



**EFISIENSI DAYA PENGUAT OCL STEREO DENGAN
POWER AMPLIFIER 2N3055 DAN MJ2955
TERHADAP PERUBAHAN BESARAN TEGANGAN
*INPUT***

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**

Oleh

Desinta Purnamasari Gunawan

NIM. 5301412067

PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2019

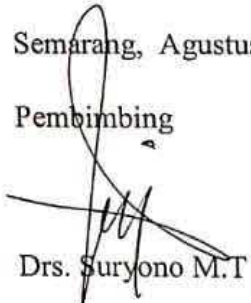
PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Desinta Purnamasari Gunawan
NIM : 5301412067
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro, S1
Judul : Efisiensi Daya Penguat OCL Stereo dengan *Power Amplifier* 2N3055 dan MJ2955 terhadap Perubahan Besaran Tegangan *Input*

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Agustus 2019

Pembimbing



Drs. Suryono M.T

NIP. 195503161985031001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Efisiensi Daya Penguat OCL Stereo dengan *Power Amplifier* 2N3055 dan MJ2955 terhadap Perubahan Besaran *Input* telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 7 Agustus 2019.

Oleh

Nama : Desinta Purnamasari Gunawan

NIM : 5301412067

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro


Panitia:

Ketua


Dr.-Ing Dwidik Prastiyanto, S.T., M.T.

NIP. 197805312005011002

Sekretaris


Drs. Agus Suryanto, M.T.


NIP. 196708181992031004

Penguji I


Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T.


NIP. 196803161999031001

Penguji II


Drs. I. Sri Sukamta, M.Si., IPM

NIP. 196505081991031003

Penguji III/Pembimbing


Drs. Suryono, M.T.

NIP. 195503161985031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.

NIP. 196911301994031001

PERNYATAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Semarang, Agustus 2019

Yang membuat pernyataan



Desinta Putnamasari Gunawan

NIM. 5301412067

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan. (Ali bin Abu Thalib)
2. Seseorang yang bertindak tanpa petunjuk. Dan sudah banyak yang tahu kalau orang seperti itu sekiranya akan hancur, bukan selamat. (Hasan Al Basri)
3. Ilmu pengetahuan itu bukanlah yang dihafal, melainkan yang memberi manfaat. (Imam Syafi'i)
4. Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. (QS. Al Insyirah 5 – 6)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahil'alamin, skripsi ini kupersembahkan untuk:

1. Papi Eddy Gunawan dan Mami Suryani tercinta yang selalu mendukung, mendoakan, dan merestui setiap langkahku.
2. Saudaraku Dinda Ameilia Gunawan dan Dhimas Setiadi Gunawan yang senantiasa memberikan dukungan dan perhatian.
3. Sahabat-sahabat PTE Angkatan 2012 Gita Surya, Nur Arifah, Safitri Handayani, Lufita dan yang lainnya atas dukungan yang diberikan.
4. Muhammad Yusuf yang selalu mendukung dan membantu.

INTISARI

Efisiensi Efisiensi Daya Penguat OCL Stereo dengan Power Amplifier 2N3055 dan MJ2955 terhadap Perubahan Besaran Tegangan Input

Audio amplifier kelas AB merupakan audio amplifier yang memiliki keluaran sinyal linier, serta tidak memiliki cacat seperti pada kelas B. Secara teori penguat kelas AB memiliki efisiensi daya sebesar 50% - 75%. Pemilihan transistor daya mempengaruhi besarnya efisiensi yang akan dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar efisiensi daya power amplifier dengan 2N3055 dan MJ2955 sebagai transistor dayanya terhadap perubahan besaran tegangan input.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yaitu penelitian ini mencari pengaruh dari variabel tertentu terhadap variabel yang lain. Adapun variabel bebas yang digunakan adalah amplitudo sinyal masukan dan variabel terikat yang digunakan adalah efisiensi dari audio amplifier.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan besaran tegangan input mempengaruhi besarnya efisiensi daya yang dihasilkan. Dengan menggunakan transistor daya tipe 2N3055 dan MJ2955, audio amplifier mampu memiliki efisiensi sebesar 74,3% pada frekuensi 1KHz.

Kata kunci: efisiensi, audio amplifier, kelas AB, 2N3055, MJ2955

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Efisiensi Daya Penguat OCL Stereo dengan *Power Amplifier* 2N3055 dan MJ2955 terhadap Perubahan Besaran Tegangan *Input*. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan syafaat-Nya di yaumul akhir nanti. Aamiin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik, Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Elektro sekaligus Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektro atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Drs. Suryono, M.T., pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.
4. Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T. dan Drs. Ir. Sri Sukamta, M.Si. IPM., penguji 1 dan penguji 2 yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.

5. Semua dosen Jurusan Teknik Elektro FT. UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
6. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat untuk bagi kita semua.

Semarang, Agustus 2019

Penulis

Desinta Purnamasari Gunawan

NIM. 5301412067

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI.....	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Tujuan	4

1.6. Manfaat	5
--------------------	---

BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Kajian Pustaka.....	6
2.2. Landasan Teori.....	8
2.2.1. Pengertian Efisiensi.....	8
2.2.2. Penguat Kelas AB	8
2.2.3. Penguat Akhir Sistem OCL.....	11
2.2.4. Transistor 2N3055 dan MJ2955.....	14
2.2.5. Pengukuran Daya Amplifier	16
2.3. Hipotesis.....	17

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan	18
3.2. Desain Penelitian.....	18
3.3. Alat dan Bahan Penelitian.....	20
3.4. Parameter Penelitian.....	20
3.4.1. Rancangan Pembuatan Power Amplifier	21
3.4.2. Rencana Proses Pengukuran Daya Power Amplifier	24
3.5. Teknik Pengumpulan Data.....	25
3.6. Kalibrasi Instrumen.....	26
3.7. Teknik Analisis Data.....	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data	29
4.1.1. Perakitan Bahan Penelitian	29
4.1.2. Pengujian Kelayakan Amplifier	30
4.1.3. Pengukuran Daya Amplifier	31
4.2. Analisis Data	36
4.3. Pembahasan	38

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	40

DAFTAR PUSTAKA	41
----------------------	----

LAMPIRAN	42
----------------	----

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1. Tabel pengukuran Daya Amplifier OCL Stereo 150 Watt dengan Transistor Penguat Akhir 2N3055 dan MJ2955	25
Tabel 4.1. Tabel Pengukuran Daya <i>Power Amplifier</i> 2N3055 dan MJ2955.....	33

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1. Pembiasan Kelas AB	9
Gambar 2.2. Rangkaian Penguat Kelas AB	10
Gambar 2.3. Rangkaian Penguat Akhir Sistem OCL.....	12
Gambar 2.4. Rangkaian Penguat Diferensial	13
Gambar 2.5. Rangkaian Penguat Driver	13
Gambar 2.6. Penguat Kelas AB	14
Gambar 2.7. Bentuk Fisik Transistor	15
Gambar 2.8. Grafik Disipasi Daya terhadap Suhu Casing Transistor 2N3055 dan MJ2955	16
Gambar 2.9. Pengujian Power Amplifier	17
Gambar 3.1. Skema Rangkaian Power Amplifier OCL 150 Watt	21
Gambar 3.2. Desain Layout Power Amplifier tampak bawah	22
Gambar 3.3. Desain Layout Power Amplifier tampak atas	22
Gambar 3.4. Desain Panel Box tampak atas	23
Gambar 3.5. Perspektif Desain Box	23
Gambar 3.6. Wiring Pengukuran Daya Amplifier	24
Gambar 3.7. Instalasi Pengujian Amplifier	26
Gambar 4.1. Hasil Pensolderan Power Amplifier 2N3055 dan MJ2955	30

Gambar 4.2. Hasil Perakitan Power Amplifier pada Box	30
Gambar 4.3. Pengujian Alat di Laboratorium	31
Gambar 4.4. Pengukuran pada Power Amplifier	32
Gambar 4.5. Skema Wiring Pengukuran Amplifier.....	32
Gambar 4.6. Grafik Efisiensi Power Amplifier 2N3055 dan MJ2955.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1. Datasheet 2N3055 dan MJ2955.....	43
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	50
Lampiran 3. Surat Penetapan Dosen Pembimbing.....	52
Lampiran 4. Surat Tugas Dosen Pembimbing	53
Lampiran 5. Surat Permohonan Penelitian.....	54
Lampiran 6. Surat Ijin Peminjaman Laboratorium	55
Lampiran 7. Surat Ijin Peminjaman Alat Laboratorium	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Amplifier merupakan perangkat elektronika yang digunakan untuk memperkuat atau memperbesar suatu keluaran yang dihasilkan dari sebuah alat yang dapat digunakan untuk kepentingan tertentu. Pada umumnya amplifier bekerja dengan memperkuat daya listrik hingga diperoleh besaran daya tertentu untuk memenuhi kebutuhan alat yang digunakan, seperti penguatan daya untuk memutar motor listrik, penguatan daya untuk menghidupkan beban listrik, dan penguatan daya untuk audio.

Penguatan daya untuk audio yang biasa disebut dengan audio amplifier memiliki berbagai jenis kelas. Dimana setiap kelas dari audio amplifier adalah hasil dari penyempurnaan kelas sebelumnya yang diharapkan akan menghasilkan keluaran yang lebih maksimal yaitu dengan efisiensi yang lebih besar namun tetap linier. Khoswanto dkk, (2004:92), berdasarkan kelasnya, audio amplifier dibagi menjadi kelas A, kelas B, kelas AB untuk audio amplifier analog, sedangkan kelas D, kelas E, kelas G, dan sebagainya untuk audio amplifier *switching*.

Audio amplifier kelas A mampu menghasilkan sinyal keluaran linier seperti sinyal masukan, karena amplifier kelas A ini menguatkan sinyal sebesar 360^0 , namun kekurangannya adalah efisiensinya yang tidak bisa maksimal karena transistor bekerja dengan berat untuk menguatkan satu gelombang penuh sehingga besarnya efisiensinya kurang dari 50%. Audio amplifier kelas B memiliki efisiensi

yang lebih baik dari kelas A yaitu mampu menghasilkan efisiensi hingga 80%, karena amplifier kelas B menggunakan 2 buah transistor untuk menguatkan sinyal. Masing-masing transistor menguatkan sinyal sebesar 180° atau yang bisa disebut dengan penguatan *push-pull*, namun penguatan ini juga memiliki kelemahan. Karena penguatan ini menggunakan penguatan setengah gelombang menyebabkan terjadinya *crossover-distortion* atau adanya jeda waktu antara penguatan pada saat *push* dan penguatan *pull* sehingga menyebabkan bentuk sinyal keluaran tidak linier dengan sinyal masukan. Audio amplifier kelas AB adalah penyempurnaan dari amplifier kelas A dan kelas B, dimana sinyal masukan dan keluaran tetap linier serta efisiensi dayanya hampir seperti kelas B yaitu sekitar 60% - 75%. Amplifier kelas AB mengombinasikan antara penguatan kelas A dan kelas B untuk menghasilkan keluaran yang linier namun efisiensinya cukup tinggi.

Keunggulan dari amplifier kelas AB ini yang kemudian hingga saat ini masih dimanfaatkan sebagai penguat audio, seperti audio untuk ruangan maupun lapangan. Selain menghasilkan keluaran yang baik, amplifier kelas AB juga memiliki harga yang lebih murah dipasaran dibandingkan dengan amplifier kelas D, E, F karena amplifier *switching* memiliki harga yang relatif lebih mahal.

Rangkaian audio amplifier kelas AB yang paling umum digunakan adalah pemasangan dengan sistem OCL (*Output Capacitor Less*) yaitu sistem pemasangan penguat yang langsung dihubungkan pada speaker tanpa diberi kapasitor sebagai kopling. Sehingga mempunyai frekuensi respon yang lebar mampu memproses hampir semua *range* frekuensi audio dengan baik.

Kemampuan penguatan dari sebuah audio amplifier tidak terlepas dari pemilihan transistor penguat akhir. Setiap transistor memiliki spesifikasi tertentu untuk memenuhi kebutuhan penguatan audio yang diinginkan. Selain diharapkan mampu menghasilkan penguatan maksimal, juga memiliki efisiensi yang tinggi serta bentuk sinyal keluaran yang tetap linier. Transistor yang bisa digunakan untuk penguatan *push-pull* adalah transistor komplementer. Sehingga pada penelitian ini, dipilih transistor dengan tipe 2N3055 dan MJ2955 yang merupakan transistor komplementer dan diharapkan mampu menghasilkan keluaran yang maksimal dengan menggunakan perubahan tegangan masukan sebagai variabel yang akan mempengaruhi besarnya efisiensi yang dihasilkan, maka penelitian ini mengambil judul “Efisiensi Daya Penguat OCL Stereo dengan Power Amplifier 2N3055 dan MJ2955 terhadap Perubahan Besaran Tegangan Input.”

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka indentikasi masalahnya sebagai berikut:

1. Besarnya efisiensi yang mampu dihasilkan oleh penguat audio dengan menggunakan transistor 2N3055 dan MJ2955.
2. Pengaruh perubahan tegangan masukan terhadap efisiensi yang dihasilkan.

1.3. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, pembatasan masalah yang menjadi fokus penelitian adalah:

1. Audio amplifier yang digunakan adalah sistem penguat OCL 150 Watt.
2. Penguat akhir menggunakan transistor tipe 2N3055 dan MJ2955.
3. Sumber tegangan menggunakan catu daya simetris ± 25 Volt.
4. Beban keluaran menggunakan *dummyload* 4Ω 100 Watt sebagai pengganti speaker.
5. Dalam penelitian dilakukan pengukuran daya *supply* dan daya keluaran.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, berikut rumusan masalah yang diperoleh:

1. Seberapa besarkah efisiensi daya yang mampu dihasilkan dengan menggunakan transistor penguat akhir tipe 2N3055 dan MJ2955?
2. Apakah besarnya perubahan tegangan masukan akan mempengaruhi nilai efisiensi?

1.5. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui besarnya efisiensi yang dihasilkan oleh penguat daya dengan transistor akhir 2N3055 dan MJ2955.
2. Untuk mengetahui pengaruh perubahan besaran tegangan masukan terhadap efisiensi amplifier.

1.6. Manfaat

1. Bagi penulis

Untuk mengaplikasikan pengetahuan dan kemampuan yang pernah diterima selama menjalani perkuliahan.

2. Bagi peneliti lain

Menjadi bahan masukan dan sumber informasi sebagai studi kepustakaan bagi peneliti lain.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Kajian Pustaka

Kajian pustaka memuat hasil dari penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Hal ini untuk memberikan gambaran dalam pengambilan hipotesis yang diperkuat dengan landasan teori.

S. Burrow and D. Grant (2011:323), menyatakan bahwa, *“The efficiency of the sound reproduction process is dependent on the type of amplifier as well as the transducer. The ability of the class-AB amplifier to recover the energy associated with quadrature load voltage can lead to an improved efficiency.”* Artinya, efisiensi dari proses reproduksi suara bergantung dari tipe amplifier serta transdusernya. Kemampuan dari amplifier kelas AB untuk memperoleh energi dengan tegangan beban kuadrat bisa meningkatkan efisiensinya.

Shune Lei Aung, dkk (2015:66), menyatakan bahwa kinerja sistem OCL adalah sebagai berikut:

OCL system consist of differential input, multiplier, driver and output. The signal are amplified by differential input, the signals are sent to the multiplier. And then, these signals are sent to the output power amplifier as feedback. The multiplier is used to get the equal current consumption at the base of the driver’s transistor. Before the output power amplifier amplifies, driver circuit used it. By using Class AB, the efficiency is 75%.

Artinya, sistem OCL terdiri dari masukan diferensial, pengali, penggerak (transistor) dan keluaran. Sinyal dikuatkan dengan masukan diferensial, sinyal dikirim ke pengali. Kemudian sinyal dikirimkan ke keluaran penguat daya

sebagai umpan-balik. Pengali di gunakan untuk mengetahui besarnya arus pada basis transistor *driver* (penggerak). Sebelum menguatkan keluaran penguat daya, rangkaian *driver* menggunakan itu. Dengan menggunakan kelas AB, efisiensinya 75%.

M. Spirito, dkk (2005:112), menyatakan bahwa cara kerja amplifier kelas AB adalah sebagai berikut:

Class AB amplifier operation is preferred for power amplifiers in linear wireless communication systems, since it offers a workable trade-off between linearity and efficiency. When considering pure class-AB amplifier operation, it is customary to cancel the harmonics at the output of the active device to achieve maximum collector efficiency, ideally 78,5%.

Artinya, cara kerja amplifier kelas AB istimewa yaitu penguat daya linier untuk sistem komunikasi *wireless*, yaitu menawarkan kinerja antara linier dan efisien. Mempertimbangkan cara kerja amplifier kelas AB murni, biasanya untuk menghilangkan harmonik pada keluaran dari perangkat aktif untuk mencapai efisiensi kolektor maksimal, idealnya 78,5%.

John N.Ellis (2001:2483), menyatakan bahwa, "*The 2N3055 is the operational temperature specification. The transistor metallization and steel case allowed the device to operate up to 200⁰C... The 2N3055 technology was both electrically and mechanically highly reliable.* Artinya, 2N3055 dibuat berdasar suhu kerja. Transistor yang terbuat dari metal dan baja mampu bekerja hingga 200⁰C. Teknologi secara elektikal dan mekanikal dari 2N3055 dapat diandalkan.

2.2. Landasan Teori

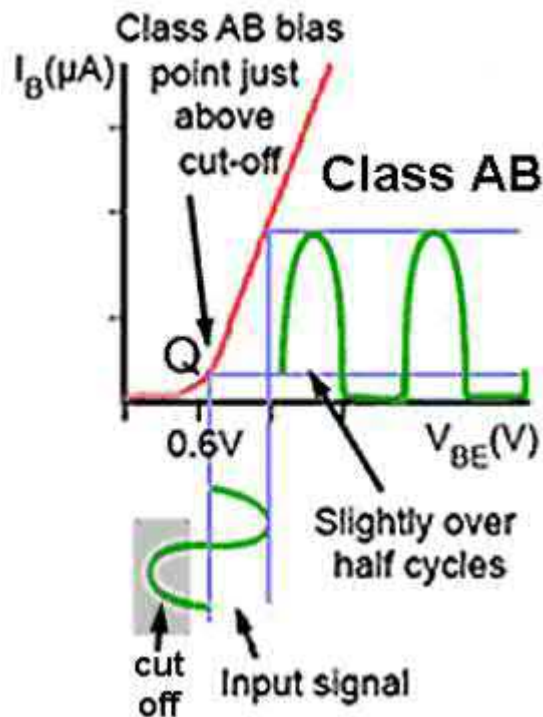
2.2.1. Pengertian Efisiensi

Pengertian efisiensi secara umum menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) yaitu sebagai ketepatan cara dalam menjalankan sesuatu atau dapat disingkat kedayagunaan dan ketepatangunaan. Definisi lain juga dapat diartikan sebagai kemampuan menjalankan tugas dengan baik dan tepat tanpa membuang waktu, tenaga maupun biaya.

Efisiensi merupakan konsep terukur, menentukan banyaknya dengan rasio dari penggunaan *output* pada total *input*. Efisiensi biasanya disajikan dalam bentuk prosentase (%) dari hasil yang diharapkan. Misalnya, jika tidak ada daya yang hilang dari proses penguatan suatu sinyal *input* ke *output*, maka efisiensi dayanya sebesar 100%.

2.2.2. Penguat Kelas AB

Penguat kelas AB sering disebut merupakan gabungan dari penguat kelas A dan kelas B. Karena kinerja penguat kelas AB mengkombinasikan cara kerja dari penguat kelas A dan kelas B, namun kelinieralitasnya tidak sebaik penguat kelas A dan efisiensinya tidak sebaik kelas B. Penguat kelas AB menghasilkan sinyal *push-pull* seperti prinsip kerja penguat kelas B, namun memiliki perbedaan di besarnya derajat sinyal *push-pull* yang dihasilkan. Kelas B menghasilkan 180° , sedangkan kelas AB menghasilkan antara 180° hingga 360° . Pada gambar 2.1 memberikan penjelasan proses pembiasan pada penguat kelas AB.

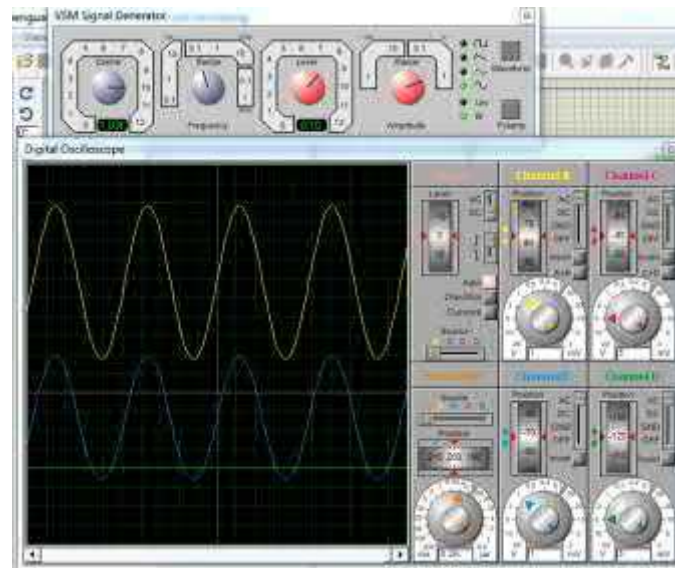
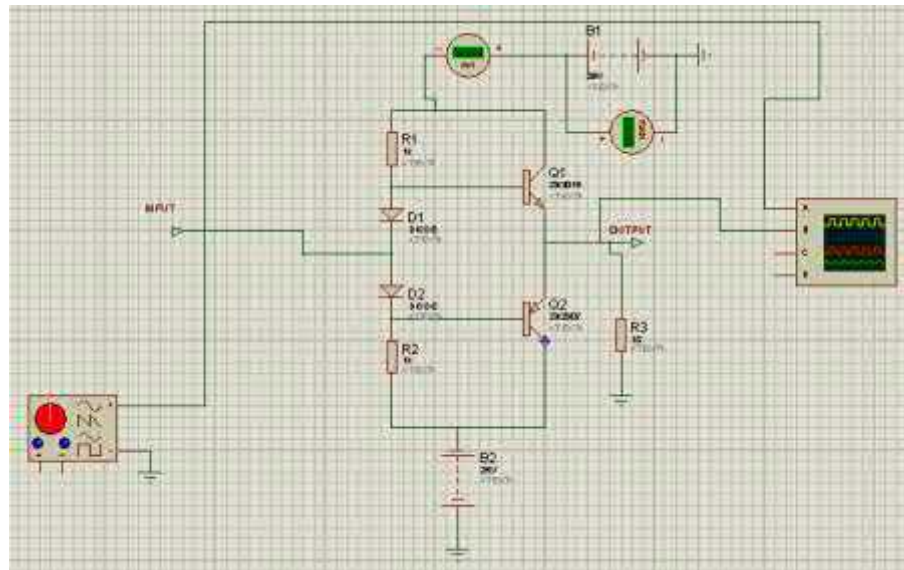


Gambar 2.1. Pembiasan Kelas AB

(Bob Cordell, 2011)

Kondisi bias dari transistor pada penguat kelas AB berada diatas titik *cut-off*. Hal ini yang membuat penguat kelas AB mampu meminimalisir terjadinya *crossover-distortion*. Tetapi hal ini juga yang menyebabkan kelinieritasnya tidak sebaik penguat kelas A yang menguatkan satu siklus sinyal penuh yaitu sebesar 360° .

Selain itu, penguat kelas AB menggunakan jenis transistor komplementer sehingga tidak memerlukan pembagi sinyal, karena jenis transistor komplementer yang terdiri dari sepasang NPN dan PNP yang mampu menghasilkan bentuk setengah sinyal keluaran yang berbeda. Gambar 2.2 menunjukkan rangkaian simulasi penguat kelas AB.



Gambar 2.2. Rangkaian Penguat Kelas AB

(Bob Cordell, 2011)

Dari gambar 2.2. tidak nampak terjadinya *crossover-distortion* atau jeda waktu antara sinyal *push* dan *pull*. Perbedaan rangkain penguat kelas B dan kelas AB terletak pada penempatan deretan dioda yang diletakkan pada basis transistor, sehingga menyebabkan salah satu transistornya bekerja pada kelas AB dan yang

satu lainnya bekerja pada kelas B. Teknik ini memberi bias konstan pada salah satu transistornya (jenis PNP) yang bekerja pada kelas AB.

Efisiensi dari penguat kelas AB dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\eta_{Class-AB} = \left(\frac{P_{OUT}}{P_S} \right) = \frac{\left(\frac{V_{L(RMS)}^2}{Z_L} \right)}{V_{S(ave)} \cdot I_{S(ave)}} \quad \times 100\%$$

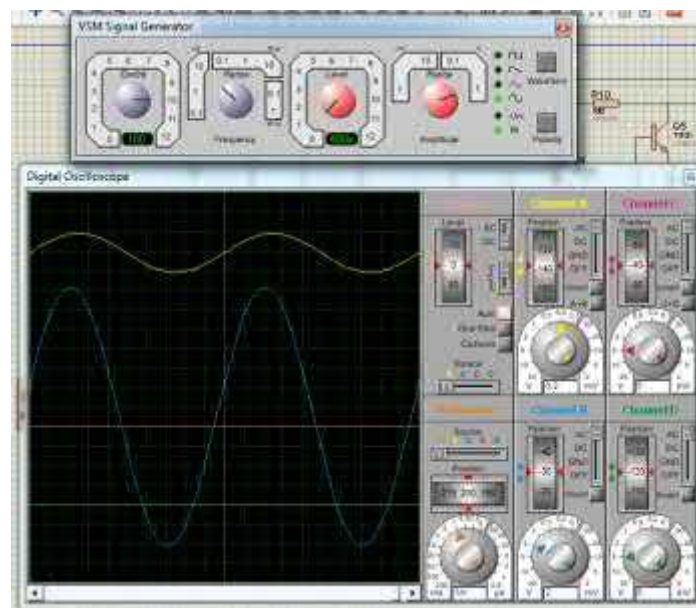
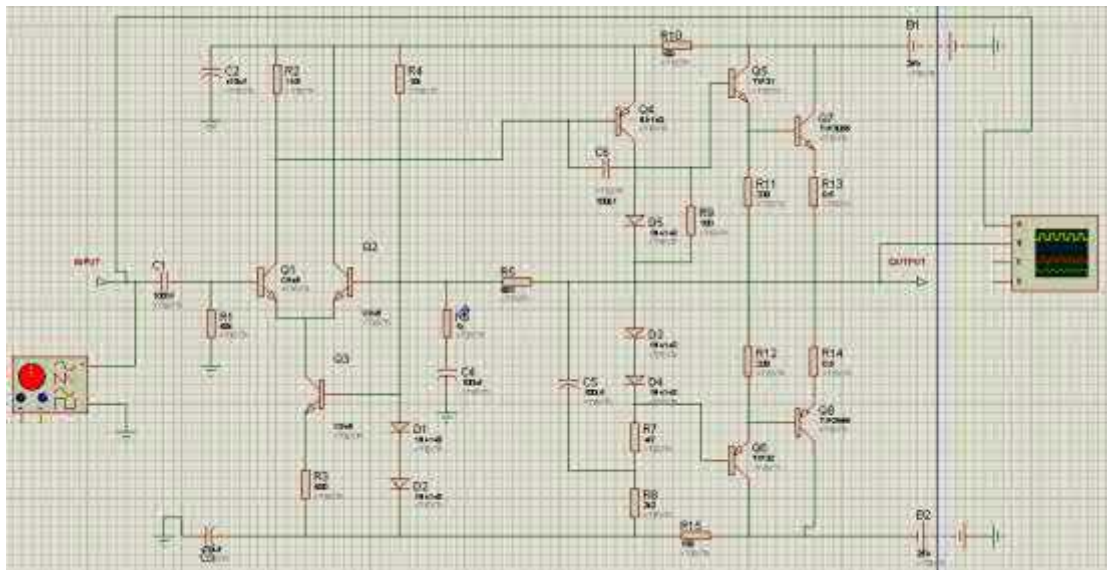
(Texas Instrument, 2001)

Dimana:

- η : Efisiensi amplifier (%)
- P_{out} : Daya keluaran (watt)
- P_s : Daya pada *supply* (watt)
- $V_L(rms)$: Tegangan efektif pada beban (V)
- Z_L : Beban amplifier (Ω)
- V_s : Tegangan pada *supply* (V)
- I_s : Arus pada *supply* (A)

2.2.3. Penguat Akhir Sistem OCL

Rangkaian penguat akhir sistem OCL (*Output Capacitor Less*) menghubungkan speaker tanpa menggunakan kapasitor sebagai kopling yang bekerja pada catu daya simetris. Penguat ini mempunyai frekuensi respon yang lebar, sehingga hampir semua *range* frekuensi audio dapat diproses dengan baik. Berikut gambar 2.3. merupakan rangkaian penguat OCL.



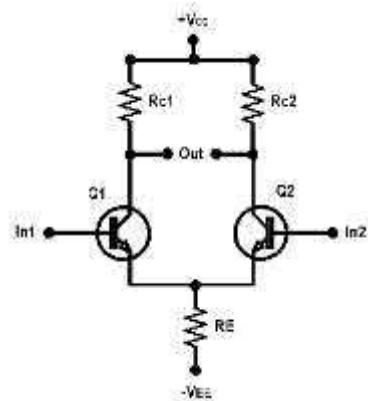
Gambar 2.3. Rangkaian Penguat Akhir Sstem OCL
(Douglas Self, 2013)

Rangkaian penguat akhir sistem OCL tersusun dari beberapa jenis rangkaian penguat, yaitu rangkaian penguat diferensial, rangkaian penguat driver,

dan rangkaian penguat akhir. Untuk penguat akhir menggunakan penguat kelas AB.

1. Penguat diferensial

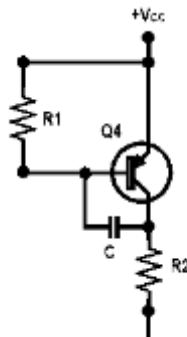
Penguat diferensial adalah suatu penguat yang bekerja dengan memperkuat sinyal yang merupakan selisih dari kedua masukannya.



Gambar 2.4. Rangkaian Penguat Diferensial
(Douglas Self, 2013)

2. Rangkaian Driver

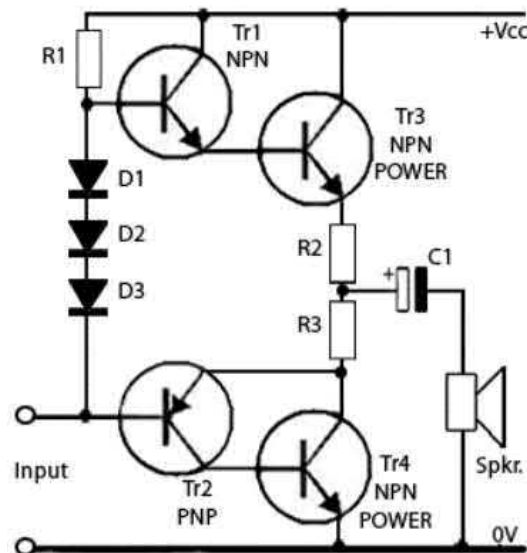
Rangkaian penguat driver disusun dengan menggunakan transistor dengan konfigurasi *common emitter*.



Gambar 2.5. Rangkaian Penguat Driver
(Douglas Self, 2013)

3. Rangkaian Penguat Akhir

Rangkaian penguat akhir pada sistem OCL menggunakan penguat akhir kelas AB yang telah dibahas sebelumnya.



Gambar 2.6. Penguat Kelas AB

(Douglas Self, 2013)

2.2.4. Transistor 2N3055 dan MJ2955

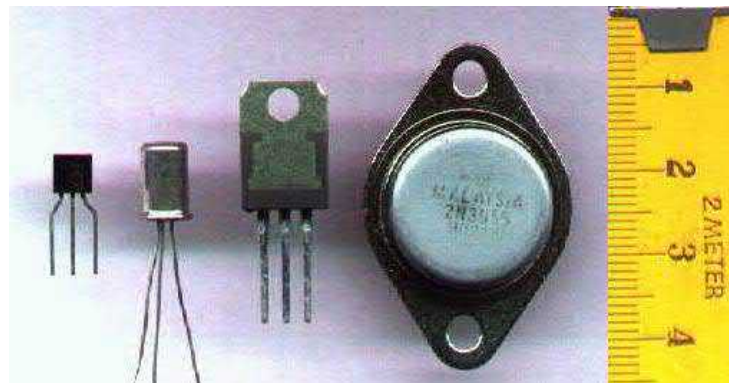
Transistor tipe 2N3055 dan MJ2955 merupakan transistor komplementer yang bisa digunakan sebagai transistor daya pada penguat akhir audio agar menghasilkan keluaran yang linier serta memiliki efisiensi yang tinggi. Transistor daya juga menentukan seberapa besar daya yang mampu dihasilkan oleh sebuah rangkaian penguat.

Transistor tipe 2N3055 merupakan transistor jenis NPN dimana bagian kolektor selalu lebih positif dari basis dan emitor, sehingga kegunaan dari

transistor ini untuk menguatkan sinyal positif pada rangkaian penguat metode *push-pull*.

Transistor tipe MJ2955 merupakan transistor jenis PNP dimana bagian emitor selalu lebih positif dari basis dan kolektor, sehingga kegunaan dari transistor ini untuk menguatkan sinyal negatif pada rangkain penguat metode *push-pull*.

Transistor tipe 2N3055 dan MJ2955 memiliki kelebihan lain yaitu casingnya yang terbuat dari metal dan baja sehingga lebih baik dalam menyalurkan panas pada *heat sink*, selain itu juga mampu bekerja pada suhu 200°C dimana transistor lain hanya mampu bekerja pada suhu 150°C karena materialnya yang terbuat dari plastik.

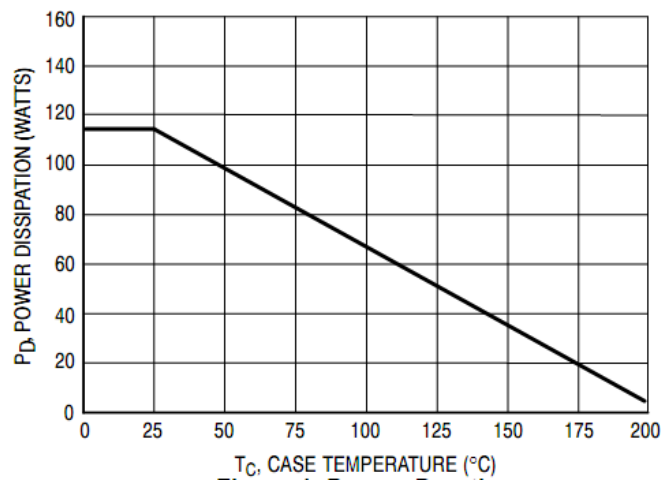


Gambar 2.7. Bentuk fisik berbagai transistor

Berikut beberapa karakteristik dari transistor tipe 2N3055 dan MJ2955:

1. Jenis: sepasang NPN+PNP transistor daya
2. Arus kolektor kontinyu maksimal (I_c): 15 A
3. Tegangan maksimal kolektor-emitor (V_{ce}): 60 V
4. Tegangan minimal basis-kolektor (V_{be}): 1,8 V (dengan $I_c = 4$ A)

5. Tegangan saturasi maksimal kolektor-emitor (V_{ce}): 3 V (dengan $I_c = 10$ A)
6. H_{fe} (faktor penguatan arus): 20 hingga 70 (dengan $I_c = 4$ A)
7. lebar Bnadwith: 3 MHz
8. Kemasan transistor tipr TO-3
9. Disipasi daya total: 115 watt (dengan suhu casing 25^0C)

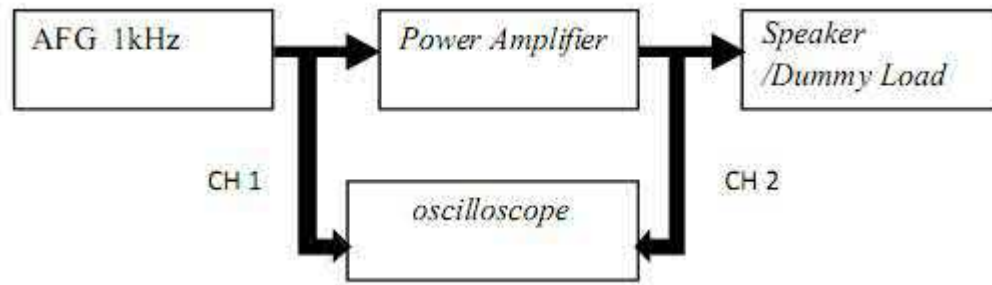


Gambar 2.8. Grafik Disipasi Daya terhadap Suhu Casing Transistor 2N3055 dan MJ2955

(Sumber: *Datasheet* 2N3055 dan MJ2955)

2.2.5. Pengukuran Daya Amplifier

Pengukuran daya dilakukan dengan memberikan sinyal masukan dari *Audio Function Generator* (AFG) dan beban menggunakan *dummyload* untuk diukur keluarannya menggunakan *oscilloscope*. AFG diatur pada frekuensi tertentu dengan amplitudo maksimal namun sinyal keluaran tidak distorsi/cacat.



Gambar 2.9. Pengujian *Power Amplifier*

Perhitungan efisiensi amplifier dari hasil pengukuran daya digunakan rumus:

$$\eta_{Class-AB} = \left(\frac{P_{OUT}}{P_S} \right) = \frac{\left(\frac{V_{L(RMS)}^2}{Z_L} \right)}{V_{S(ave)} \cdot I_{S(ave)}} \quad \times 100\%$$

(Texas Instrument, 2001)

Dimana:

- η : Efisiensi amplifier (%)
- P_{out} : Daya keluaran (watt)
- P_s : Daya pada *supply* (watt)
- $V_L(\text{rms})$: Tegangan efektif pada beban (V)
- Z_L : Beban amplifier (Ω)
- V_s : Tegangan pada *supply* (V)
- I_s : Arus pada *supply* (A)

2.3. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah audio amplifier dengan transistor daya 2N3055 dan MJ2955 mampu menghasilkan efisiensi antara 50% hingga 75%.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran efisiensi daya *power amplifier* 2N3055 dan MJ2955 adalah 74,3% pada frekuensi 1 KHz.
2. Semakin besar nilai tegangan input audio maka akan menghasilkan daya output yang besar sehingga efisiensi pada *power amplifier* 2N3055 dan MJ2955 mencapai maksimal sebesar 74,3% dengan memperhatikan bentuk gelombang output tanpa cacat pada frekuensi 1 KHz.

5.2. Saran

1. Bagi pembaca yang akan melakukan penelitian serupa bisa menggunakan tipe transistor daya yang lain.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan *power amplifier* 2N3055 dan MJ2955 dengan beban impedansi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aung, Shune Lei., Lwin, Kyaw Soe., and Tun, Hla Myo. 2015. *Design and Construction of 300W Audio Power Amplifier for Classroom* 4(1): 63-67.
- Burrow, S. and Grant, D. 2001. *Efficiency of Low Power Audio Amplifiers and Loudspeaker* 10(1): 322-323
- Cordell, Bob. 2011. *Designing Audio Power Amplifiers*. The McGraw-Hill. New York.
- Cresswell, J.W. 2009. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Third Edition. Sage Publication. California.
- Ellis, John N. 2001. *The 2N3055: A Case History* 48(11): 2477-2484
- Khoswanto, Handry., T.D.S, Yohanes., dan Wahyudi, Iwan. 2004. *Balanced Amplifier dengan Menggunakan Driver Op Amp* 4(2): 92-99.
- Onsemi. 2005. *2N3055(NPN), MJ2955(PNP) Complementari Silicon Power Transistor* 6(1): 1-4.
- Self, Douglas. 2013. *Audio Power Amplifier Design*. Sixth Edition. Focal Press. New York.
- Shadish, William R., Cook, Thomas D., and Campbell, Donald Thomas. 2002. *Experimental and Quasi-Experimental Design for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin. USA.
- Spirito, M., Heijden, M. P., Pelk, M., and Burghartz, J. N. 2005. *Experimental Procedure to Optimize Out-Of-Band Terminations for Highly Linear and Power Efficient Bipolar Class-AB RF Amplifiers* 5(1): 112-115
- Texas Instrument. 2001. *Guidelines for Measuring Audio Power Amplifier Performance*. Texas Instrument Incorporated. Texas.