

Sistem Pensaklaran pada Masukan dan Keluaran Penguat Awal Audio

Budihardja Murtianta¹, Deddy Susilo², Albert Tarra Wahyu Setiadi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
¹ budihardja.murtianta@staff.uksw.edu, ²deddy.susilo@staff.uksw.edu,
³alberttarraws@gmail.com

Ringkasan

Perangkat audio fidelitas tinggi (*high fidelity*) memiliki arti seberapa mirip bentuk sinyal keluaran hasil rekonstruksi terhadap sinyal masukan. Pada penelitian ini dirancang suatu sistem pensaklaran yang diterapkan pada masukan dan keluaran penguat awal (*pre-amplifier*) audio mono (1 kanal), lalu dengan diberikannya sistem pensaklaran tersebut, maka penguat awal audio mono tersebut dapat berfungsi menjadi seolah-olah penguat awal audio stereo. Dari hasil pengujian pada sistem pensaklaran yang sudah digabung pada penguat awal audio mono didapatkan penguatan yang mendekati sama tiap kanalnya dengankanal kiri sebesar 20.844 dB dan kanal kanan sebesar 20.842 dB. Akan tetapi, pada hasil perancangan ini masih memiliki beberapa kekurangan yaitu naiknya distorsi sinyal keluaran sebesar 1.550% untuk kanal kiri dan 1.565% untuk keluaran kanal kanan, serta bertambahnya cakap silang (*crosstalk*) antar kanalnya menjadi -26.24 dB dan menurunnya nilai SNR (*signal to noise ratio*) menjadi 64.06dB.

Kata kunci: sistem pensaklaran, penguat awal audio, multiplexer analog

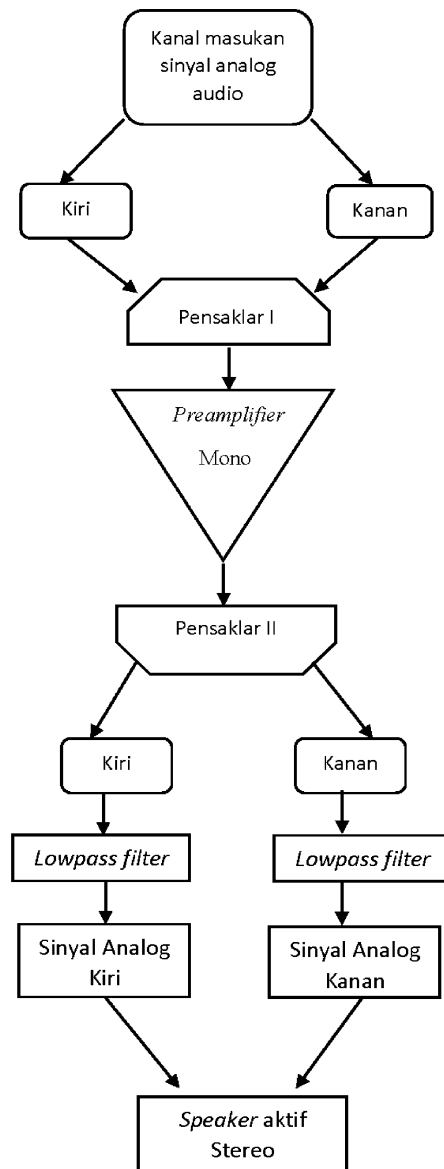
1. Pendahuluan

Idealnya setiap kanal pada penguat audio stereo memiliki sebuah penguat independen untuk memproses penguatan sinyal audio. Dengan semakin banyaknya kebutuhan komponen elektronika pada penguat independen untuk masing-masing kanal, akan memiliki kekurangan yaitu meningkatnya harga sebuah unit penguat audio. Hal ini disebabkan karena diharuskan memiliki komponen penguat audio yang identik untuk tiap kanalnya dan dalam riilnya pemakaian komponen penguat audio identik tidak menjamin 100% identik dalam fungsi kinerjanya. Penelitian ini mengkhususkan pada permasalahan dari kekurangan sistem penguat awal audio stereo, maka solusi untuk menyetarakan kinerja kanal pada penguat awal audio ialah dengan memberikan sistem pensaklaran pada sebuah penguat awal audio 1 kanal untuk dapat memproses 2 kanal sinyal masukan audio sehingga akan mengakibatkan juga berkurangnya kebutuhan penguat awal audio yang harus digunakan. Penggunaan sistem pensaklaran tersebut diaplikasikan pada masukan dan keluaran sebuah penguat awal audio 1 kanal. Ide pokok dari penelitian ini akan membangun sebuah perangkat sistem pensaklaran yang diterapkan pada masukan dan keluaran penguat awal audio mono, sedangkan bagian masukan adalah tetap dari sumber sinyal audio stereo dan pada bagian keluaran adalah penguat akhir audio stereo[1][2][3][4].

2. Perancangan

Sistem pensaklaran desain dengan terdiri dua saklar analog yaitu dengan pensaklar I dengan masukan stereo dan pensaklar II dengan keluaran stereo, hal ini difungsikan untuk mengakomodir masukan sinyal elektrik analog yang terdiri dari dua kanal yaitu kanal kiri dan kanal kanan. Keluaran dari saklar analog (pensaklar I) dengan masukan sinyal audio stereo dihubungkan pada masukan penguat awal audio mono. Keluaran dari penguat awal audio mono dihubungkan pada pensaklar II dengan keluaran stereo.

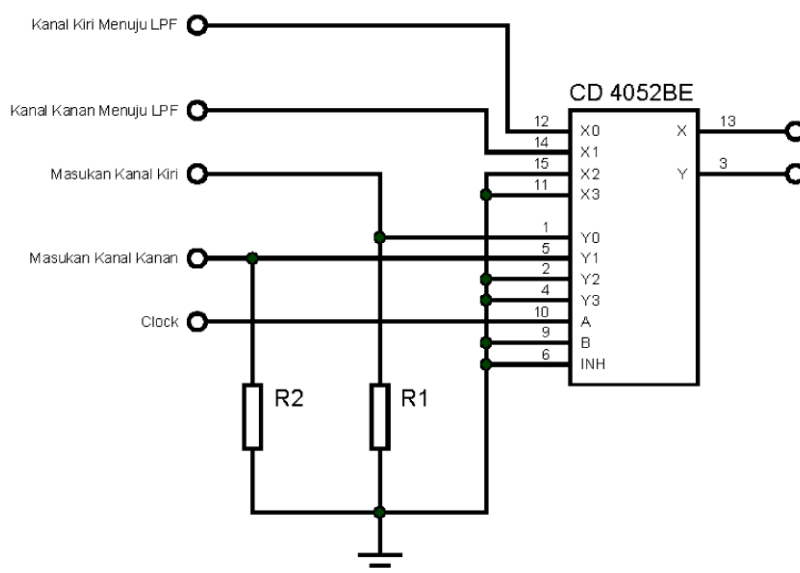
Keluaran dari pensaklar II dengan keluaran stereo diteruskan menuju tapis lolos rendah untuk merekonstruksi sinyal yang diproses pada proses sebelumnya. Hasil dari keluaran pensaklar II diteruskan menuju sebuah perangkat speaker aktif stereo agar sinyal elektrik dikonversi menjadi sinyal audio yang dapat didengarkan oleh telinga manusia yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Perancangan Alat

2.1. Modul Sistem Pensaklaran

Modul pertama adalah Modul Sistem Pensaklaran yang berfungsi sebagai sistem pensaklaran pada masukan dan keluaran penguat awal audio. Modul ini terdiri dari dua sistem pensaklaran. Pensaklar I berfungsi menggabungkan dua sinyal masukan stereo menjadi sinyal tunggal agar sinyal tersebut dapat masuk menuju kanal masukan penguat awal audio mono. Sinyal tunggal yang masuk akan dikuatkan oleh penguat awal mono. Pada keluaran penguat awal audio mono dihubungkan ke pensaklar II yang berfungsi memisahkan dari sinyal tunggal hasil penguatan penguat awal audio mono menjadi dua sinyal terpisah seperti yang terkonsep pada Gambar 1. Modul Sistem Pensaklaran direalisasikan menggunakan komponen elektronik yakni sebuah cepis multiplekser analog CD4052BE[5]. Cepis ini bekerja dengan picuan sinyal *clock* berupa gelombang kotak untuk mengaktifkan kinerja tiap pensaklarnya untuk tiap kanalnya. Konsep perancangan pensaklar I dan II ditunjukkan pada Gambar 2 serta deskripsi pin ditunjukkan pada Tabel 1 [2][3][4].



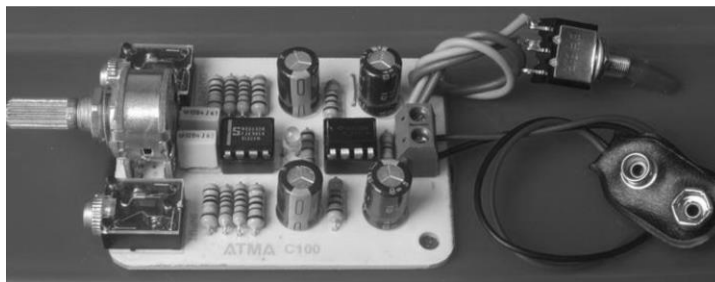
Gambar 2. Skematik modul sistem pensaklaran[4].

Tabel 1. Deskripsi penggunaan pin cepis CD4052BE[5].

PIN		Deskripsi
No.	Nama	
1	Y CH 0 IN/OUT	masukan sinyal analog kanal kiri
2	Y CH 2 IN/OUT	-tidak dipakai diberi catu daya ground-
3	Y COM IN/OUT	keluaran sinyal multiplekser menuju masukan penguat awal audio
4	Y CH 3 IN/OUT	-tidak dipakai diberi catu daya ground-
5	Y CH 1 IN/OUT	masukan sinyal analog kanal kanan
6	INHIBIT	masukan untuk mengaktifkan tiap kanal (INH='0')
7	VEE	catu daya negatif
8	VSS	catu daya negatif
9	B	selektor kanal B diberi logika '0'
10	A	masukan sinyal kotak
11	X CH 3 IN/OUT	-tidak dipakai diberi catu daya ground-
12	X CH 0 IN/OUT	keluaran sinyal hasil demultiplekser kanal kiri
13	X COM IN/OUT	keluaran preamplifier menuju proses demultiplekser
14	X CH 1 IN/OUT	keluaran sinyal hasil demultiplekser kanal kanan
15	X CH 2 IN/OUT	-tidak dipakai diberi catu daya ground-
16	VDD	catu daya positif

2.2. Modul Penguat Awal Audio

Modul kedua adalah modul penguat awal audio, dalam penelitian ini menggunakan modul Croy *headphone preamplifier*. Dengan modul ini, sinyal hasil modulasi dari pensaklar I dapat dikuatkan lalu diteruskan kembali menuju pensaklar II, selain itu modul ini berfungsi juga sebagai medium perantara sinyal modulasi menuju proses selanjutnya. Pada pengujian sistem pensaklaran, karena modul ini berupa penguat awal audio stereo maka salah satu kanal masukan tidak dipakai. Kanal yang tidak dipakai adalah kanal kanan, hal ini dilakukan karena modulasi sistem pensaklaran hanya membutuhkan satu buah kanal. Modul preamplifier ini menggunakan IC NE5532 sebagai penguat sinyal audio stereonya.

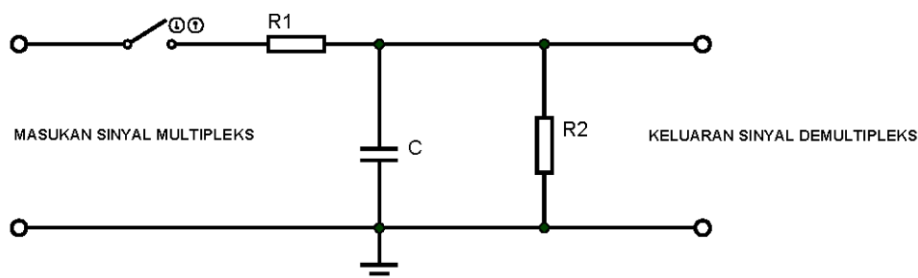


Gambar 3. Modul kit Croy headphone preamplifier.

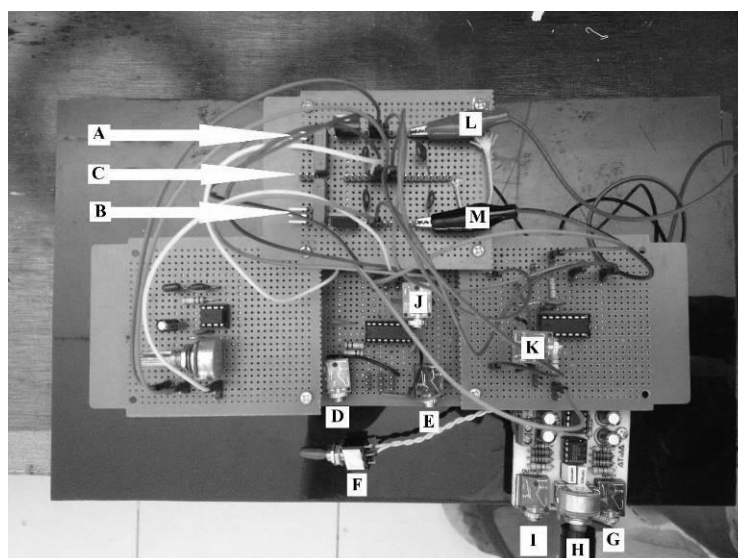
2.3. Modul Tapis Lolos Rendah (LPF)

Modul yang ketiga adalah modul tapis lolos rendah (LPF). Pada bagian masukannya menerima hasil dari sinyal demultiplekser (pensaklar II) yang akan melakukan proses rekonstruksi sinyal analog. Secara garis besar cara kerja konsep kerja LPF pada gambar 4 dapat disederhanakan menjadi :

1. Pada demultiplekser sinyal multiplekser pensaklar tertutup hanya ketika pada kanal ditentukan yang akan diambil. Dalam hal ini dibuat kombinasi masukan dengan R_1 dan C yang kecil agar tegangan segera melakukan pengisian dalam kapasitor C ketika saklar tertutup.
2. Kombinasi R_2 dengan C harus bernilai besar supaya kapasitor C dapat mempertahankan tegangannya sampai pensaklar tertutup kembali.



Gambar 4. Untai LPF dengan tapis RC.



Gambar 5. Realisasi sistem pensaklar pada penguat awal audio.

Realisasi sistem pensaklar pada penguat awal audio ditunjukkan pada Gambar 5 dan memiliki bagian masukan dan keluaran yang ditunjukkan pada Tabel 2.

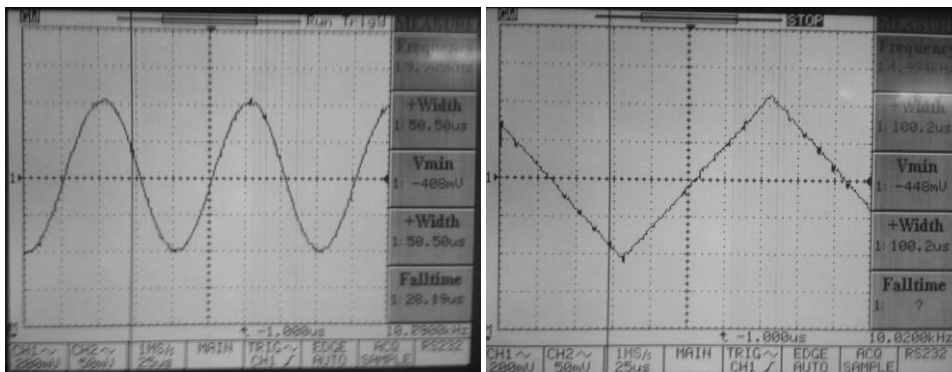
Tabel 2. Bagian masukan dan keluaran sistem pensaklar.

Bagian	Fungsi
A	suplai tegangan +12V.
B	suplai tegangan -12V.
C	ground
D	konektor masukan audio jack 3.5mm dari gawai pemutar musik
E	keluaran <i>mixing</i> modul pensaklaran menuju masukan audio jack 3.5mm modul preamplifier (poin G).
F	switch on/off modul preamplifier.
G	masukan modul preamplifier.
H	knob putar volume modul preamplifier.
I	keluaran modul preamplifier menuju masukan audio jack 3.5mm demuxing (poin J).
J	masukan audio jack 3.5mm demuxing modul pensaklaran.
K	keluaran hasil sistem perancangan menuju modul speaker aktif.
L	suplai tegangan positif modul preamplifier.
M	suplai tegangan negatif modul preamplifier.

3. Pengujian dan Analisis

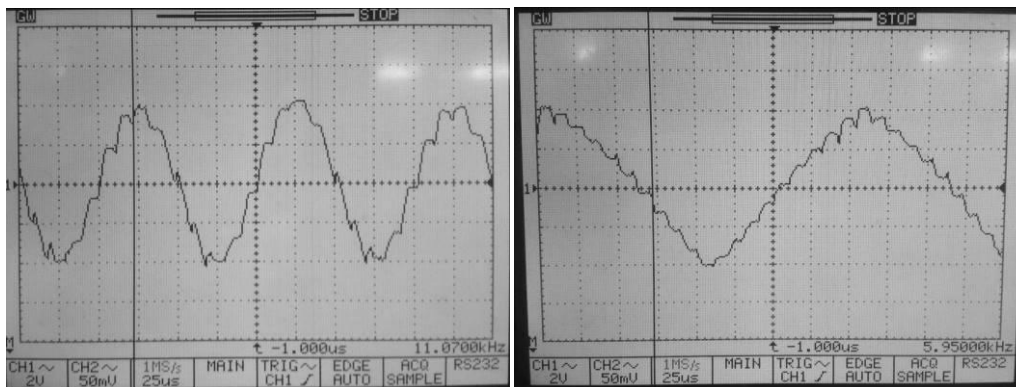
Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian melalui pengamatan diperlukan dalam memastikan apakah alat sudah mampu dilewatkan sinyal dengan baik. Pengamatan dilakukan menggunakan osiloskop untuk menampilkan hasil pengujian dalam bentuk visual.

Lalu sistem perancangan diberikan masukan 2 sinyal analog. Sinyal masukan untuk kanal kiri diberikan sinyal sinusoidal yang memiliki amplitudo sebesar 295 mVrms dengan frekuensi sebesar 10kHz dan untuk sinyal masukan kanal kanan diberikan sinyal segitiga yang memiliki amplitudo sebesar 295 mVrms dengan frekuensi sebesar 5kHz yang ditunjukkan pada Gambar 6. Untuk modul sistem pensaklaran dan modul penguat awal audio diberikan catu daya sebesar +6V dan -6V, selain itu modul sistem pensaklaran diberikan juga pulsa sinyal kotak sebesar 100kHz untuk diberikan pada pin A.



Gambar 6. Masukan sinyal kanal kanan (sinus 295 mVrms, 10kHz) dan kanal kanan (sinyal segitiga 295 mVrms, 5kHz).

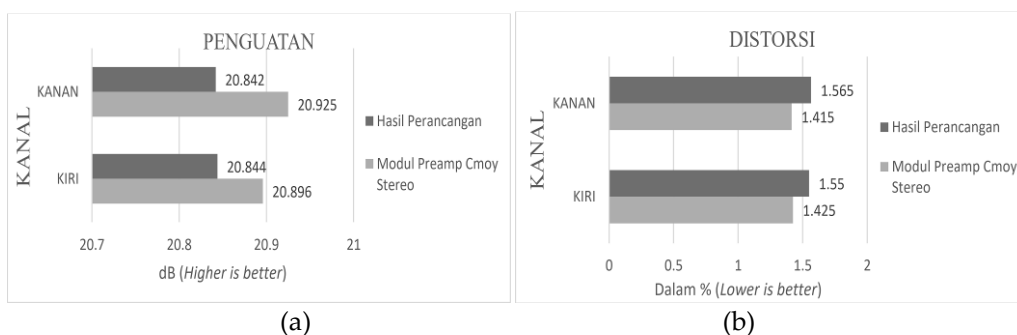
Setelah itu dilakukan pengamatan pada keluaran tiap kanal kiri dan kanan. Keluaran tiap kanal diambil melalui keluaran dari modul LPF yang sesuai pada konsep sistem perancangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Gambar 7 merupakan representasi hasil pengamatan untuk tiap kanal kiri dan kanan.



Gambar 7. Keluaran LPF kanal kiri dan kanal kanan.

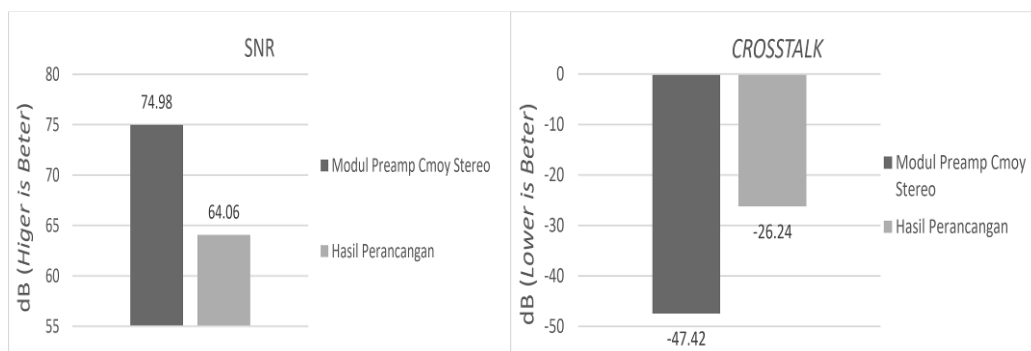
Pengujian kedua ialah dengan mengambil data pada sistem perancangan dan membandingkannya dengan karakter asli dari penguat awal audio CmoY. Jadi data hasil pengujian didapat dari sistem pensaklar dan penguat awal audio CmoY yang disebut sebagai perangkat X dan penguat awal audio CmoY saja yang disebut sebagai perangkat Y. Pengambilan data dilakukan menggunakan alat ukur berupa multimeter dan *distortion meter* serta tetap menggunakan osiloskop untuk memantau bentuk gelombangnya.

Pengambilan data pertama ialah disajikan pada Gambar 7 yaitu dengan menguji distorsi dan penguatan dari perangkat X dan Y. Sinyal pengujian yang diberikan adalah sinyal masukan gelombang sinus yang sama bagi tiap kanalnya yang diberikan variasi frekuensi 100Hz-1kHz dan tetap mempertahankan masukan tegangan sebesar 300 mVrms.



Gambar 8. Grafik Penguatan Antara Modul Preamp Dan Hasil Perancangan.

Dari Gambar 8a menunjukkan bahwa perangkat Y memiliki kekurangan yakni penguatan yang tak identik untuk tiap kanalnya sebesar 20.896 dB kanal kiri dan kanal kanan sebesar 20.925 dB, ini menunjukkan dengan komponen yang sama memang tidak menghasilkan kinerja yang sama. Kemudian ketika hanya memakai satu kanal saja (kanal kiri) modul Cmoj preamp yang langsung dipasangkan dengan modul sistem pensaklaran (perangkat X) memberikan nilai penguatan untuk tiap kanalnya yang hampir sama yakni 20.844dB(kanal kiri) dan 20.842 dB(kanal kanan) dan penghematan bandwidth sebesar 50% karena hanya memakai 1 kanal untuk penguatan sinyalnya. Pada pengambilan data kedua adalah hasil pengujian SNR (*Signal to Noise Ratio*) dan nilai *crosstalk*.



Gambar 9. Grafik SNR dan *crosstalk*.

Gambar 9 menunjukkan bahwa ketika menguji modul Cmoj saja (perangkat Y) dihasilkan performa SNR yang lebih baik yakni sebesar 74.98 dB dan Crosstalk sebesar -47.42 dB. Untuk hasil pengujian perangkat X menghasilkan nilai SNR sebesar 64.06 dB dan *crosstalk* sebesar -26.24 dB.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian pada sistem pensaklaran yang sudah digabung pada penguat awal audio preamplifier mono Cmoj, didapatkan nilai penguatan yang mendekati sama tiap kanalnya, dengan kanal kiri dan kanal kanan sebesar 20.844dB dan 20.842dB. Akan tetapi dalam penelitian ini menghasilkan beberapa kekurangan yaitu distorsi sinyal keluaran kanal kiri dan kanan melebihi 1% yakni sebesar 1.550% dan 1.565%, serta bertambahnya *crosstalk* antar kanalnya menjadi -26.24dB dan berkurangnya nilai SNR menjadi 64.06dB.

Daftar Pustaka

- [1] Adel S. Sedra, dan Kenneth C. Smith, "Rangkaian Mikroelektronika", Edisi ke – 2, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1989.
- [2] T. M. Carpenter, M. W. Rashid, M. Ghovanloo, D. Cowell, S. Freear, F. L. Degertekin, "Time-Division Multiplexing for Cable Reduction In Ultrasound Imaging Catheters", IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference: Engineering for Healthy Minds and Able Bodies, BioCAS 2015, 22-24 Oct 2015, Atlanta, USA, ISBN 9781479972333, [Online]. Available: <http://eprints.whiterose.ac.uk/101033/1/TDMPaper.pdf>.
- [3] R. V. P. S. Yadav, N. Srivastava, "Design of High Speed Flash Analog to Digital Converter Using Multiplexer and Comparator", International Journal of Science and Research (IJSR), ISSN: 2319-7064, Volume 5 Issue 6, June 2016, [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/5e5a/d9816e0af747031d31a4b78aa724e1a14ecd.pdf>.
- [4] R. V. P. S. Yadav, N. Srivastava, "Implementation of High Speed Flash ADC Using Multiplexer with Reduced Number of Preamplifier and Comparator Count", International Journal of Science and Research (IJSR), ISSN: 2319-7064, Volume 7 Issue 10, October 2018, [Online]. Available: <https://www.ijsr.net/archive/v7i10/ART20191945.pdf>.
- [5] Texas Instruments, "CD405xB CMOS Single 8-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer With Logic-Level Conversion", www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4051b.pdf, diakses tanggal 10 Oktober 2019.