

ABSTRAK

Roi Saputro Widiasta:

31 Band Graphic Equalizer Stereo

Pada Tugas Akhir ini dirancang sebuah alat yaitu *31 band graphic equalizer stereo*. Pembuatan *graphic equalizer* ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan yang muncul pada suatu perangkat *audio* seperti kurangnya *bass*, *treble*, maupun *vokal* yang dihasilkan. *Graphic equalizer* ini juga dapat berfungsi untuk mengatur *signal audio* agar sesuai dengan selera pendengar. *Signal input* diambil dari *line out* CD player, *tape*, *sound card*, atau media lainnya. *Signal audio* akan diolah oleh serangkaian filter sehingga dapat diatur *boost* maupun *cut* pada frekuensi tertentu.

31 band graphic equalizer ini memiliki 31 frekuensi *center* dengan pembagian $1/3$ *oktaf* yaitu : 20Hz - 25Hz - 31,5Hz - 40Hz - 50Hz - 63Hz - 80Hz - 100Hz - 125Hz - 160Hz - 200Hz - 250Hz - 315Hz - 400Hz - 500Hz - 630Hz - 800Hz - 1KHz - 1,2KHz - 1,6KHz - 2KHz - 2,5KHz - 3,15KHz - 4KHz - 5KHz - 6,3KHz - 8KHz - 10KHz - 10KHz - 12,5KHz - 16KHz - 20KHz. Pengaturan frekuensi *center* dengan *band pass filter* yang dirancang dengan menggunakan metode *gyrator* sebagai induktor simulasi sehingga rangkaian menjadi lebih sederhana. Dengan *potensiometer* geser yang dihubungkan dengan *band pass filter* dan rangkaian *gain* yang berasal dari rangkaian *buffer* dan *non inverting amplifier*, maka *graphic equalizer* ini dibuat.

Dari pengujian, alat ini bekerja dengan baik, dengan memiliki frekuensi *center* yang tepat dan *gain* untuk *boost* maupun *cut* yang telah bekerja dengan baik.

Kata kunci:

Graphic Equalizer, Gyrator, Frekuensi Center.

ABSTRACT

Roi Saputro Widiassa:

31 Band Graphic Equalizer Stereo

In this thesis I made a 31 band graphic equalizer stereo. The goal of graphic equalizer is to minimize the weakness of a audio system. For example: low bass, treble, or voice. This graphic equalizer also can change audio signal to appropriated sound. The source of input signal are line out CD player, tape, sound card, or other media. Audio signal will be processed into some filters that can boost or cut in some frequencies.

This 31 band graphic equalizer have 31 center frequencies which are divided with 1/3 octave, which are : 20Hz - 25Hz - 31,5Hz - 40Hz - 50Hz - 63Hz - 80Hz - 100Hz - 125Hz - 160Hz - 200Hz - 250Hz - 315Hz - 400Hz - 500Hz - 630Hz - 800Hz - 1KHz - 1,2KHz - 1,6KHz - 2KHz - 2,5KHz - 3,15KHz - 4KHz - 5KHz - 6,3KHz - 8KHz - 10KHz - 10KHz - 12,5KHz - 16KHz - 20KHz. The change of center frequency uses band pass filter which is made from gyrator method to simulate an inductor and this will make simple circuit. With potentiometer which is connect to band pass filter and gain circuit which is made from buffer circuit and non inverting amplifier, that's why the graphic equalizer is made.

From testing procedure, this device can work well with precision center frequency and gain for boost and cut.

Key words:

Graphic Equalizer, Gyrator, Center Frequency.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Pemilihan Judul	1
1.2. Perumusan Masalah	1
1.3. Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.4. Tujuan/Sasaran	2
1.5. Metoda Penelitian	2
1.6. Matakuliah Penunjang	3
1.7. Tinjauan Isi Bab	3
2. DASAR TEORI	5
2.1. Teori <i>Equalizer</i> (EQ)	5
2.1.1. <i>Graphic Equalizer</i>	5
2.1.2. <i>Parametric Equalizer</i>	6
2.1.3. <i>Hybrid Equalizer</i>	6
2.1.4. Pemilihan Frekuensi	6
2.1.5. Q Faktor	8
2.2. Teori <i>Decibel</i> (dB)	9
2.3. <i>Operational Amplifier</i> (<i>Op-Amp</i>)	10
2.3.1. <i>Amplifier</i>	11
2.3.1.1. <i>Non-Inverting Amplifier</i>	12
2.3.1.2. <i>Inverting Amplifier</i>	14
2.3.2. <i>Buffer</i>	17
2.4. <i>Filter</i>	19
2.4.1. <i>High Pass Filter</i>	20

2.4.2. <i>Low Pass Filter</i>	23
2.4.3. <i>Band Pass Filter</i>	26
2.4.3.1. <i>Band Pass Filter Orde Pertama</i>	27
2.4.3.2. <i>Band Pass Filter Orde Kedua</i>	29
2.4.5. <i>Karakteristik Active Filter</i>	31
2.5. <i>Gyrator</i>	33
2.5.1. <i>Gyrator dengan Resistor</i>	34
2.5.2. <i>Gyrator dengan Sumber Tegangan</i>	35
2.5.3. <i>Gyrator dengan Kapasitor</i>	36
2.6. <i>Penggunaan Induktor Untuk Graphic Equalizer</i>	37
2.7. <i>Total Harmonic Distortion (THD)</i>	39
3. PERANCANGAN ALAT	40
3.1. Perancangan <i>Graphic Equalizer</i>	41
3.1.1. <i>Gain Graphic Equalizer</i>	46
3.1.2. Perhitungan Komponen <i>Graphic Equalizer</i>	49
3.1.3. Skematik <i>31 Band Graphic Equalizer</i>	51
3.2. Perancangan <i>Power Supply</i>	54
3.3. <i>LED VU Display</i>	55
4. PENGUJIAN ALAT	57
4.1. Pengujian Respon Frekuensi Rangkaian <i>31 Band Graphic Equalizer</i>	57
4.1.1. Pengujian <i>Graphic Equalizer</i> Saat <i>Flat</i>	57
4.1.2. Pengujian Frekuensi <i>Center Graphic Equalizer</i>	59
4.1.3. Pengujian Respon Frekuensi Saat <i>Boost</i> dan <i>Cut</i>	95
4.2. Pengujian <i>Gain 31 Band Graphic Equalizer</i>	96
4.3. Pengujian Rangkaian <i>Gyrator</i>	100
4.4. Pengujian <i>Total Harmonic Distortion (THD)</i>	105
4.5. Pengujian Tegangan <i>Input</i> Maksimum <i>Graphic Equalizer</i>	108
5. KESIMPULAN	110
5.1. Kesimpulan	110
5.2. Saran	110
DAFTAR REFERENSI	111
LAMPIRAN	112

DAFTAR GAMBAR

2.1. Bentuk <i>Graphic Equalizer</i>	5
2.2. Bentuk <i>Parametric Equalizer</i>	6
2.3. Pembagian Frekuensi 1 <i>Oktaf</i>	7
2.4. Pembagian Frekuensi $\frac{1}{2}$ <i>Oktaf</i> dan $\frac{1}{3}$ <i>Oktaf</i>	7
2.5. Grafik Pengaruh Q terhadap <i>Bandwidth</i> pada <i>Graphic Equalizer</i>	8
2.6. <i>Operational Amplifier (Op-amp)</i>	10
2.7. Beberapa contoh kemasan <i>op-amp</i>	11
2.8. <i>Non inverting Amplifier</i>	12
2.9. <i>Inverting Amplifier</i>	15
2.10. Rangkaian <i>Buffer</i>	17
2.11. Tingkat Kecuraman <i>Slope</i> pada <i>Low pass Filter</i>	19
2.12. Kurva Tanggapan Frekuensi <i>High pass Filter</i>	20
2.13. Active <i>High pass Filter</i> Orde Pertama	21
2.14. Respon Frekuensi Orde Pertama Active <i>High pass Filter</i>	21
2.15. Kurva Tanggapan Frekuensi <i>Low pass Filter</i>	23
2.16. Active <i>Low pass Filter</i> Orde Pertama	24
2.17. Respon Frekuensi Orde Pertama Active <i>Low pass Filter</i>	24
2.18. Kurva Frekuensi Saat Menggabungkan Dua <i>Filter</i>	26
2.19. Rangkaian <i>Band Pass Filter</i> Serta Kurva Pengaruh dengan Q	26
2.20. Blok Diagram <i>Band Pass Filter</i> Orde Pertama	27
2.21. Rangkaian <i>Band Pass Filter</i> Orde Pertama	27
2.22. Respon Frekuensi Orde Pertama <i>Band Pass Filter</i>	27
2.23. Respon <i>Gain</i> Sistem Orde Pertama	28

2.24. Bode Diagram Sistem <i>Orde</i> Pertama	29
2.25. Rangkaian <i>Band Pass Filter Orde</i> Kedua	29
2.26. Respon Frekuensi <i>Orde</i> Kedua <i>Band Pass Filter</i>	30
2.27. Respon <i>Gain</i> Sistem <i>Orde</i> Kedua	31
2.28. Bode Diagram Sistem <i>Orde</i> Kedua	31
2.29. Grafik Respon Frekuensi Karakteristik <i>Active Low pass Filter</i>	32
2.30. Respon Frekuensi Karakteristik <i>Active High pass Filter</i>	32
2.31. Simbol <i>Gyrator</i>	33
2.32. <i>Gyrator</i> yang Dihubungkan dengan Resistor Linear	35
2.33. <i>Gyrator</i> yang Dihubungkan dengan Sumber Tegangan	35
2.34. <i>Gyrator</i> yang Dihubungkan dengan Kapasitor	36
2.35. Simulasi Induktor dengan <i>Gyrator</i>	37
2.36. <i>Graphic Equalizer</i> dengan Induktor	38
3.1. Pembagian Frekuensi <i>1/3 Oktaf</i> (<i>31 channel</i>)	40
3.2. Rangkaian <i>Buffer</i> Sebagai <i>Cut</i>	41
3.3. Rangkaian <i>Non Inverting Amplifier</i> Sebagai <i>Boost</i>	41
3.4. Rangkaian <i>Boost</i> dan <i>Cut</i>	42
3.5. Rangkaian Uji <i>Gain</i>	42
3.6. Rangkaian <i>Graphic Equalizer</i> Dengan Induktor	44
3.7. Perbandingan Rangkaian Resonansi Dengan <i>Gyrator</i>	45
3.8. Rangkaian <i>Graphic Equalizer</i> Dengan <i>Gyrator</i>	46
3.9. Rangkaian <i>Gain Minimum</i> (<i>Maximum Cut</i>)	47
3.10. Rangkaian <i>Gain Maximum</i> (<i>Maximum Boost</i>)	48
3.11. Rangkaian <i>Graphic equalizer 3 Channel</i>	52

3.12. Skematik 31 <i>Band Graphic Equalizer</i>	53
3.13. 31 <i>Band Graphic Equalizer Stereo</i>	54
3.14. Rangkaian <i>Power Supply</i>	54
3.15. Panel Depan Dengan Diplay LED	55
3.16. Modul LED VU <i>Display</i> tipe SG003C	55
4.1. Rangkaian Uji <i>Graphic Equalizer</i>	57
4.2. Pengujian Signal <i>Output Graphic Equalizer</i> Pada <i>Oscilloscope</i>	58
4.3. <i>Spectrum Analyzer</i> Audio Control SA-3051	58
4.4. Pengujian Signal <i>Output</i> pada <i>Spectrum Analyzer</i> Saat <i>Flat</i>	59
4.5. Respon Frekuensi Terhadap Tegangan <i>Output</i> Pada $F_c = 20$ Hz	60
4.6. Respon Frekuensi Terhadap <i>Gain</i> Pada $F_c = 20$ Hz	61
4.7. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 20 Hz Dengan <i>Boost</i> Maximum	61
4.8. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 20 Hz Dengan <i>Cut</i> Maximum	61
4.9. Respon Frekuensi Pada $F_c = 25$ Hz (<i>Gain</i> dan <i>Output</i>)	62
4.10. Respon Frekuensi Pada $F_c = 31.5$ Hz (<i>Gain</i> dan <i>Output</i>)	63
4.11. Respon Frekuensi Pada $F_c = 40$ Hz (<i>Gain</i> dan <i>Output</i>)	64
4.12. Respon Frekuensi Pada $F_c = 50$ Hz (<i>Gain</i> dan <i>Output</i>)	65
4.13. Respon Frekuensi Pada $F_c = 63$ Hz (<i>Gain</i> dan <i>Output</i>)	66
4.14. Respon Frekuensi Pada $F_c = 80$ Hz (<i>Gain</i> dan <i>Output</i>)	67
4.15. Respon Frekuensi Pada $F_c = 100$ Hz (<i>Gain</i> dan <i>Output</i>)	68
4.16. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 100 Hz Dengan <i>Boost</i> Maximum	69
4.17. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 100 Hz Dengan <i>Cut</i> Maximum	69
4.18. Respon Frekuensi Pada $F_c = 125$ Hz (<i>Gain</i> dan <i>Output</i>)	70
4.19. Respon Frekuensi Pada $F_c = 160$ Hz (<i>Gain</i> dan <i>Output</i>)	71

4.20. Respon Frekuensi Pada $F_c = 200$ Hz (Gain dan Output)	72
4.21. Respon Frekuensi Pada $F_c = 250$ Hz (Gain dan Output)	73
4.22. Respon Frekuensi Pada $F_c = 315$ Hz (Gain dan Output)	74
4.23. Respon Frekuensi Pada $F_c = 400$ Hz (Gain dan Output)	75
4.24. Respon Frekuensi Pada $F_c = 500$ Hz (Gain dan Output)	76
4.25. Respon Frekuensi Pada $F_c = 630$ Hz (Gain dan Output)	77
4.26. Respon Frekuensi Pada $F_c = 800$ Hz (Gain dan Output)	78
4.27. Respon Frekuensi Pada $F_c = 1$ KHz (Gain dan Output)	79
4.28. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 1 KHz Dengan <i>Boost</i> Maximum.....	80
4.29. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 1 KHz Dengan <i>Cut</i> Maximum	80
4.30. Respon Frekuensi Pada $F_c = 1,25$ KHz (Gain dan Output)	81
4.31. Respon Frekuensi Pada $F_c = 1,6$ KHz (Gain dan Output)	82
4.32. Respon Frekuensi Pada $F_c = 2$ KHz (Gain dan Output)	83
4.33. Respon Frekuensi Pada $F_c = 2,5$ KHz (Gain dan Output)	84
4.34. Respon Frekuensi Pada $F_c = 3,15$ KHz (Gain dan Output)	85
4.35. Respon Frekuensi Pada $F_c = 4$ KHz (Gain dan Output)	86
4.36. Respon Frekuensi Pada $F_c = 5$ KHz (Gain dan Output)	87
4.37. Respon Frekuensi Pada $F_c = 6,3$ KHz (Gain dan Output)	88
4.38. Respon Frekuensi Pada $F_c = 8$ KHz (Gain dan Output)	89
4.39. Respon Frekuensi Pada $F_c = 10$ KHz (Gain dan Output)	90
4.40. Respon Frekuensi Pada $F_c = 12,5$ KHz (Gain dan Output)	91
4.41. Respon Frekuensi Pada $F_c = 16$ KHz (Gain dan Output)	92
4.42. Respon Frekuensi Pada $F_c = 20$ KHz (Gain dan Output)	93

4.43. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 20 KHz Dengan <i>Boost</i> Maximum	94
4.44. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 20 KHz Dengan <i>Cut</i> Maximum	94
4.45. Respon Frekuensi Saat Maximum <i>Boost</i>	95
4.46. Respon Frekuensi Saat Maximum <i>Cut</i>	96
4.47. Kurva <i>Gain</i> 31 <i>Band Graphic Equalizer</i> Kanan	99
4.48. Kurva <i>Gain</i> 31 <i>Band Graphic Equalizer</i> Kiri	99
4.49. Alat Pengujian Induktor dengan <i>Gyrator</i>	100
4.50. Rangkaian Uji Induktor dan <i>Gyrator</i>	101
4.51. Grafik Respon <i>Gain</i> Pada Rangkaian <i>Gyrator</i>	104
4.52. Grafik Respon <i>Gain</i> Pada Rangkaian Induktor	104
4.53. Perbandingan <i>Gain</i> <i>Gyrator</i> dan Induktor	105
4.54. Rangkaian Uji THD	106
4.55. <i>Signal</i> Frekuensi Pada <i>Graphic Equalizer</i>	106
4.56. Pengujian THD Tegangan <i>Graphic Equalizer</i>	107
4.57. Pengujian THD Arus <i>Graphic Equalizer</i>	107
4.58. Rangkaian Uji <i>Graphic Equalizer</i>	108
4.59. Sinyal Output yang Cacat pada V_{in} sebesar 410 mV _{pp}	109

DAFTAR TABEL

3.1. Komponen Pada 31 <i>Band Graphic Equalizer</i>	50
3.2. Tegangan Untuk LED <i>display</i>	56
4.1. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 20 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	60
4.2. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 25 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	62
4.3. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 31.5 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	63
4.4. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 40 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	64
4.5. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 50 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	65
4.6. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 63 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	66
4.7. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 80 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	67
4.8. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 100 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	68
4.9. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 125 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	70
4.10. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 160 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	71
4.11. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 200 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	72
4.12. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 250 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	73
4.13. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 315 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	74
4.14. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 400 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	75
4.15. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 500 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	76
4.16. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 630 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	77
4.17. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 800 Hz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	78
4.18. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 1 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	79
4.19. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 1.25 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	81
4.20. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 1.6 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	82
4.21. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 2 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	83

4.22. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 2.5 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	84
4.23. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 3.15 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	85
4.24. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 4 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	86
4.25. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 5 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	87
4.26. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 6.3 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	88
4.27. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 8 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	89
4.28. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 10 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	90
4.29. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 12.5 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	91
4.30. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 16 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	92
4.31. Pengujian Frekuensi <i>Center</i> 20 KHz dan <i>Gain Graphic Equalizer</i>	93
4.32. Pengujian <i>Gain</i> Tiap Frekuensi <i>Graphic Equalizer</i> Kiri	97
4.33. Pengujian <i>Gain</i> Tiap Frekuensi <i>Graphic Equalizer</i> Kanan	98
4.34. Pengujian Pada Rangkaian <i>Gyrator</i>	101
4.35. Pengujian Pada Rangkaian Induktor	102
4.36. Tabel <i>Sensitivitas Input Graphic Equalizer</i>	108

DAFTAR LAMPIRAN

1. Foto Alat	112
2. <i>Datasheet</i> TL074	113
3. <i>Datasheet</i> LB 1403N	124
4. Poster Tugas Akhir	128
4. Proposal Tugas Akhir	129