

POWER AMPLIFIER OCL MONO 75 WATT UNTUK MENDAPATKAN *HIGH FIDELITAS* AUDIO

Bagus Catur P¹, Santoso²

¹ELKA Technology, Surabaya,

Jl. Karangrejo, Wonokromo, Surabaya, Indonesia

²Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Telp. (031) 5931800, Faks. (031) 5927817

E-mail: ¹bagcat13@gmail.com; ²santoso@untag-sby.ac.id

Abstraks

Musik atau hiburan merupakan kebutuhan yang sangat menarik di kehidupan sehari-hari. Namun bila kita tidak bisa memilih jenis power amplifier yang tepat, maka musik yang didengarkan menjadi kurang sempurna. Untuk mengatasi hal itu salah satunya dengan menggunakan jenis power amplifier OCL mono 75 watt. Pada penelitian ini dirancang suatu power amplifier jenis OCL mono 75 watt, dengan penguat akhir atau final TR TIP 2955 dan 3055. Penelitian ini menghasilkan rangkaian power amplifier dengan kemampuan menguatkan sinyal inputan antara frekuensi 20 Hz hingga 20 KHz tanpa ada sinyal yang cacat, dengan daya luaran 60 -120 Watt.

Kata kunci : Audio, Power amplifier, OCL.

1. Pendahuluan

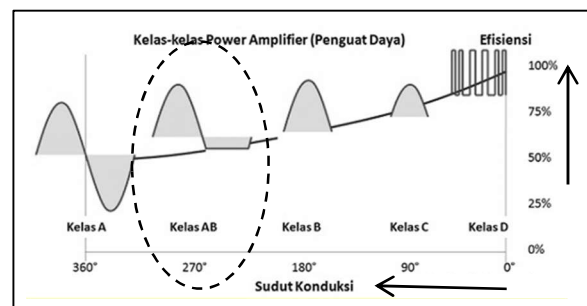
Penguat audio atau power amplifier dapat diartikan sebagai sebuah alat yang mampu memperbesar dan menguatkan sinyal input. Tetapi dalam kenyataannya yang terjadi adalah, sinyal input diproses dengan diambil dan dibentuk kembali menjadi sinyal yang lebih besar dan lebih kuat.

Dari sinilah muncul istilah fidelitas (*fidelity*) yang berarti seberapa mirip bentuk sinyal keluaran hasil replika terhadap sinyal masukan. Ada kalanya sinyal input dalam prosesnya kemudian terdistorsi karena berbagai sebab, sehingga bentuk sinyal keluarannya menjadi cacat.

Sistem penguat dikatakan memiliki fidelitas yang tinggi (*high fidelity*), jika sistem tersebut mampu menghasilkan sinyal output yang bentuknya sama persis dengan sinyal input[1]. Dengan tingkat tegangan atau amplituda saja yang telah diperbesar dan dikuatkan. Di sisi lain, efisiensi juga harus diperhatikan. Efisiensi yang dimaksud adalah efisiensi dari penguat itu yang dinyatakan dengan besaran persentasi dari power output dibandingkan dengan power input. Sistem penguat dinyatakan memiliki tingkat efisiensi tinggi (100%), jika pada penguat tersebut tidak ada rugi-rugi pada proses penguatannya yang terbuang menjadi panas. Walaupun tidak bisa mencapai 100%, minimal efisiensi mendekati nilai 100%. Karena dalam kenyataannya untuk membuat power amplifier dengan efisiensi 100% akan sangat susah.

2. Kajian Pustaka

Audio Amplifier adalah sebuah alat yang berfungsi memperkuat sinyal audio dari sumber-sumber sinyal yang masih kecil sehingga dapat menggetarkan membran speaker (*loud speaker*) dengan tingkat tertentu sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 1. Kelas Power Amplifier

Power amplifier dibagi menjadi beberapa kelas, antara lain :

1. Kelas A
2. Kelas B
3. Kelas AB
4. Kelas C
5. Kelas D

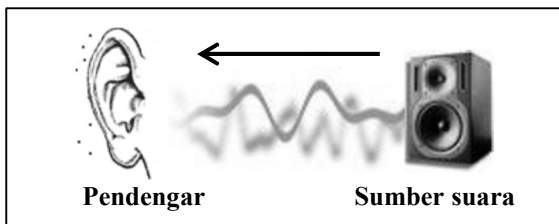
Power Amplifier Sistem OCL

Keterbatasan po-amp system OTL salah satunya adalah sulitnya untuk dikembangkan sebagai penguat “super-power” (berdaya sangat besar). Hal ini disebabkan karena menerapkan supply tegangan tunggal dan juga karena selalu ada keperluan terhadap kondensator kopel kepada speaker yang harus memenuhi syarat- syarat tertentu. Jika tegangan supply semakin ditinggikan, maka kondensator kopel ini harus mampu bertahan terhadap tegangan yang tinggi pula. Begitu juga kondensator perata (*smoothing condensor*) pada rangkaian power supply-nya[2].

Power amplifier system OCL (*Output Capacitor Less*) memperbaiki kelemahan ini. OCL ini termasuk dalam kelas AB, sehingga efisiensi dari penguat tersebut bisa mencapai 50 % lebih (Gambar 1)[3]–[5].

Frekuensi Suara

Besar frekuensi yang bisa didengarkan oleh telinga manusia adalah antara 20 Hz hingga 20 KHz. Pada frekuensi ini sudah mencakup nada rendah atau bass hingga nada tinggi atau treble[6].

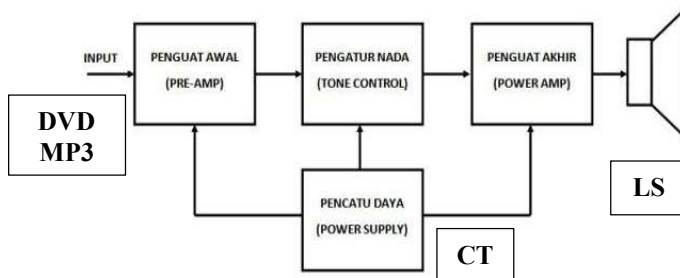


Gambar 2. Frekuensi Audio

Sehingga dalam sistem penguat audio harus bisa menguatkan sinyal dengan frekuensi antara 20 Hz sampai 20 KHz.

3. Desain Alat

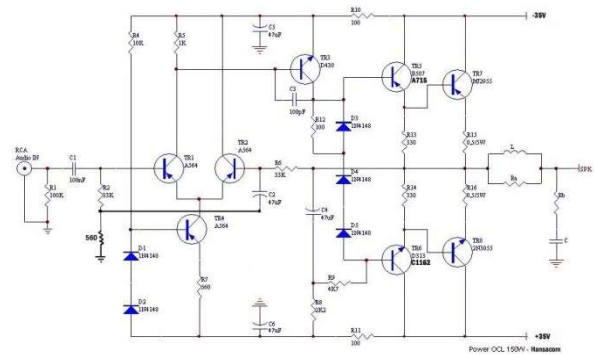
Pembuatan power amplifier 75 watt meliputi desain PCB, pembuatan PCB, perakitan komponen pada PCB, dan terakhir pemasangan rangkaian pada papan akrelik.



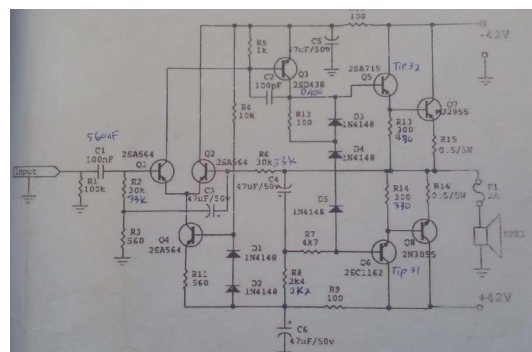
Gambar 3. Blok Diagram Audio Amplifier

Pada gambar 2 memperlihatkan blok diagram audio amplifier secara lengkap, namun pada

penelitian ini lebih difokuskan pada penguat akhir atau power amplifier saja.



Gambar 4. Rangkaian Power Amplifier 75 W (versi 1)



Gambar 5. Rangkaian Power Amplifier 75 W (versi 2)

Sedangkan bentuk rangkaian dari power amplifier ditunjukkan pada gambar 4. Rangkaian tersebut masih bentuk mono, jadi bila menginginkan bentuk stereo tinggal membuat dua kali rangkaian tersebut.



Gambar 6. Sablon atau Strika PCB



Gambar 7. Perbaikan Gambar Jalur PCB



Gambar 8. Eting atau Pelarutan PCB



Gambar 9. Pengeboan PCB

Perakitan power amplifier dilakukan secara bertahap dan sesuai dengan standart industri. Dengan harapan hasil rakitan power amplifier tersebut memiliki hasil penguatan yang sempurna.



Gambar 10. Perakitan Power Amplifier 75 W



Gambar 11. Perakitan Power Supply

Bagian power supply adalah salah satu bagian yang penting, karena power amplifier ini dapat bekerja jika ada power supply.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berikut merupakan hasil perakitan *power amplifier* yang sudah siap digunakan sebagai penguat

suara dan dilakukan pengukuran analisa DC maupun analisa AC.

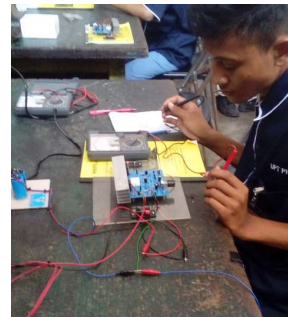


Gambar 12. Power Amplifier 75 W

Proses selanjutnya adalah melakukan pengukuran analisa DC maupun analisa AC, dengan menggunakan beberapa alat ukur antara lain AVO meter, *oscilloscope* dan *function generator* (seperti pada gambar 16 dan 17)[7].



Gambar 13. Instrument Oscilloscope dan Function Generator



Gambar 14. Proses Pengukuran Analisa DC

Pengukuran analisa DC lebih difokuskan pada pengukuran tegangan kerja pada masing-masing kaki transistor (lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel hasil pengukuran analisa DC). Alat ukur yang digunakan adalah AVOMeter.



Gambar 15. Proses Pengukuran Analisa AC

Sedangkan pengukuran analisa AC adalah pengukuran yang lebih difokuskan pada gelombang input dan output pada *power amplifier*. Untuk gelombang input adalah gelombang sinus yang dihasilkan oleh *function generator*, dan gelombang output adalah gelombang sinus hasil penguatan dari *power amplifier*. Semua gelombang sinus baik input maupun output dilihat dengan menggunakan *oscilloscope*.



Gambar 16. Loud Speaker

Sebagai beban pada saat pengukuran analisa DC atau output suara dari *power amplifier* digunakan loud speaker. Loud speaker terdiri dari 3 macam yaitu *wofer*, *fullring*, dan *twiter*, sehingga diharapkan semua suara mulai frekwensi rendah maupun yang tinggi bisa muncul. Dengan munculnya semua frekwensi, maka suara yang dihasilkan bisa sempurna (*high fidelity*).

Tegangan kerja 25 VAC CT
DC 34 VDC ($25 \times \sqrt{2} \rightarrow 25 \times 1,414 \rightarrow 34$)

Audio Generator pada posisi 1Vpp dengan frekwensi 1 KHz

1. Berapa besarnya Daya *Output* max tanpa cacat :
 $V_{Out} = 60 \text{ Vpp} \rightarrow 3 \times 2 \times 10$
 $RL = 8 \text{ Ohm}$
 $P_{out} = 56 \text{ Watt}$

$$V_{rms} = V_p \times 0,707 = (60/2) \times 0,707$$

$$= 30 \times 0,707 = 21,21$$

$$P_o = (V_{rms})^2 / RL$$

$$= (21,21)^2 / 8$$

$$= 449,9/8$$

$$= 56,3 \text{ Watt}$$

$$P_o = (V_{rms})^2 / RL$$

$$= (21,21)^2 / 4$$

$$= 449,9/4$$

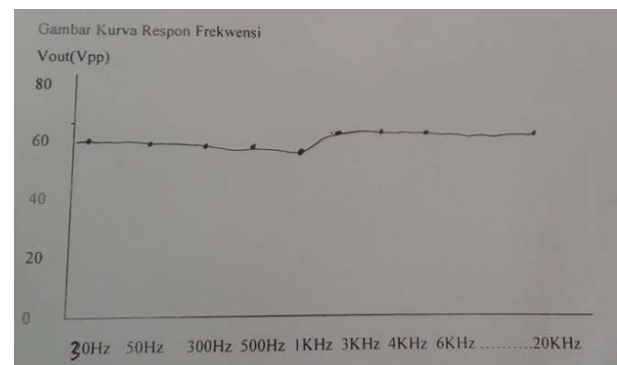
$$= 112,4 \text{ Watt}$$

2. Pengukuran Respon Frekwensi (*Bandwith*) *Power amplifier* yang bagus harus mampu merespon frekwensi dari 20Hz-20KHz. Pengukuran *bandwidth* sama dengan pengukuran daya output, $V_{in} = 1 \text{ Vpp}/1 \text{ KHz}$ dimana output *power amplifier* belum cacat [8], [9].

$$V_{in} = 1 \text{ Vpp (output belum clipping)}$$

Tabel 1. Hasil Pengukuran Analisa AC

No	F (input) Hz	V/div (Vpp)	Kotak x V/div x probe
1	30	60	3 x 2 x 10
2	50	60	3 x 2 x 10
3	300	60	3 x 2 x 10
4	500	60	3 x 2 x 10
5	1K	60	3 x 2 x 10
6	3K	68	3,4 x 2 x 10
7	4K	68	3,4 x 2 x 10
8	6K	68	3,4 x 2 x 10
9	10K	68	3,4 x 2 x 10
10	14K	68	3,4 x 2 x 10
11	18K	68	3,4 x 2 x 10
12	20K	68	3,4 x 2 x 10



Gambar 17. Gambar Kurva Respon Frekwensi

3. Penguatan Tegangan (dB)

Berapakah besarnya penguatan tegangan dari pengukuran diatas. $V_o = \dots\dots\dots(\text{dB})$

$$\text{db} = 20 \log (V_o/V_i)$$

$$= 20 \log (60/1)$$

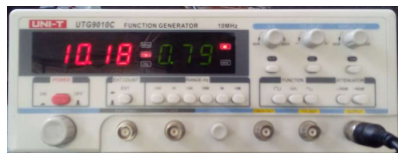
$$= 20 \times 1,778$$

$$= 35,56 \text{ db}$$

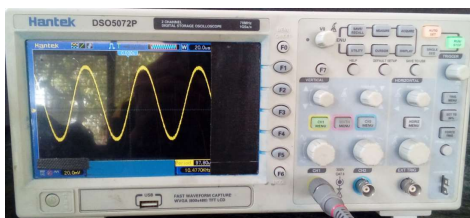
4. Pengukuran tegangan pada transistor
VCC = +31VDC -31VDC

Tabel 2. Hasil Pengukuran DC

No	TP	Basis (V _B)	Kolektor (V _C)	Emitor (V _E)	Basis-Emitor (V _{BE})	Colector-Emitor (V _{CE})
1	Q1	0,03	-29	0,62	0,57	30
2	Q2	0,05	-30	0,62	0,56	30
3	Q3	-29	-0,65	-50	0,63	29
4	Q4	29	0,63	29	0,60	29
5	Q5	-0,08	-31	-0,10	0,5	31
6	Q6	1	31	0,5	0,55	31
7	Q7	-0,25	-31	-0	0,25	31
8	Q8	0,25	31	0	0,25	31



Gambar 18. Tampilan Function Generator



Gambar 19. Tampilan Oscilloscope



Gambar 20. AVOMeter

Gambar 16 dan 17, menampilkan bentuk inpuan dari *function generator* dan hasil pembacaan di *oscilloscope*.

5. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang bisa diambil dari beberapa percobaan :

- Power amplifier mono OCL 75 watt, bisa bekerja difrekuensi audio antara 20 Hz hingga 20 KHz.
- Power amplifier mono OCL 75 watt, dengan penguat akhir TIP 2955 dan TIP 3055 memiliki high fidelitas yang tinggi.
- Power amplifier menghasilkan ouput daya maksimal 60 watt, masih dikatakan baik karena mendekati daya maksimal 75 watt. Dengan RL 4 ohm → out 120 watt Dengan RL 8 ohm → out 60 watt
- Kualitas power amplifier dipengaruhi oleh kualitas pensolderan (pemasangan) kaki komponen diPCB.
- Untuk mendapatkan output daya power amplifier, maka bisa digunakan jenis TR penguat akhir yang memiliki kemampuan tegangan kerja yang tinggi semisal TR SANKEN
- Pada tabel 2 menunjukkan bahwa pada transistor 3 dan 4 sudah bekerja (nilai Vbe 0,63 dan 0,60). Sedangkan untuk transistor yang lain belum bekerja, dikarenakan menunggu sinyal inputan.
- Pada gambar 16 bentuk kurva respon frekwensi hampir datar atau lurus, berarti dengan perubahan besar frekwensi inputan nilai Vpp tidak banyak berubah (antara 60 dan 68)

Pustaka

- J. G. Proakis, *Pemrosesan sinyal digital: prinsip-prinsip, algoritma, dan aplikasi*. PT Prenhallindo, 1997.
- C. Fager, W. Hallberg, M. Ozen, K. Andersson, K. Buisman, and D. Gustafsson, 'Design of linear and efficient power amplifiers by generalization of the Doherty theory', in *2017 IEEE Topical Conference on RF/Microwave Power Amplifiers for Radio and Wireless Applications (PAWR)*, Phoenix, AZ, USA, 2017, pp. 29–32, doi: 10.1109/PAWR.2017.7875565.
- Weiguo Yan, Chengguo Liu, Shuai Zhou, Zhipeng Wu, and Jingwei Zhang, 'Design and measurement analysis of Class AB power amplifier', in *2016 IEEE International Conference on Microwave and Millimeter Wave Technology (ICMMT)*, Beijing, China, 2016, pp. 849–851, doi: 10.1109/ICMMT.2016.7762463.
- S.-Y. Peng, L.-H. Liu, P.-K. Chang, T.-Y. Wang, and H.-Y. Li, 'A Power-Efficient Reconfigurable Output-Capacitor-Less Low-Drop-Out Regulator for Low-Power Analog Sensing Front-End', *IEEE Trans. Circuits Syst. Regul. Pap.*, vol. 64, no. 6, pp. 1318–1327, Jun. 2017, doi: 10.1109/TCSI.2016.2561638.
- E. N. Y. Ho and P. K. T. Mok, 'Design optimization of an output capacitor-less low dropout regulator with compensation capacitance reduction and slew-rate enhancement technique', in *2011 IEEE International Symposium of Circuits and Systems (ISCAS)*, 2011, pp. 53–56, doi: 10.1109/ISCAS.2011.5937499.

- [6] J. J. Carr, *Sensors and Circuits: Sensors, Transducers, and Supporting Circuits for Electronic Instrumentation, Measurement, and Control*. PTR Prentice Hall, 1993.
- [7] S. Arikunto, *Prosedur penelitian: suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta, 1992.
- [8] T. R. Cunha, P. M. Cabral, and L. C. Nunes, 'Characterizing power amplifier static AM/PM with spectrum analyzer measurements', in *2014 IEEE 11th International Multi-Conference on Systems, Signals Devices (SSD14)*, 2014, pp. 1–4, doi: 10.1109/SSD.2014.6808883.
- [9] T. S. Nielsen, C. Gillease, and V. Torres, 'Practical considerations for high-power X-parameter measurements for power amplifier design', in *WAMICON 2012 IEEE Wireless Microwave Technology Conference*, 2012, pp. 1–9, doi: 10.1109/WAMICON.2012.6208473.