

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PENALA NADA GITAR SESUAI DENGAN FREKUENSI YANG DITENTUKAN

Rizaditya wisanggeni¹, Heni Puspita, ST., MT²
Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik – Universitas Nurtanio Bandung

ABSTRAKSI

Masyarakat lebih banyak menggunakan alat musik gitar dibandingkan dengan alat musik k. Namun kebanyakan orang yang baru belajar bahkan sudah lama bisa memainkan gitar mengalami kesulitan untuk menala gitar. Untuk memudahkan menala gitar, maka dibuatlah alat penala gitar.

Alat penala gitar ini terdiri dari 3 blok rangkaian, diantaranya yaitu rangkaian *astable multivibrator* berfungsi untuk menghasilkan pulsa frekuensi, rangkaian *counter* berfungsi untuk membagi dua frekuensi, dan rangkaian *audio amplifier* yang berfungsi menguatkan suaranya keluaran. Pertama-tama alat penala gitar ini dirancang, setelah itu dilakukan perakitan, kemudian dilakukan pengujian, dan selanjutnya dilakukan pengukuran.

Pada pengukuran didapatkan hasil *output* frekuensi nada E 333,33 Hz, selisih 3,33 Hz dari frekuensi referensi 330 Hz. Kemudian pada nada lainnya terdapat juga selisih terhadap frekuensi referensi namun tidak mengurangi akurasi dari nada yang dikeluarkan alat karena masih dalam toleransi pendengaran manusia yaitu ± 10 Hz. Kemudian dilakukan survei, 5 dari 5 orang yang dapat memainkan gitar dapat menala gitar menggunakan alat ini, sedangkan 7 dari 10 orang yang tidak dapat memainkan gitar dapat menala gitar menggunakan alat ini.

Dapat disimpulkan bahwa alat penala gitar ini dapat digunakan sesuai dengan fungsinya karena hasil pengukuran dengan referensi hanya terdapat sedikit selisih yang masih dalam toleransi.

Pendahuluan

Sangat banyak orang yang ingin belajar gitar untuk berbagai macam tujuan, diantaranya ada yang sekedar ingin bisa, tuntutan dari pelajaran seni di sekolah, tuntutan keluarga karena lahir dari keluarga seniman, tampil di pentas-pentas panggung atau pagelaran seni, ingin menjadi seperti yang diidolaknya, ingin mudah mendapatkan teman wanita, dan bahkan ada yang bercita-cita untuk menjadi seorang musisi dan pencipta lagu. Namun sebelum berangan-angan, terlebih dahulu harus mempelajari dasar bermain gitar yaitu menala nada gitar, tetapi kebanyakan orang yang

belajar gitar malas untuk mempelajari penalaan atau penyetelan nada gitar dan ingin langsung belajar bermain gitar dengan cara mempelajari notasi-notasi nada gitar atau *chord* gitar tanpa menghiraukan gitar tersebut fals atau tidak.

Penyebab dari malasnya orang belajar menala gitar diantaranya karena kurang peka pendengaran yang belum bisa membedakan nada-nada gitar, ada juga yang ingin bisa bermain gitar secara instan tanpa mepedulikan penyetelan gitar dan biasanya orang tersebut selalu meminta tolong kepada orang yang ahli dalam menala gitar. Jika hal ini dilakukan terus menerus akan

merugikan semua pihak, pihak yang satu selalu bergantung kepada orang lain dan tidak akan pernah bisa menala gitar, pihak yang lain mungkin mengalami kerugian waktu karena untuk menala gitar membutuhkan waktu. Lama tidaknya penalaangitar tergantung kepada kepekaan pendengaran dan intuisi orang yang sedang menala gitar.

Landasan Teori Multivibrator

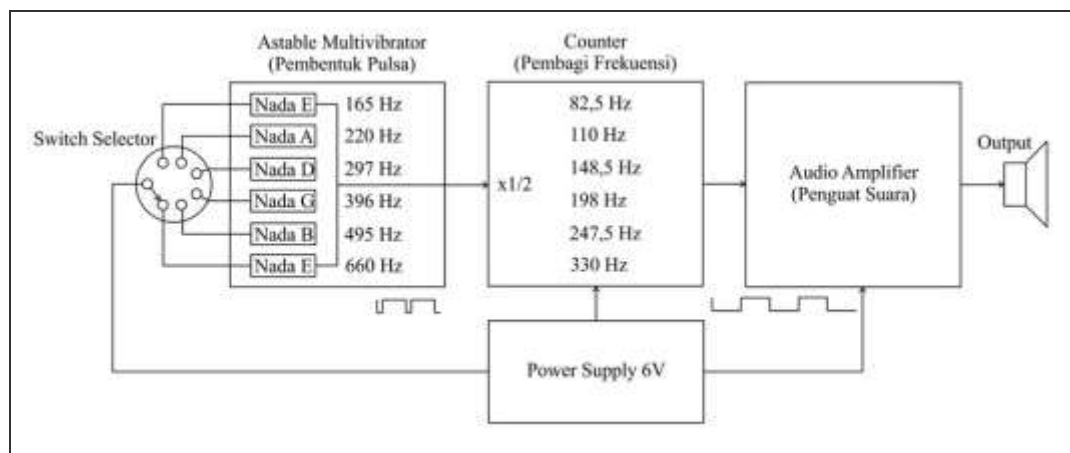
Multivibrator adalah rangkaian yang dapat menghasilkan sinyal kontinu, yang digunakan sebagai pewaktu dari rangkaian-rangkaian digital sekuensial. Selain itu, *multivibrator* juga merupakan suatu rangkaian elektronika yang pada waktu tertentu hanya mempunyai satu dari dua tingkat tegangan keluaran kecuali selama masa transisi. Peralihan (*switching*) di antara kedua tingkat tegangan keluaran tersebut terjadi secara cepat. Dua keadaan tingkat tegangan keluaran *multivibrator* tersebut, yaitu stabil (*stable*) dan *quasistable*.

Disebut stabil apabila rangkaian *multivibrator* tidak akan mengubah

tingkat tegangan keluarannya ke tingkat lain jika tidak ada pemicu (*trigger*) dari luar. Sedangkan disebut *quasistable* apabila rangkaian *multivibrator* membentuk suatu pulsa tegangan keluaran sebelum terjadi peralihan tingkat tegangan keluaran ke tingkat lainnya tanpa satupun pemicu dari luar. Pulsa tegangan tersebut terjadi selama satu periode (T_1) yang lamanya ditentukan oleh komponen-komponen penyusun rangkaian *multivibrator* tersebut. Ketika rangkaian *multivibrator* tersebut mengalami peralihan di antara dua tingkat keadaan tegangan keluarannya maka keadaan tersebut disebut sebagai keadaan *unstable* atau kondisi transisi.

Diagram Blok Perancangan Alat Penala Gitar Akustik

Alat penala gitar akustik ini terdiri dari 3 blok rangkaian, diantaranya rangkaian *astable multivibrator* sebagai pembentuk pulsa, rangkaian *counter* sebagai pembagi frekuensi dan rangkaian penguat *audio* untuk menguatkan keluaran suara. Diagram blok alat penala gitar akustik seperti terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Alat Penala Gitar Akustik

Pada gambar 3.1 dapat dilihat bahwa diagram blok alat penala gitar elektronik terdiri dari:

Rangkaian Counter (Pembagi Frekuensi)

Rangkaian *counter* berfungsi sebagai pembagi frekuensi yang dihasilkan oleh rangkaian *astable multivibrator*. Misalkan frekuensi yang masuk ke rangkaian *counter* adalah 660 Hz, maka frekuensi yang dihasilkan oleh *counter* adalah sebesar 330 Hz.

Rangkaian Audio Amplifier (Penguat Suara)

Rangkaian *audio amplifier* merupakan suatu rangkaian yang berfungsi untuk memperkuat gelombang pulsa yang dikeluarkan oleh rangkaian *counter* sehingga suara dapat didengarkan.

Output

Output atau keluaran yang dihasilkan setelah dikuatkan oleh *audio amplifier* berupa sinyal listrik masuk ke *loud speaker* yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. *Output* suara ini dijadikan sebagai referensi dari 6 nada gitar.

Prinsip Kerja Alat Penala Gitar Akustik

Alat penala gitar akustik diberi tegangan oleh *power supply* atau baterai sebesar 6 V_{DC}, *toggle switch* diposisikan ke-ON. Arus mengalir menuju dioda yang kemudian dialirkan ke IC 7490 kaki 5 serta ke IC 555 kaki 8 dan 4. Kedua IC bekerja pada tegangan 5 V, maka ditambahkan kedua dioda IN4001 untuk mengurangi tegangan *supply* dari 6 V menjadi 5 V. Setelah IC diberi tegangan yang sesuai maka IC akan bekerja. IC 555 diberi masukan dari resistor yang besarnya sudah ditentukan.

Selector switch diposisikan pada resistor yang diinginkan, misalnya untuk nada E, maka *switch* diposisikan pada R₁₁ (1K2 Ω) dan R₁₂ (4K7 Ω). R₁₃, R₁₁ dan R₁₂ terhubung seri ke IC 555 kaki 7 yang berfungsi sebagai *discharge* yaitu untuk pengosongan atau untuk membentuk pulsa 0, kemudian keluarannya masuk IC 555 kaki 6 dan kaki 2 yang berfungsi sebagai *trigger* dan *threshold* atau sebagai pemicu yaitu pembentuk pulsa 1.

Setelah dihasilkan pulsa segi empat sebesar 660 Hz, selanjutnya dikeluarkan pulsa tersebut oleh IC 555 melalui kaki 3 yang kemudian masuk ke IC 7490 kaki 14. IC 7490 yang berfungsi sebagai *counter* langsung bekerja saat mendapat masukan pulsa dari IC 555. Pulsa yang dibentuk kemudian dicacah atau dibagi hingga mendapatkan hasil frekuensi yang diinginkan yaitu sebesar 330 Hz, sesuai untuk frekuensi referensi nada E.

Selanjutnya pulsa yang telah dibagi dikeluarkan oleh IC 7490 melalui kaki 12 yang masuk ke transistor BC 140. Pulsa yang masuk ke transistor dikuatkan hingga membentuk pulsa yang lebih tinggi. *Output* yang dihasilkan kemudian diubah menjadi sinyal suara oleh *loud speaker*, sehingga dapat didengarkan suara frekuensi sebesar 330 Hz. Jika senar gitar nomor satu ditala sampai menghasilkan frekuensi 330 Hz yang sama dengan suara yang dihasilkan alat penala gitar, maka gitar tersebut sudah ditala dengan baik, dan selanjutnya dilakukan penalaan untuk senar lainnya.

Perancangan Rangkaian

Perancangan Rangkaian Astable Multivibrator

Sebelumnya terdapat alat penala gitar akustik sejenis dengan alat ini,

namun alat tersebut belum dilengkapi dengan enam *output* frekuensi, sehingga hanya dapat menala satu nada saja. Pada alat penala gitar yang dibuat ini terdapat enam *output* frekuensi dari frekuensi untuk nada E sampai kepada nada E' rendah.

Untuk menghasilkan enam frekuensi, maka ditambahkan resistor dengan nilai yang ditentukan agar besarnya frekuensi yang dihasilkan sesuai dengan frekuensi nada gitar. Karena ke-enam frekuensi tidak dapat menghasilkan suara secara bersamaan, maka dibutuhkan *switch* yang dapat memilih frekuensi secara bergantian. *Switch* yang sangat tepat digunakan pada rangkaian ini adalah *selector switch*.

Nilai resistor dicari dengan rumus seperti pada bab 2 halaman 11.

$$f = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2) \cdot C_1}$$

Diketahui:

$$f_E = 660 \text{ Hz}, f_B = 495 \text{ Hz}, f_G = 396$$

Hz

$$f_D = 297 \text{ Hz}, f_A = 220 \text{ Hz}, f_{E'} = 165$$

Hz

$$R_1 = R_{13} = 10 \text{ K}\Omega$$

$$C_1 = 0,1 \mu\text{F}$$

→ Ditanyakan:

$$R_2 = R_{11} \text{ dan } R_{12}$$

Penyelesaian:

$$f_E = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2) \cdot C_1}$$

$$660 = \frac{1,44}{(10 \cdot 10^3 + 2 \cdot R_2) \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}$$

$$660 \{(10^4 + 2 R_2) \cdot 10^{-7}\} = 1,44$$

$$660 \{10^{-3} + 2 R_2 10^{-7}\} = 1,44$$

$$0,66 + 132 R_2 10^{-6} = 1,44$$

$$132 \cdot 10^{-6} \cdot R_2 = 1,44 - 0,66$$

$$R_2 = \frac{0,78}{132 \cdot 10^{-6}} = \frac{780 \cdot 10^3}{132}$$

$$R_2 = 5,9 \cdot 10^3 = 5,9 \text{ K}\Omega$$

Maka resistor yang dipilih untuk nada E adalah 1K2Ω (R11) dan 4K7Ω(R12)dari nilai R₂ sebesar 5,9 KΩ.

→

Ditanyakan:

$$R_2 = R_9 \text{ dan } R_{10}$$

$$f_B = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2) \cdot C_1} \rightarrow 495$$

$$= \frac{1,44}{(10 \cdot 10^3 + 2 \cdot R_2) \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}$$

$$495 \{(10^4 + 2 R_2) \cdot 10^{-7}\} = 1,44$$

$$495 \{10^{-3} + 2 R_2 10^{-7}\} = 1,44 \rightarrow 0,495 +$$

$$990 R_2 10^{-7} = 1,44$$

$$990 \cdot 10^{-7} \cdot R_2 = 1,44 - 0,495$$

$$R_2 = \frac{0,945}{99 \cdot 10^{-6}} = \frac{945 \cdot 10^3}{99}$$

$$R_2 = 9,54 \cdot 10^3 \Rightarrow 9,5 \text{ K}\Omega$$

Maka resistor yang dipilih untuk nada B adalah 3K9Ω (R9) dan 5K6Ω (R10) dari nilai R₂ sebesar 9,5 KΩ.

→

Ditanyakan:

$$R_2 = R_7 \text{ dan } R_8$$

$$f_G = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2) \cdot C_1} \rightarrow 396$$

$$= \frac{1,44}{(10 \cdot 10^3 + 2 \cdot R_2) \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}$$

$$396 \{(10^4 + 2 R_2) \cdot 10^{-7}\} = 1,44$$

$$396 \{10^{-3} + 2 R_2 10^{-7}\} = 1,44$$

$$0,396 + 792 R_2 10^{-7} = 1,44$$

$$792 \cdot 10^{-7} \cdot R_2 = 1,44 - 0,396$$

$$R_2 = \frac{1,044}{792 \cdot 10^{-7}} = \frac{1044 \cdot 10^4}{792}$$

$$R_2 = 13,2 \cdot 10^3 \Rightarrow 13,2 \text{ K}\Omega$$

Maka resistor yang dipilih untuk nada G adalah 1K2Ω (R7) dan 12KΩ (R8) dari nilai R₂ sebesar 13,2 KΩ.

→

Ditanyakan:

$$R_2 = R_5 \text{ dan } R_6$$

$$f_D = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2) \cdot C_1} \rightarrow 297$$

$$= \frac{1,44}{(10 \cdot 10^3 + 2 \cdot R_2) \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}$$

$$297 \{(10^4 + 2 R_2) \cdot 10^{-7}\} = 1,44$$

$$297 \{10^{-3} + 2 R_2 10^{-7}\} = 1,44$$

$$0,297 + 594 R_2 10^{-7} = 1,44$$

$$594 \cdot 10^{-7} \cdot R_2 = 1,44 - 0,297$$

$$R_2 = \frac{1,143}{594 \cdot 10^{-7}} = \frac{1143 \cdot 10^4}{594}$$

$$R_2 = 19,2 \cdot 10^3 \Rightarrow 19,2 \text{ K}\Omega$$

Maka resistor yang dipilih untuk nada D adalah 1K2Ω (R5) dan 18KΩ (R6) dari nilai R₂ sebesar 19,2KΩ.

→

Ditanyakan:

$$R_2 = R_3 \text{ dan } R_4$$

$$f_A = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2) \cdot C_1} \rightarrow 220$$

$$= \frac{(10 \cdot 10^3 + 2 \cdot R_2) \cdot 0,110^{-6}}{1,44}$$

$$220 \{(10^4 + 2 R_2) \cdot 10^{-7}\} = 1,44$$

$$220 \{10^{-3} + 2 R_2 10^{-7}\} = 1,44$$

$$0,22 + 440 R_2 10^{-7} = 1,44$$

$$440 \cdot 10^{-7} \cdot R_2 = 1,44 - 0,22$$

$$R_2 = \frac{1,22}{44 \cdot 10^{-6}} = \frac{112 \cdot 10^4}{44}$$

$$R_2 = 27,7 \cdot 10^3 \Rightarrow 27,7 \text{ K}\Omega$$

Maka resistor yang dipilih untuk nada A adalah 680Ω (R3) dan 27KΩ (R4) dari nilai R₂ sebesar 27,7KΩ.

→

Ditanyakan:

$$R_2 = R_1 \text{ dan } R_2$$

$$f_{E'} = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2) \cdot C_1}$$

$$165 = \frac{(10 \cdot 10^3 + 2 \cdot R_2) \cdot 0,110^{-6}}{1,44}$$

$$165 \{(10^4 + 2 R_2) \cdot 10^{-7}\} = 1,44$$

$$165 \{10^{-3} + 2 R_2 10^{-7}\} = 1,44$$

$$0,165 + 330 R_2 10^{-7} = 1,44$$

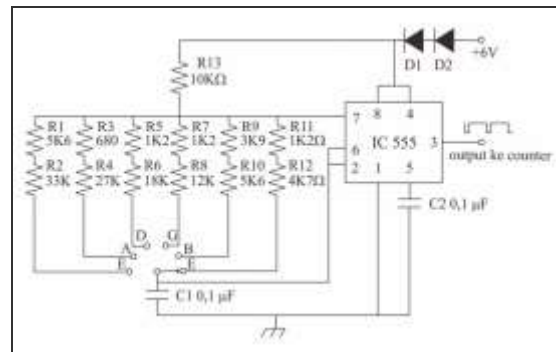
$$330 \cdot 10^{-7} \cdot R_2 = 1,44 - 0,165$$

$$R_2 = \frac{1,275}{330 \cdot 10^{-7}} = \frac{1274 \cdot 10^4}{330}$$

$$R_2 = 38,6 \cdot 10^3 \Rightarrow 38,6 \text{ K}\Omega$$

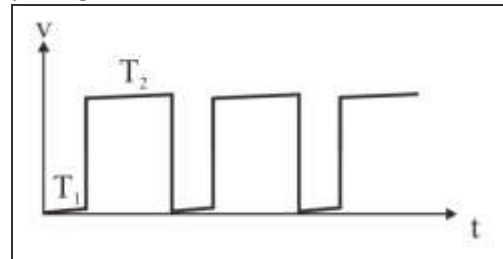
Maka resistor yang dipilih untuk nada E' adalah 5K6Ω (R1) dan 33KΩ (R2) dari nilai R₂ sebesar 38,6 KΩ.

Setelah didapatkan nilai resistor yang sesuai dengan yang ditentukan, selanjutnya dirancang rangkaian *astabile multivibrator* dari IC 555 sebagai *timer* pembentuk pulsa. Karena *astabile multivibrator* membentuk pulsa segi empat yang mempunyai dua kondisi yaitu 1 dan 0, maka rangkaian ini dapat menghasilkan frekuensi, besarnya frekuensi ditentukan oleh nilai tahanan dari resistor. Namun pulsa segi empat dari *astabile multivibrator* ini belum simetris dan mengandung harmonik genap. Rangkaian *astabile multivibrator* seperti terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rangkaian *Astable Multivibrator*

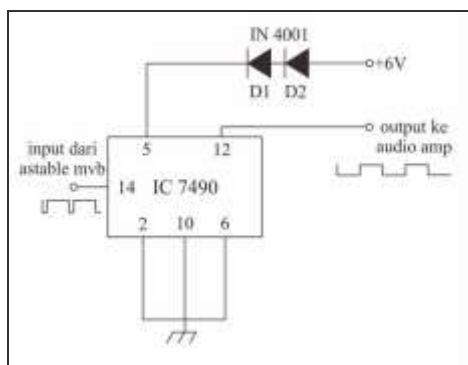
Sebagai contoh dari gambar 3.3 nilai tahanan yang digunakan adalah 1K2Ω dan 4K7Ω, nilai tahanan tersebut menghasilkan frekuensi sebesar 660 Hz yaitu untuk nada E. *Output* yang dihasilkan adalah pulsa segi empat yang panjang periodanya atau T-nya tidak sama (tidak simetris) seperti terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Output Pulsa Dari Rangkaian *Astable Multivibrator*

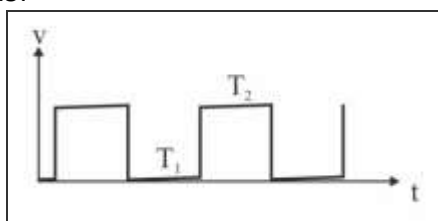
Perancangan Rangkaian Counter

Setelah didapatkan bentuk pulsa segi empat dari rangkaian *astabile multivibrator*, selanjutnya pulsa segi empat masuk ke rangkaian *counter*. Rangkaian *counter* ini berfungsi sebagai pencacah pulsa atau pembagi frekuensi dari pulsa yang dikeluarkan oleh *astabile multivibrator*. Gambar rangkaian *counter* seperti terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rangkaian Counter

Rangkaian counter diberi tegangan 6 V_{DC}. Karena IC 7490 bekerja pada tegangan 5 V, maka ditambahkan dua buah dioda IN4001 untuk men-drop tegangan dari 6 V menjadi kurang lebih 5 V. Dalam rangkaian counter ini, bentuk pulsa dicacah menjadi pulsa segi empat yang panjang periodanya sama antara T₁ dan T₂. Bisa dikatakan bentuk pulsa yang berupa frekuensi ini terbagi dua karena T₁ dan T₂ sama panjangnyadantidakmengandungharmo nikgenap.Gambar output dari rangkaian counter seperti terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Output Pulsa Rangkaian Counter

Frekuensi yang dihasilkan oleh rangkaian counterpembagi frekuensi ini adalah:

$$f_d = \frac{f}{2}$$

$$f_{dE} = \frac{f_E}{2} = \frac{660}{2}$$

$$= 330 \text{ Hz}$$

$$f_{dB} = \frac{f_B}{2} = \frac{495}{2}$$

$$= 247,5 \text{ Hz}$$

$$f_{dG} = \frac{f_G}{2} = \frac{396}{2}$$

$$= 198 \text{ Hz}$$

$$f_{dD} = \frac{f_D}{2} = \frac{297}{2}$$

$$= 148,5 \text{ Hz}$$

$$f_{dA} = \frac{f_A}{2} = \frac{220}{2}$$

$$= 110 \text{ Hz}$$

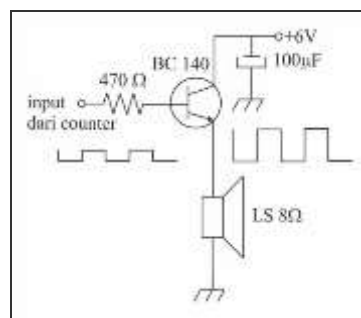
$$f_{dE'} = \frac{f_{E'}}{2} = \frac{165}{2}$$

$$= 82,5 \text{ Hz}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan frekuensi untuk masing-masing nada sesuai dengan frekuensi referensi nada. Untuk nada E didapatkan frekuensi sebesar 330 Hz, nada B sebesar 247,5 Hz, nada G sebesar 198 Hz, nada D sebesar 148,5 Hz, nada A sebesar 110 Hz, nada E' sebesar 82,5 Hz.

Perancangan Rangkaian Audio Amplifier

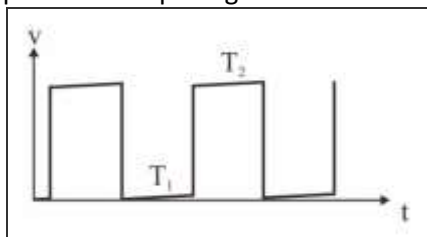
Setelah frekuensi dibagi oleh rangkaian counter, selanjutnya frekuensi yang berupa pulsa segi empat ini dikuatkan oleh rangkaian audio amplifier agar suara yang dihasilkan dapat didengarkan melalui loud speaker. Gambar rangkaian audio amplifierseperti terlihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6Rangkaian Audio Amplifier

Rangkaian audio amplifier ini menggunakan komponen transistor BC140 sebagai penguat.Penguatan tegangan seperti dicantumkan dalam bab II yaitu tegangan output dibagi tegangan input. Setelah dikuatkan oleh transistor kemudian sinyal listrik yang berupa pulsa akan diubah menjadi

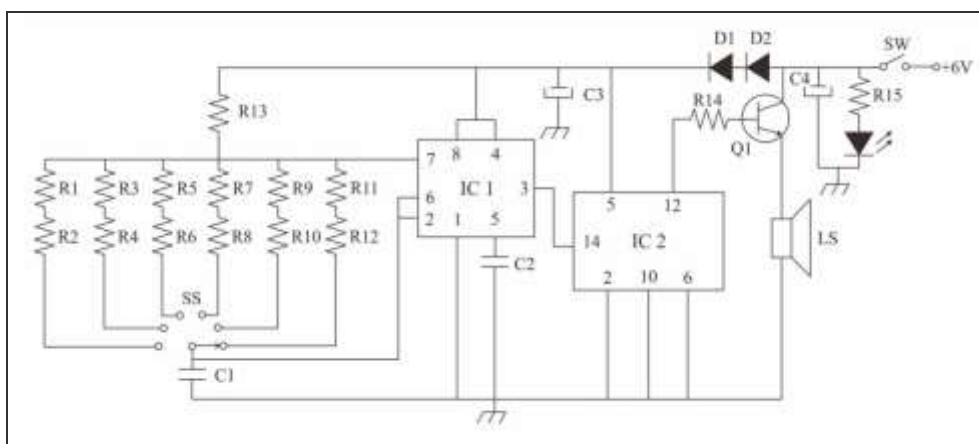
sinyal suara oleh *loud speaker*. Gambar *output* dari rangkaian *audio amplifier* seperti terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Output Rangkaian Audio Amplifier

Rangkaian Lengkap Alat Penala Gitar Akustik

Setelah menyelesaikan perancangan rangkaian *astable multivibrator*, rangkaian *counter*, dan rangkaian *audio amplifier*, maka dapat direalisasikan rangkaian alat penala gitar akustik dengan penggabungan dari rangkaian-rangkaian tersebut seperti terlihat pada diagram blok alat penala gitar akustik pada gambar 3.1. Gambar rangkaian lengkap alat penala gitar akustik seperti terlihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Rangkaian Lengkap Alat Penala Gitar Akustik

Pengukuran

Setelah selesai dilakukan perancangan, pembuatan dan perakitan hingga alat penala gitar akustik siap untuk digunakan, untuk memastikan akurasi dari alat ini dilakukan pengukuran.

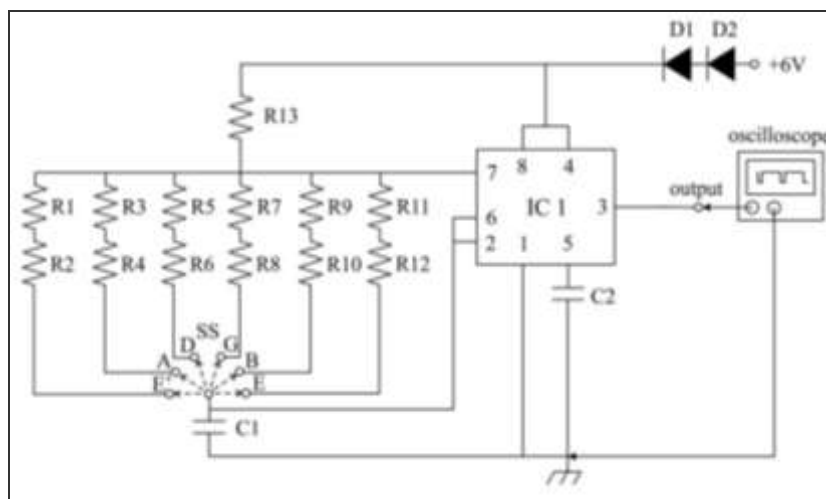
Pengukuran Pulsa Astable Multivibrator

Pengukuran pulsa *astable multivibrator* ini dilakukan untuk mengetahui *output* yang dikeluarkan oleh rangkaian *astable multivibrator*

apakah sesuai dengan hasil yang dihitung pada bab 3. Pengukuran dilakukan pada *output* rangkaian *astable multivibrator*.

- a. Pengukuran Pulsa E

Untuk mengukur pulsa E, *selector switch* dipindahkan pada posisi E, *switch* akan terhubung dengan R₁₁ dan R₁₂. Frekuensi referensi nada E pada rangkaian *astable multivibrator* adalah 660 Hz. Skematik pengukuran pada rangkaian *astable multivibrator* seperti terlihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Skematik Pengukuran Astable Multivibrator

1. Langkah-langkah Pengukuran
 - a) *Oscilloscope* diberi tegangan 220 V_{AC} dan dioperasikan.
 - b) T/Div diposisikan pada 0,5 ms.
 - c) *Probe* positif *oscilloscope* dihubungkan dengan *output* IC 555 kaki 3 dan *probe* negatif *oscilloscope* dihubungkan ke *ground*.
 - d) *Toggle switch* dipindahkan pada posisi ON yaitu ke atas.
 - e) Hasil pengukuran dari *output* dapat dilihat pada layar *oscilloscope*.

Selanjutnya dilakukan penghitungan dengan rumus:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = \text{Div H} \times \text{T/Div}$$

Keterangan:

f = Frekuensi (Hz)

T = Periode (m/s)

Div H = Lebar Horizontal (kotak)

T/Div = Time/division (s)

Diketahui:

Div H = 3 Kotak

T/Div = 0,5 ms

Ditanyakan: f = ... Hz

Jawab:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = \text{Div H} \times \text{T/Div}$$

$$T = 3 \times 0,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,0015 \text{ m/s}$$

$$f = \frac{1}{0,0015}$$

$$= 666,67 \text{ Hz}$$

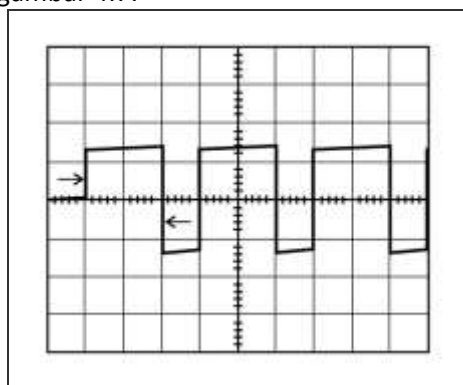
Perbandingan antara hasil pengukuran pulsa dengan frekuensi referensi adalah lebih 6,67 Hz dari 660 Hz.

- b. Pengukuran Pulsa B

Untuk mengukur pulsa B, *selector switch* dipindahkan pada posisi B, *switch* akan terhubung dengan R₉ dan R₁₀. Frekuensi referensi nada B pada rangkaian *astable multivibrator* adalah 495 Hz.

2. Hasil Pengukuran

Setelah selesai dilakukan langkah-langkah pengukuran, maka didapatkan hasil pengukuran seperti terlihat pada gambar 4.7.

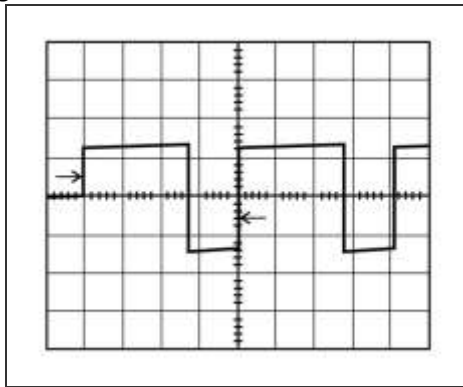


Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Pulsa E Astable Multivibrator

Dapat dilihat hasil pengukuran pulsa pada gambar 4.7 adalah 3 kotak.

1. Langkah-langkah Pengukuran
Langkah-langkah pengukuran untuk mengukur pulsa B pada rangkaian *astable multivibrator* adalah sama dengan langkah-langkah pengukuran pada pulsa E.

2. Hasil Pengukuran
Setelah selesai dilakukan langkah-langkah pengukuran, maka didapatkan hasil pengukuran seperti terlihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Hasil Pengukuran Pulsa B *Astable Multivibrator*

Dapat dilihat hasil pengukuran pulsa pada gambar 4.8 adalah 4 kotak. Selanjutnya dilakukan penghitungan.

Diketahui:

Div H = 4 Kotak

T/Div = 0,5 ms

Ditanyakan: $f = \dots$ Hz

Jawab:

$$T = 4 \times 0,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,002 \text{ m/s}$$

$$f = \frac{1}{0,002}$$

$$= 500 \text{ Hz}$$

Perbandingan antara hasil pengukuran pulsa dengan frekuensi referensi adalah kurang 5 Hz dari 495 Hz.

- c. Pengukuran Pulsa G
Untuk mengukur pulsa G, *selector switch* dipindahkan pada posisi G, *switch* akan terhubung dengan R₇ dan R₈. Frekuensi referensi nada G pada

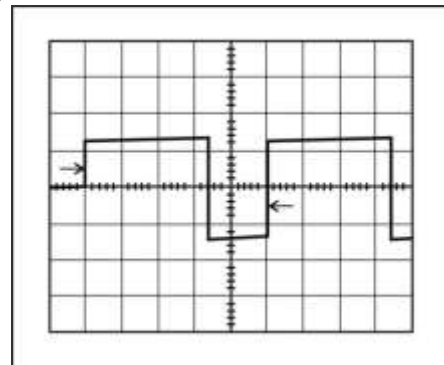
rangkaiannya adalah *astable multivibrator* adalah 396 Hz.

Langkah-langkah Pengukuran

Langkah-langkah pengukuran untuk mengukur pulsa G pada rangkaian *astable multivibrator* adalah sama dengan langkah-langkah pengukuran pada pulsa E.

Hasil Pengukuran

Setelah selesai dilakukan langkah-langkah pengukuran, maka didapatkan hasil pengukuran seperti terlihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Hasil Pengukuran Pulsa G *Astable Multivibrator*

Dapat dilihat hasil pengukuran pulsa pada gambar 4.9 adalah 5 kotak. Selanjutnya dilakukan penghitungan.

Diketahui:

Div H = 5 Kotak

T/Div = 0,5 ms

Ditanyakan: $f = \dots$ Hz

Jawab:

$$T = 5 \times 0,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,0025 \text{ m/s}$$

$$f = \frac{1}{0,0025}$$

$$= 400 \text{ Hz}$$

Perbandingan antara hasil pengukuran pulsa dengan referensi frekuensi adalah lebih 4 Hz dari 396 Hz.

- d. Pengukuran Pulsa D
Untuk mengukur pulsa D, *selector switch* dipindahkan pada posisi D, *switch* akan terhubung dengan R₅ dan R₆. Frekuensi referensi nada D pada

rangkaian *astable multivibrator* adalah 297 Hz.

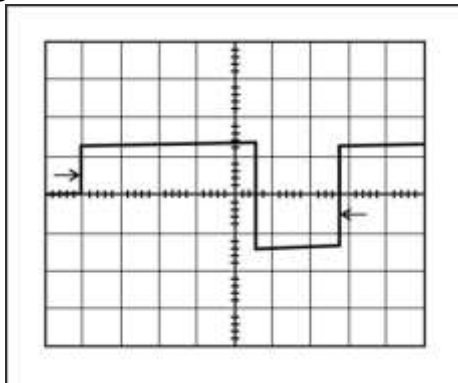
1. Langkah-langkah

Pengukuran

Langkah-langkah pengukuran untuk mengukur pulsa D pada rangkaian *astable multivibrator* adalah sama dengan langkah-langkah pengukuran pada pulsa E.

2. Hasil Pengukuran

Setelah selesai dilakukan langkah-langkah pengukuran, maka didapatkan hasil pengukuran seperti terlihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Hasil Pengukuran Pulsa D *Astable Multivibrator*

Dapat dilihat hasil pengukuran pulsa pada gambar 4.10 adalah 6,8 kotak. Selanjutnya dilakukan penghitungan.

Diketahui:

Div H = 6,8 Kotak

T/Div = 0,5 ms

Ditanyakan: f = ... Hz

Jawab:

$$T = 6,8 \times 0,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,0034 \text{ m/s}$$

$$f = \frac{1}{0,0034}$$

$$= 294,12 \text{ Hz}$$

Perbandingan antara hasil pengukuran pulsa dengan frekuensi referensi adalah kurang 2,88 Hz dari 297 Hz.

e. Pengukuran Pulsa A

Untuk mengukur pulsa A, *selector switch* dipindahkan pada posisi A, *switch* akan terhubung dengan R₃ dan R₄. Frekuensi referensi nada A pada rangkaian *astable multivibrator* adalah 220 Hz.

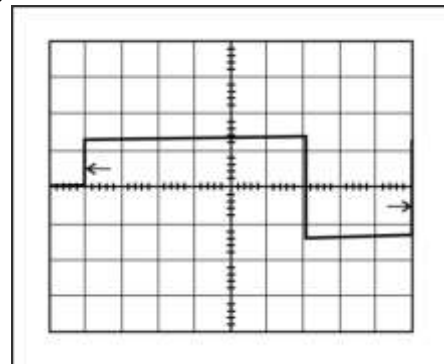
1. Langkah-langkah

Pengukuran

Langkah-langkah pengukuran untuk mengukur pulsa A pada rangkaian *astable multivibrator* adalah sama dengan langkah-langkah pengukuran pada pulsa E.

2. Hasil Pengukuran

Setelah selesai dilakukan langkah-langkah pengukuran, maka didapatkan hasil pengukuran seperti terlihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil Pengukuran Pulsa A *Astable Multivibrator*

Dapat dilihat hasil pengukuran pulsa pada gambar 4.11 adalah 9 kotak. Selanjutnya dilakukan penghitungan.

Diketahui:

Div H = 9 Kotak

T/Div = 0,5 ms

Ditanyakan: f = ... Hz

Jawab:

$$T = 9 \times 0,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,0045 \text{ m/s}$$

$$f = \frac{1}{0,0045}$$

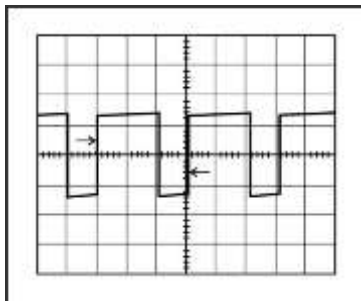
$$= 222,22 \text{ Hz}$$

Perbandingan antara hasil pengukuran pulsa dengan frekuensi referensi adalah lebih 2,22 Hz dari 220 Hz.

- f. Pengukuran Pulsa E'
- Untuk mengukur pulsa E', selector switch dipindahkan pada posisi E', switch akan terhubung dengan R₁ dan R₂. Frekuensi referensi nada E' pada rangkaian *astable multivibrator* adalah 165 Hz.

- Langkah-langkah Pengukuran
Langkah-langkah pengukuran untuk mengukur pulsa E' pada rangkaian *astable multivibrator* adalah sama dengan langkah-langkah pengukuran pada pulsa E hanya saja T/Div diatur menjadi 20 μ s.

- Hasil Pengukuran
Setelah selesai dilakukan langkah-langkah pengukuran, maka didapatkan hasil pengukuran seperti terlihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Hasil Pengukuran Pulsa E Pada Rangkaian *Astable Multivibrator*

Dapat dilihat hasil pengukuran pulsa pada gambar 4.12 adalah 3,05 kotak. Selanjutnya dilakukan penghitungan.

Diketahui:

Div H = 3,05 Kotak

T/Div = 0,5 ms

Ditanyakan: $f = \dots$ Hz

Jawab:

$$T = 3,05 \times 0,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,0015 \text{ m/s}$$

$$f = \frac{1}{0,0061}$$

$$= 163,93 \text{ Hz}$$

Perbandingan antara hasil pengukuran pulsa dengan referensi frekuensi adalah kurang 1,07 Hz dari 165 Hz.

menyamakan suaranya dan 3 orang yang tidak dapat menyamakannya.

Kesimpulan

- Alat bantu menala nada gitar sesuai dengan frekuensi yang ditentukan ini dibuat dari pengembangan atau hasil modifikasi alat penala gitar elektronik dengan indikator suara yang ada dipasaran. Alat ini memiliki kelebihan dari alat sebelumnya yang hanya memiliki satu keluaran suara berupa nada E saja menjadi enam keluaran suara berupa nada E, B, G, D, A, E'.
- Alat penala gitar ini dapat bermanfaat bagi masyarakat luas untuk semua kalangan, selain harganya relatif murah, alat ini dapat dibawa kemanapun (*portable*).
- Pada Pengukuran *astable multivibrator*, didapatkan hasil frekuensi dari nada E sampai E' adalah 666,67 Hz sampai 163,93 Hz. Sedangkan pada pengukuran *counterd* didapatkan hasil frekuensi 333,33 Hz sampai 83,33 Hz, terdapat selisih + 3 Hz dari frekuensi referensi 330 Hz dan 82,5 Hz. Selisih tersebut tidak menjadi masalah karena toleransi pendengaran manusia ± 10 Hz.

DAFTAR PUSTAKA

- Chattopadhyay D, rakshit.P.C, saha.B, purkait.N.N, 1989. **Dasar Elektronika**. Jakarta. Penerbit Universitas Indonesia.
- Cooper, William D. 1999. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Deboo. G.J ; Burrous C.N. , 1997. **Integrated Circuits and**

- semiconductor Devices Theory and Application***, Tokyo : McGraw-Hill Kogakusha, LTD.
4. George Clayton, 2005, Operational Amplifier, Jakarta. Penerbit: Erlangga.
 5. Ian Robertson Sinclair, Suryawan," Panduan Belajar Elektronik Digital", Elex Media Komputindo, Jakarta, 1993.
 6. Bird John. 2007. Electrical Circuit Theory and Technology. Burlington : Newnes.
 7. Malvino. 1994. *Elektronika Komputer Digital* Edisi Kedua. Jakarta. Penerbit. Erlangga.
 8. Tooley Mike. 2006. Electronic Circuits: Fundamentals and Applications. Burlington : Newnes.
 9. Tokheim. Roger L. 1995. **Elektronika Digital. Edisi kedua.** Jakarta. Penerbit: Erlangga.