	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	43,8	✓	-
10.	"	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	49,6	✓	-
11.	"	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	44,2	✓	-
12.	"	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	43,2	✓	-

Catatan : 1. Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 50 \mu\text{s Volt/Div}$

2. Beban R dengan nilai $R = 1 \text{ k}\Omega$

3. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang

c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban R Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=30 dan S=67	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	.....⁴⁴	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	.....⁴⁴	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	.....⁴⁴	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	.....⁴⁴	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	.....⁴⁴	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	.....⁴⁴	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	.....⁴⁴	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban R Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	50	✓	-	-
2.	.....⁶⁶	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	49	✓	-	-
3.	.....⁶⁵	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	30,5	✓	-	-
4.	.....⁶⁶	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	50	✓	-	-
5.	.....⁶⁶	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	50	✓	-	-
6.	.....⁶⁶	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	44	✓	-	-
7.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	51	✓	-	-
8.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	49	✓	-	-
9.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	50	✓	-	-
10.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	54	✓	-	-
11.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	53	✓	-	-
12.	.....⁶⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	48	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban R Bercehah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)			Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25		20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	-	✓		✓	-	-	-	✓	-	-	31	✓	-	-
2.	.....⁶⁶	-	✓		✓	-	-	-	-	✓	-	34	✓	-	-
3.	.....⁶⁶	-	✓		✓	-	-	-	-	-	✓	38,4	✓	-	-
4.	.....⁶⁶	-	✓		-	✓	-	-	✓	-	-	48,1	✓	-	-
5.	.....⁶⁶	-	✓		-	✓	-	-	-	✓	-	48,5	✓	-	-
6.	.....⁶⁶	-	✓		-	✓	-	-	-	-	✓	44,1	✓	-	-
7.	.....⁶⁶	-	✓		-	-	✓	-	✓	-	-	50,2	✓	-	-
8.	.....⁶⁶	-	✓		-	-	✓	-	-	✓	-	45,2	✓	-	-
9.	.....⁶⁶	-	✓		-	-	✓	-	-	-	✓	43,8	✓	-	-
10.	.....⁶⁶	-	✓		-	-	✓	-	✓	-	-	49,6	✓	-	-
11.	.....⁶⁶	-	✓		-	-	✓	-	-	✓	-	44,2	✓	-	-
12.	.....⁶⁶	-	✓		-	-	✓	-	-	-	✓	43,2	✓	-	-

Catatan : 1. Beban R dengan nilai $R = 1 \text{ k}\Omega$; Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 50 \mu\text{s Volt/Div}$

3. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang dan c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RC Tanpa Celah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=30 dan S=67	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	6	✓	□	□	
2.	“	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	13	✓	□	□	
3.	“	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	13,3	✓	□	□	
4.	“	✓	□	□	□	□	✓	□	□	□	13	✓	□	□	
5.	“	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	5,1	✓	□	□	
6.	“	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	10,5	✓	□	□	
6.	“	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	18	✓	□	□	
8.	“	□	✓	□	□	□	✓	□	□	□	20	✓	□	□	

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RC Bercelah Udara Dua Kumpanan

No	Jumlah Belitan Kumpanan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	31,9	✓	-	-
2.	.....⁶	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	34,5	✓	-	-
3.	.....⁶	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	37,6	✓	-	-
4.	.....⁶	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	44,2	✓	-	-
5.	.....⁶	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	41,4	✓	-	-
6.	.....⁶	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	46	✓	-	-
7.	.....⁶	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	44,1	✓	-	-
8.	.....⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	41,4	✓	-	-
9.	.....⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	45,8	✓	-	-
10.	.....⁶	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	43,9	✓	-	-
11.	.....⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	41,2	✓	-	-
12.	.....⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	45,4	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RC Bercelah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	30,7	✓	-	-
2.	....."	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	35,5	✓	-	-
3.	....."	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	38,2	✓	-	-
4.	....."	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	45	✓	-	-
5.	....."	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	39,1	✓	-	-
6.	....."	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	43,1	✓	-	-
7.	....."	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	40,7	✓	-	-
8.	....."	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	38,7	✓	-	-
9.	....."	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	42,7	✓	-	-
10.	....."	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	39,6	✓	-	-
11.	....."	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	38,4	✓	-	-
12.	....."	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	42,5	✓	-	-

Catatan : 1. Probe oscilloskop = $1 \times 10 \times 0,5$ Volt/Div

2. Beban RC dengan nilai $R = 1,2 \text{ k}\Omega$ dan $C = 2200 \mu\text{F}$, 35 V

3. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang

c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RC Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=30 dan S=67	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	-	6	✓	□	□
2.	-----"	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	-	13	✓	□	□
3.	-----"	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	-	13,3	✓	□	□
4.	-----"	✓	□	□	□	□	✓	□	□	□	□	13	✓	□	□
5.	-----"	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	-	5,1	✓	□	□
6.	-----"	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	-	10,5	✓	□	□
6.	-----"	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	-	18	✓	□	□
8.	-----"	□	✓	□	□	□	✓	□	□	□	□	20	✓	□	□

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RC Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	31,9	✓	-	-
2.	-----"	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	34,5	✓	-	-
3.	-----"	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	37,6	✓	-	-
4.	-----"	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	44,2	✓	-	-
5.	-----"	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	41,4	✓	-	-
6.	-----"	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	46	✓	-	-
7.	-----"	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	44,1	✓	-	-
8.	-----"	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	41,4	✓	-	-
9.	-----"	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	45,8	✓	-	-
10.	-----"	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	43,9	✓	-	-
11.	-----"	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	41,2	✓	-	-
12.	-----"	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	45,4	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RC Berceklah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)			Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus			
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4		0,6	Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	30,7	✓	-	-
2.	"	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	35,5	✓	-	-
3.	"	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	38,2	✓	-	-
4.	"	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	45	✓	-	-
5.	"	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	39,1	✓	-	-
6.	"	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	43,1	✓	-	-
7.	"	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	40,7	✓	-	-
8.	"	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	38,7	✓	-	-
9.	"	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	42,7	✓	-	-
10.	"	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	39,6	✓	-	-
11.	"	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	38,4	✓	-	-
12.	"	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	42,5	✓	-	-

Catatan : 1. Beban RC dengan nilai $R = 1,2 \text{ k}\Omega$ dan $C = 2200 \mu\text{F}$, 35 V ; Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 0,5 \text{ Volt/Div}$

3. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang dan c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RL Tanpa Celah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=30 dan S=67	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	5	✓	□	□	
2.	“	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	5,2	✓	□	□	
3.	“	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	12	✓	□	□	
4.	“	✓	□	□	□	□	✓	□	□	□	14	✓	□	□	
5.	“	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	4	✓	□	□	
6.	“	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	6,5	✓	□	□	
7.	“	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	14	✓	□	□	
8.	“	-	✓	□	□	□	✓	□	□	□	20	✓	□	□	

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RL Bercelah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	24,5	✓	-	-
2.	"	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	25,6	✓	-	-
3.	"	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	26,8	✓	-	-
4.	"	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	35,2	✓	-	-
5.	"	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	34,2	✓	-	-
6.	"	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	34,6	✓	-	-
7.	"	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	34,9	✓	-	-
8.	"	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	34,1	✓	-	-
9.	"	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	31,2	✓	-	-
10.	"	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	35	✓	-	-
11.	"	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	38,0	✓	-	-
12.	"	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	30,4	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RL Bercelah Udara Dua Kumpanan

No	Jumlah Belitan Kumpanan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)			Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus			
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4		0,6	Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	23,3	✓	-	-
2.	----- ⁶⁶	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	24,2	✓	-	-
3.	----- ⁶⁶	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	25,5	✓	-	-
4.	----- ⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	35,2	✓	-	-
5.	----- ⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	35,1	✓	-	-
6.	----- ⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	33,6	✓	-	-
7.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	34	✓	-	-
8.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	32,6	✓	-	-
9.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	28,1	✓	-	-
10.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	33,3	✓	-	-
11.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	32,2	✓	-	-
12.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	27,9	✓	-	-

Catatan : 1. Probe oscilloskop = $1 \times 10 \times 0,5$ Volt/Div

2. Beban RL dengan nilai $2 \times R = 1,2 \text{ k}\Omega$ dan $L = 1 \mu\text{F}$

3. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang

c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RL Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=30 dan S=67	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	5	✓	□	□	
2.	“	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	5,2	✓	□	□	
3.	“	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	12	✓	□	□	
4.	“	✓	□	□	□	□	✓	□	□	□	14	✓	□	□	
5.	“	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	4	✓	□	□	
6.	“	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	6,5	✓	□	□	
7.	“	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	14	✓	□	□	
8.	“	-	✓	□	□	□	✓	□	□	□	20	✓	□	□	

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RL Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)			Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	80	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	24,5	✓	-	-
2.	.....⁶	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	25,6	✓	-	-
3.	.....⁶	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	26,8	✓	-	-
4.	.....⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	35,2	✓	-	-
5.	.....⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	34,2	✓	-	-
6.	.....⁶	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	34,6	✓	-	-
7.	.....⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	34,9	✓	-	-
8.	.....⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	34,1	✓	-	-
9.	.....⁶	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	31,2	✓	-	-
10.	.....⁶	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	35	✓	-	-
11.	.....⁶	✓	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	38,0	✓	-	-
12.	.....⁶	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	30,4	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RL Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)			Duty Cycle (%)			Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus			
		20	25	80	20	40	60	80	0,2	0,4		0,6	Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	23,3	✓	-	-
2.	----- ⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	24,2	✓	-	-
3.	----- ⁶⁶	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	25,5	✓	-	-
4.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	35,2	✓	-	-
5.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	35,1	✓	-	-
6.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	33,6	✓	-	-
7.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	34	✓	-	-
8.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	32,6	✓	-	-
9.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	28,1	✓	-	-
10.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	33,3	✓	-	-
11.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	32,2	✓	-	-
12.	----- ⁶⁶	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	27,9	✓	-	-

Catatan : 1. Beban RL dengan nilai $2 \times R = 1,2 \text{ k}\Omega$ dan $L = 1 \mu\text{F}$; Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 0,5 \text{ Volt/Div}$

2. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang dan c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RLC Tanpa Celah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=30 dan S=67	✓	☐	✓	-	☐	☐	☐	-	-	6,3	✓	☐	☐	
2.	-----"	✓	☐	☐	✓	☐	☐	☐	-	-	13,5	✓	☐	☐	
3.	-----"	✓	☐	☐	☐	✓	-	☐	-	-	13,5	✓	☐	☐	
4.	-----"	✓	☐	☐	☐	☐	✓	☐	☐	☐	13,5	✓	-	-	
5.	-----"	☐	✓	✓	-	☐	☐	☐	-	-	5,9	✓	☐	☐	
6.	-----"	☐	✓	☐	✓	☐	☐	☐	-	-	12	✓	☐	☐	
7.	-----"	☐	✓	☐	☐	✓	-	☐	-	-	23,4	✓	☐	☐	
8.	-----"	-	✓	☐	☐	☐	✓	☐	☐	☐	23,6	✓	-	-	

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RLC Bercelah Udara Dua Kumpanan

No	Jumlah Belitan Kumpanan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	25,9	✓	-	-
2.	“	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	25,9	✓	-	-
3.	“	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	26,5	✓	-	-
4.	“	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	25,9	✓	-	-
5.	“	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	33,3	✓	-	-
6.	“	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	32,1	✓	-	-
7.	“	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	25,7	✓	-	-
8.	“	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	33	✓	-	-
9.	“	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	31,8	✓	-	-
10.	“	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	26	✓	-	-
11.	“	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	32,9	✓	-	-
12.	“	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	31,8	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RLC Bercelah Udara Dua Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)			Duty Cycle (%)			Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25		20	40	60	80	0,2	0,4		0,6	Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	-	✓		✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-
2.	“	-	✓		✓	-	-	-	✓	-	23,3	✓	-	-
3.	“	-	✓		✓	-	-	-	-	✓	24,8	✓	-	-
											27	✓	-	-
4.	“	-	✓		-	✓	-	-	✓	-	33,5	✓	-	-
5.	“	-	✓		-	✓	-	-	✓	-	34	✓	-	-
6.	“	-	✓		-	✓	-	-	-	✓	30,3	✓	-	-
7.	“	-	✓		-	✓	-	-	✓	-	33,3	✓	-	-
8.	“	-	✓		-	✓	-	-	✓	-	36,2	✓	-	-
9.	“	-	✓		-	✓	-	-	-	✓	29,9	✓	-	-
10.	“	-	✓		-	-	✓	-	✓	-	33,1	✓	-	-
11.	“	-	✓		-	-	✓	-	-	✓	26,5	✓	-	-
12.	“	-	✓		-	-	✓	-	-	✓	29,9	✓	-	-

Catatan : 1. Probe osciloskop = $1 \times 10 \times 0,5$ Volt/Div

2. Beban RC dengan nilai $2 \times R = 1,2 \text{ k}\Omega$, $L = 1 \text{ }\mu\text{H}$ dan $C = 2200 \text{ }\mu\text{F}$, 35 V

3. Rating keadaan riak arus : a). $0,001 \text{ A}$ sampai dengan $0,5 \text{ A} = \text{Baik}$

b). $0,5 \text{ A}$ sampai dengan $1 \text{ A} = \text{Sedang}$

c). 1 A sampai dengan $4 \text{ A} = \text{Jelek}$

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RLC Tanpa Celah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)				Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6	Baik		Cukup	Jelek	
1.	P=30 dan S=67	✓	□	✓	-	□	□	□	-	-	6,3	✓	□	□	
2.	“	✓	□	□	✓	□	□	□	-	-	13,5	✓	□	□	
3.	“	✓	□	□	□	✓	-	□	-	-	13,5	✓	□	□	
4.	“	✓	□	□	□	□	✓	□	□	□	13,5	✓	-	-	
5.	“	□	✓	✓	-	□	□	□	-	-	5,9	✓	□	□	
6.	“	□	✓	□	✓	□	□	□	-	-	12	✓	□	□	
7.	“	□	✓	□	□	✓	-	□	-	-	23,4	✓	□	□	
8.	“	-	✓	□	□	□	✓	□	□	□	23,6	✓	-	-	

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RLC Bercelah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	25,9	✓	-	-
2.	"	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	25,9	✓	-	-
3.	"	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	26,5	✓	-	-
4.	"	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	25,9	✓	-	-
5.	"	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	33,3	✓	-	-
6.	"	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	32,1	✓	-	-
7.	"	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	25,7	✓	-	-
8.	"	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	33	✓	-	-
9.	"	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	31,8	✓	-	-
10.	"	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	26	✓	-	-
11.	"	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	32,9	✓	-	-
12.	"	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	31,8	✓	-	-

Tabel Hasil Pengukuran Inti Trafo II Beban RLC Bercealah Udara Tiga Kumparan

No	Jumlah Belitan Kumparan	Frekuensi (kHz)		Duty Cycle (%)				Celah Udara (mm)			Tegangan (Vp-p)	Keadaan Riak Arus		
		20	25	20	40	60	80	0,2	0,4	0,6		Baik	Cukup	Jelek
1.	P=30 dan S=67	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	23,3	✓	-	-
2.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	24,8	✓	-	-
3.	“	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	27	✓	-	-
4.	“	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	33,5	✓	-	-
5.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	34	✓	-	-
6.	“	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	30,3	✓	-	-
7.	“	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	33,3	✓	-	-
8.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	36,2	✓	-	-
9.	“	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	29,9	✓	-	-
10.	“	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	33,1	✓	-	-
11.	“	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	26,5	✓	-	-
12.	“	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	29,9	✓	-	-

Catatan : 1. Beban RC dengan nilai $2 \times R = 1,2 \text{ k}\Omega$, $L = 1 \text{ }\mu\text{H}$ dan $C = 2200 \text{ }\mu\text{F}$, 35 V ; Probe oscilloskop = $1 \times 10 \times 0,5 \text{ Vol/Div}$

2. Rating keadaan riak arus : a). 0,001 A sampai dengan 0,5 A = Baik

b). 0,5 A sampai dengan 1 A = Sedang dan c). 1 A sampai dengan 4 A = Jelek