

Analisis Pengaruh Resistor, Kapasitor, Dan Feedback Negatif Terhadap Respon Frekuensi Rangkaian Dasar *Operational – Amplifier* (Op-Amp) Dengan Menggunakan *Banana Port*

Project Board

1st Muhammad Tabah Rizky P
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mtabahrizky@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Iswahyudi Hidayat
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

iswahyudihidayat@telkomuniversity.ac.id

3rd Wahmisari Priharti,
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

wpriharti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Respon Frekuensi adalah sebuah materi mengenai elektronika yang pada saat ini hanya dijelaskan pengertian secara umumnya, tanpa adanya penjelasan lebih lanjut mengenai materi ini. Respon Frekuensi membahas mengenai grafik yang berlandaskan domain frekuensi yang menunjukkan rentang frekuensi kerja sebuah komponen penguat.

Penelitian ini ditujukan untuk memahami respon frekuensi dan juga menganalisis pengaruh resistor, kapasitor, beserta feedback negatif terhadap respon frekuensi komponen penguat OP-AMP. Ada 2 Konfigurasi OP – AMP yang akan digunakan yaitu Inverting dan juga Non – Inverting dimana masing – masing memiliki 4 komposisi komponen resistor dan kapasitor yang berbeda – beda. Dari konfigurasi dan komposisi inilah dapat dianalisis pengaruh dari komponen – komponen tersebut terhadap respon frekuensi dari OP – AMP.

Dari penelitian ini didapat bahwa OP – AMP memiliki respon frekuensi yang berbeda dimana ada respon frekuensi yang umum dimana memiliki F_h dan F_l untuk menunjukkan bandwidth daerah kerjanya, ada respon frekuensi yang menunjukkan kenaikan gain seiring kenaikan frekuensi, serta ada respon frekuensi dimana gain akan menurun seiring kenaikan frekuensi.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa respon frekuensi OP – AMP dipengaruhi oleh resistor, kapasitor, dan juga feedback negatif.

Kata kunci - Operational Amplifier, OP-AMP, Resistor, Kapasitor, Respon Frekuensi, Feedback negatif

I. PENDAHULUAN

Respon Frekuensi adalah salah satu materi dasar elektronika yang membahas mengenai grafik yang berlandaskan domain frekuensi. Grafik ini memiliki tujuan untuk menunjukkan di frekuensi berapa sebuah alat, rangkaian, ataupun komponen elektronika penguat dapat bekerja dengan semestinya[2,3]. Daerah frekuensi ini sering disebut juga dengan domain frekuensi, dimana domain ini memiliki titik atas frekuensi yang disebut dengan F_h dan titik

bawah frekuensi yang disebut dengan F_l yang merupakan absis dari domain frekuensi sedangkan untuk ordinatnya adalah nilai penguatan dalam satuan desibel (Db).

Analisis respon frekuensi pada Operational Amplifier (OP – AMP) akan dilakukan dengan cara eksperimen, dimana ada 8 rangkaian OP – AMP yaitu 4 Rangkaian Inverting dan 4 Rangkaian Non – Inverting. 4 rangkaian ini akan menggunakan komposisi Resistor- Resistor, Resistor – Kapasitor, Kapasitor – Resistor, dan Kapasitor – Kapasitor untuk melihat bagaimana pengaruhnya terhadap respon frekuensi penguat yang ada pada OP – AMP, untuk feedback negatifnya sendiri pada dasarnya OP-AMP sudah memiliki feedback negatif pada rangkaian dasarnya.

8 Rangkaian ini akan dirangkai pada sebuah project board yang dimodifikasi dimana project board ini memiliki banana port sebagai port utamanya. Komponen – komponen yang akan digunakan pun memiliki perbedaan dimana komponen ini tidak akan dipasang langsung pada project board, tetapi akan dipasang pada casing komponen untuk disesuaikan kaki komponennya. Project board ini dibuat agar memudahkan dalam proses perangkaian rangkaian elektronik untuk kegiatan praktikum dan juga agar menjaga komponen – komponen yang digunakan tidak cepat rusak.

II. KAJIAN TEORI

A. DC Power Supply

DC Power Supply adalah instrument yang memiliki fungsi untuk menghasilkan tegangan searah yang dapat dikontrol nilai tegangannya. Tegangan ini diperlukan dikarenakan OP-AMP adalah sebuah komponen aktif.

B. Feedback Negatif

Feedback adalah Sebagian sinyal keluaran yang masuk Kembali ke komponen penguat bersamaan dengan sinyal input. Feedback terbagi menjadi 2 yaitu Feedback negative dan juga feedback positif. Kedua feedback ini memiliki fungsi yang berbeda dimana feedback positif akan

menjumlahkan Sebagian sinyal keluaran dengan sinyal masukan sehingga sinyal yang masuk ke penguat akan semakin besar atau bahkan bisa juga digunakan sebagai pembangkit sinyal(osilator) sedangkan feedback negative akan mengurangi sinyal masukan sehingga penguatan akan berkurang tetapi sinyal yang dihasilkan akan lebih stabil. Pada OP – AMP, membedakan feedback cukup mudah dilakukan dimana dapat dilihat ke kaki mana feedback terhubung, jika ke kaki inverting (polaritas negatif) maka itu adalah feedback negatif, sedangkan jika terhubung ke kaki non – inverting (polaritas positif) maka itu adalah feedback positif[3].

C. Function Generator

Function Generator adalah instrument yang memiliki fungsi untuk menghasilkan sebuah sinyal baik itu AC ataupun DC dimana kita bisa mengontrol bentuk, frekuensi, serta amplitudo sinyalnya[5].

D. Kapasitor

Kapasitor adalah komponen yang terdiri dari 2 bagian konduktor yang dipisahkan oleh sebuah material insulasi yang dinamakan dielektrik. Kapasitor memiliki fungsi sebagai penyimpan muatan[1] atau bisa disebut sebagai kapasitansi. Dimana elektron tersebut akan tersimpan ketika dalam kondisi charge dan akan dilepaskan ketika dalam kondisi discharge.

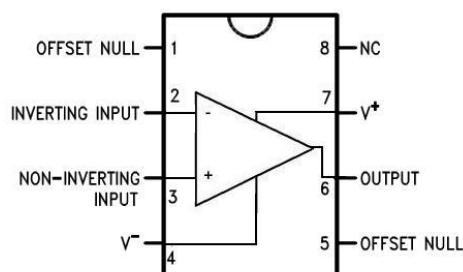
E. Kelinearan

Kelinearan adalah keadaan dimana ketika keluaran dan juga masukan memiliki persamaan yang proporsional, contohnya Ketika sinyal masukan dalam kondisi naik maka sinyal keluaran juga akan dalam kondisi naik, begitu juga Ketika kita merubah nilai sinyal masukan menjadi lebih besar maka sinyal keluaran juga akan ikut membesar sesuai dengan pembesaran yang ada pada sinyal masukan.

F. Operational Amplifier

OP – AMP adalah sebuah komponen elektronika aktif yang memiliki gain dan impedansi input yang tinggi dan impedansi output yang rendah. OP – AMP biasa digunakan untuk menaikkan nilai tegangan, sebagai filter sinyal, dan penghasil sinyal / osilator[4]. OP- AMP yang akan digunakan adalah LM741 dimana merupakan single OP- AMP dengan konektivitas 8 pin dimana

LM741 Pinout Diagram



GAMBAR 1
LM741 Pinout

Pin 1 = Offset Null
Pin 2 = Inverting Input
Pin 3 = Non – Inverting Input
Pin 4 = V- atau Ground

Pin 5 = Offset Null

Pin 6 = Output

Pin 7 = V+

Pin 8 = Not Connected (NC)

G. Osiloskop

Osiloskop adalah instrument yang memiliki fungsi untuk membaca sinyal baik itu sinyal AC maupun DC, Osiloskop dapat membaca mulai dari tegangan yang ada pada sinyal, amplitudonya, fasa sinyal, bentuk sinyal dan lain lain.

H. Resistor

Resistor adalah sebuah komponen elektronik yang memiliki tugas sebagai hambatan atau resistansi. Sesuai namanya, komponen ini akan berusaha untuk menahan agar elektron tidak dapat mengalir[1]. Elektron yang dihambat oleh komponen ini akan diserap oleh bagian karbon sehingga akan menghasilkan energi panas pada permukaan komponen ini.

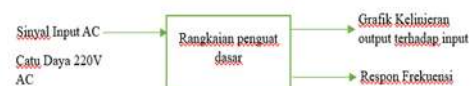
I. Respon Frekuensi

Respon Frekuensi adalah istilah untuk menjelaskan mengenai bagaimana penguatan yang terjadi pada sebuah komponen penguat di rentang frekuensi tertentu[2,3]. Respon Frekuensi juga menjelaskan mengenai bandwidth yang dimana merupakan daerah kerja komponen penguat yang dimana penguatannya itu stabil.

III. METODE

Metode penelitian yang akan digunakan adalah dengan menggunakan metode eksperimen dimana akan dibuat 8 rangkaian yang akan mewakili komposisi resistor, kapasitor, dan juga feedback negatif untuk melihat pengaruhnya terhadap respon frekuensi komponen OP – AMP. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan instrumen osiloskop, power supply, dan juga function generator untuk membantu dalam proses pengukuran dan pengambilan data. Langkah – Langkah penelitian adalah sebagai berikut:

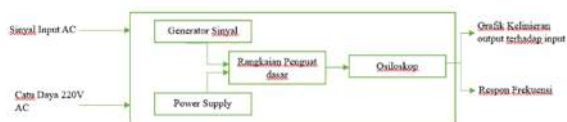
A. Menentukan diagram fungsi sistem



GAMBAR 2
Diagram Fungsi Level 0

TABEL 1
Diagram Fungsi Level 0

Modul	Rangkaian Penguat Dasar MOSFET
Masukan	- Sinyal Input AC - Catu daya 220V AC
Keluaran	- Grafik kelinieran output terhadap input - Data nilai untuk menentukan respon frekuensi
Fungsi	Memastikan rangkaian bekerja dengan baik dan mendapatkan beberapa nilai parameter untuk menentukan respon frekuensi



GAMBAR 3
Diagram Fungsi Level 1

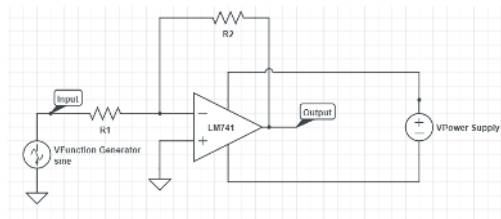
TABEL 2
Diagram Fungsi Level 1

Modul	Rangkaian Penguat Dasar MOSFET beserta instrumen penampil dan pemberi sinyal serta pemberi tegangan/arus yang digunakan
Masukan	- Sinyal Input AC - Tegangan Power Supply
Keluaran	- Grafik kelinieran output terhadap input - Data nilai untuk menentukan respon frekuensi
Fungsi	Memastikan rangkaian bekerja dengan baik dan mendapatkan beberapa nilai parameter untuk menentukan respon frekuensi

B. Menentukan bentuk rangkaian

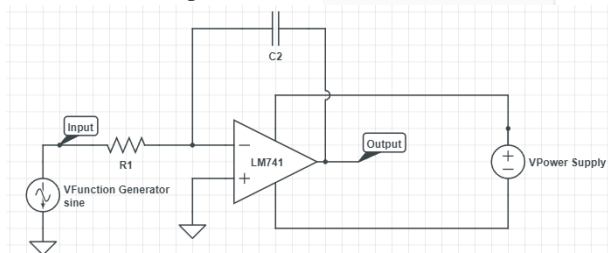
1. Inverting

A. Resistor – Resistor



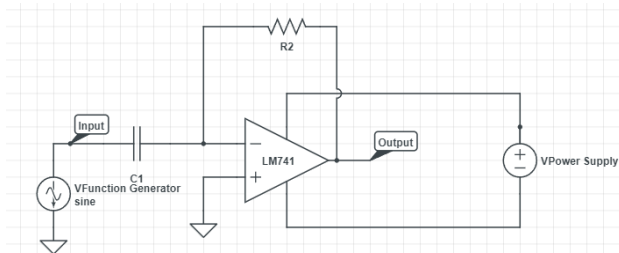
GAMBAR 4
Rangkaian Inverting Resistor - Resistor pada Proteus

B. Resistor – Kapasitor



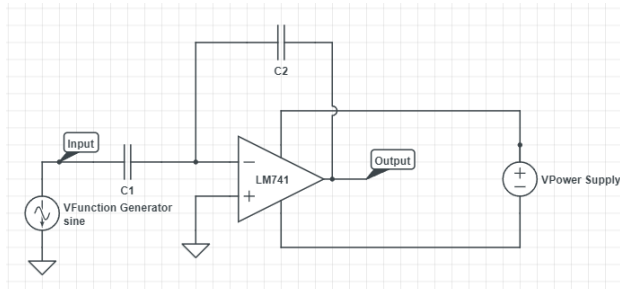
GAMBAR 5
Rangkaian Inverting Resistor - Kapasitor pada Proteus

C. Kapasitor – Resistor



GAMBAR 6
Rangkaian Inverting Kapasitor - Resistor pada Proteus

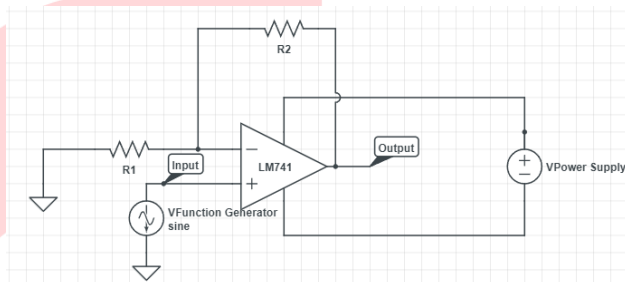
D. Kapasitor – Kapasitor



GAMBAR 7
Rangkaian Inverting Kapasitor – Kapasitor pada Proteus

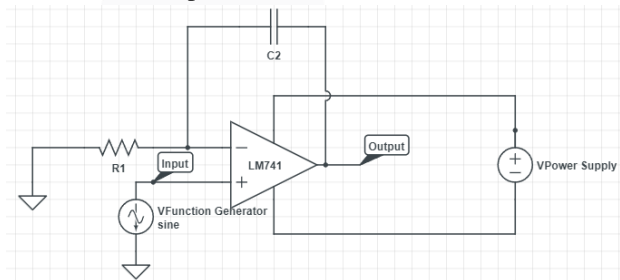
2. Non – Inverting

E. Resistor – Resistor



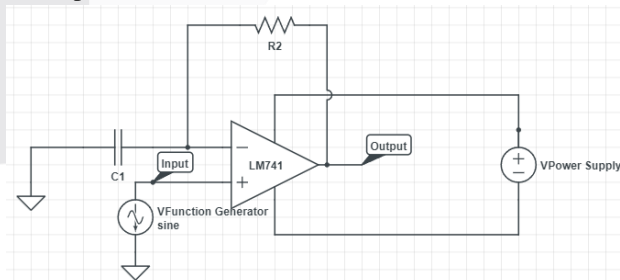
GAMBAR 8
Rangkaian Non – Inverting Resistor – Resistor pada Proteus

F. Resistor – Kapasitor



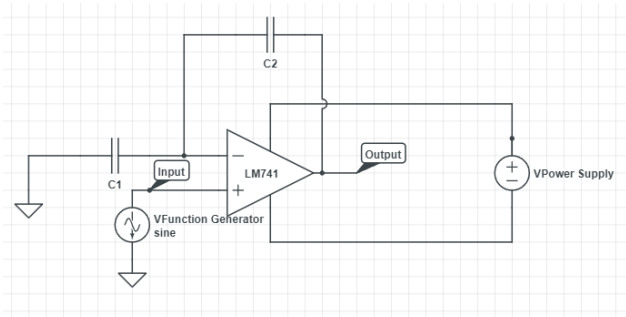
GAMBAR 9
Rangkaian Non – Inverting Resistor – Kapasitor pada Proteus

G. Kapasitor – Resistor



GAMBAR 10
Rangkaian Non – Inverting Kapasitor – Resistor pada Proteus

H. Kapasitor – Kapasitor



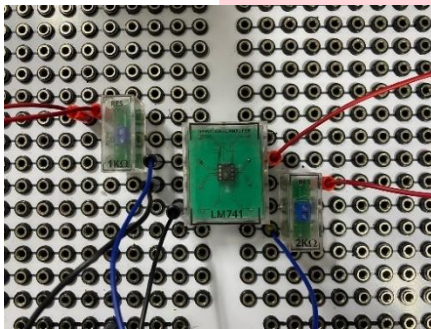
GAMBAR 11

Rangkaian Non – Inverting Kapasitor - Kapasitor pada Proteus

C. Merangkai rangkaian pada banana port project board

1. Inverting

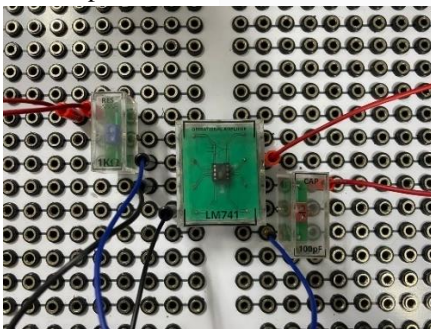
a. Resistor – Resistor



GAMBAR 12

Rangkaian Inverting Resistor – Resistor pada Banana Port Project Board

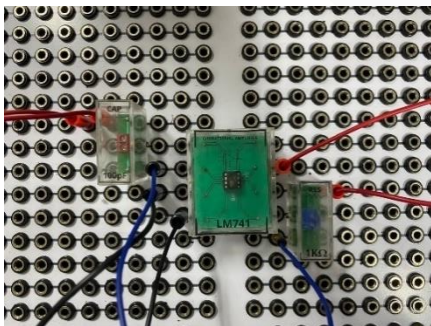
b. Resistor – Kapasitor



GAMBAR 13

Rangkaian Inverting Resistor – Kapasitor pada Banana Port Project Board

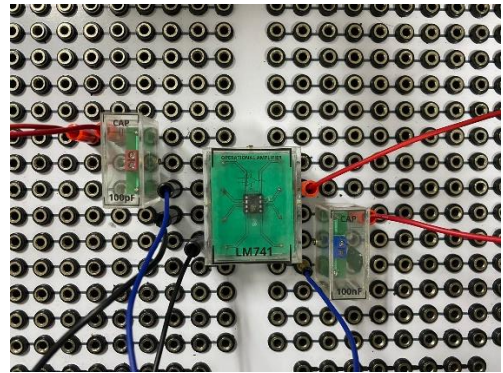
c. Kapasitor – Resistor



GAMBAR 14

Rangkaian Inverting Resistor – Kapasitor pada Banana Port Project Board

d. Kapasitor – Kapasitor

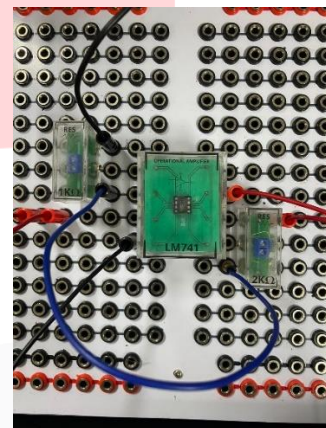


GAMBAR 15

Rangkaian Inverting Kapasitor – Kapasitor pada Banana Port Project Board

2. Non – Inverting

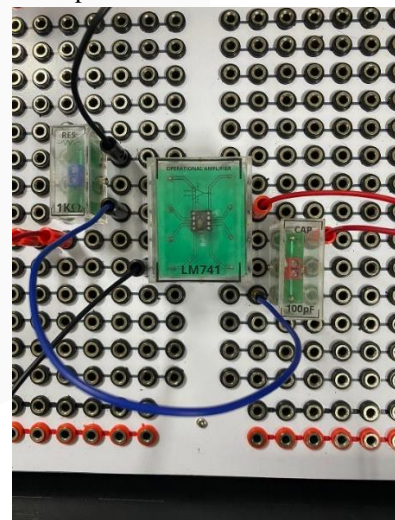
e. Resistor – Resistor



GAMBAR 16

Rangkaian Non – Inverting Resistor – Resistor pada Banana Port Project Board

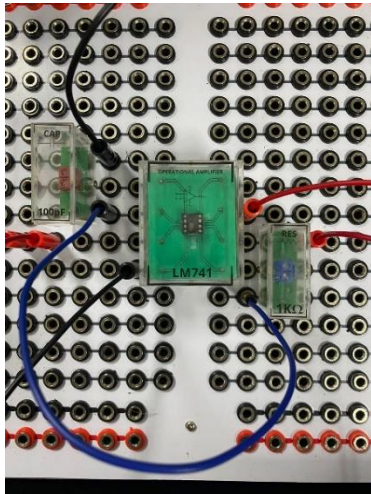
f. Resistor – Kapasitor



GAMBAR 17

Rangkaian Non – Inverting Resistor – Kapasitor pada Banana Port Project Board

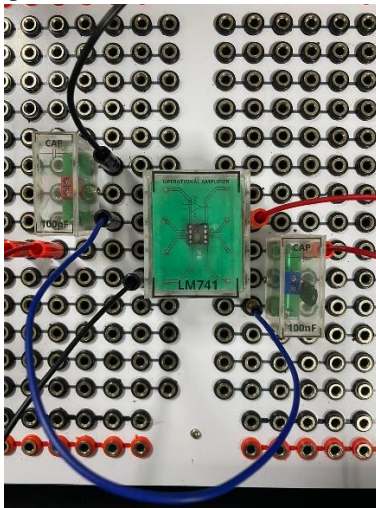
g. Kapasitor – Resistor



GAMBAR 18

Rangkaian Non – Inverting Kapasitor – Resistor pada Banana Port Project Board

- h. Kapasitor – Kapasitor Non – Inverting Resistor – Resistor pada Proteus



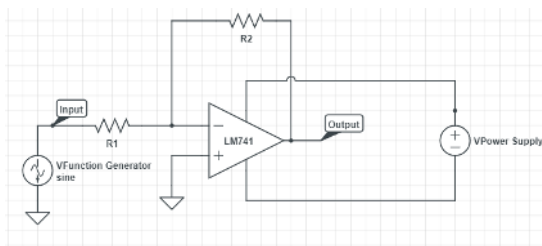
Gambar 19

Rangkaian Non – Inverting Kapasitor – Kapasitor pada Banana Port Project Board

- D. Mengamati dan menganalisis hasil keluaran sinyal yang ada pada osiloskop

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Inverting Op-Amp



Gambar 20

Rangkaian Inverting OP - AMP

Mencari nilai Gain closed loop

$$G = \frac{V_o}{V_i}$$

Asumsikan OP AMP dalam keadaan ideal maka

$A_{ol} = \infty$ (Gain pada open loop)

$V_- = V_+$ pada kaki inverting = V_1

$V_+ = V$ pada kaki non inverting = V_2

$$V_{in} = V_2 - V_1 = \frac{V_o}{A_{ol}}$$

$$V_2 - V_1 = \frac{V_o}{\infty} = 0$$

$$V_2 = V_1$$

Dikarenakan V_2 terhubung dengan ground maka $V_2 = 0$, hal ini mengakibatkan adanya short circuit virtual dan ground virtual yang membuat

$$V_1 = 0$$

$V_{ins} = V_{in}$ dari sumber

$$I_1 = \frac{V_{ins} - V_1}{R_1} = \frac{V_{ins} - 0}{R_1} = \frac{V_{ins}}{R_1}$$

Karena diasumsikan ideal, maka tidak akan mengalir ke dalam OP AMP sehingga arus akan mengalir ke R_2 dan mengakibatkan

$$V_o = V_2 - I_1 \cdot R_2$$

$$V_o = V_2 - \frac{V_{ins}}{R_1} \cdot R_2$$

$$V_o = 0 - \frac{V_{ins}}{R_1} \cdot R_2$$

$$V_o = - \frac{V_{ins}}{R_1} \cdot R_2$$

$$\frac{V_o}{V_{ins}} = - \frac{R_2}{R_1}$$

$$A_{cl} = - \frac{R_2}{R_1} \quad (1)$$

Untuk menentukan domain frekuensi kita harus mencari dulu $A_v(\text{dB})$, A_{vm} dan $A_{vm}(\text{dB})$

$$A_v(\text{dB}) = 20 \log |A_{cl}|$$

$$A_v(\text{dB}) = 20 \log \left| - \frac{R_2}{R_1} \right| \quad (2)$$

$$A_{vm} = A_v(\text{dB}) - 3$$

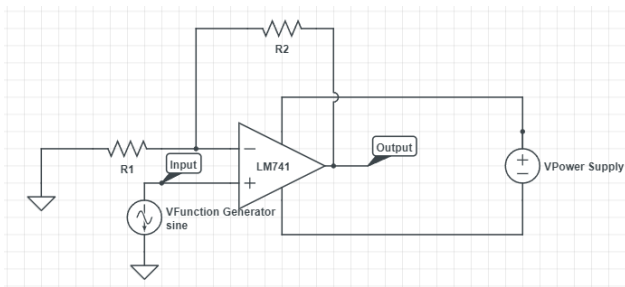
$$A_{vm}(\text{dB}) = 20 \log \left| - \frac{R_2}{R_1} \right| - 3 \quad (3)$$



GAMBAR 21

Hasil Keluaran Inverting pada Osiloskop

A. Non - Inverting Op-Amp



Gambar 22
Rangkaian Non - Inverting OP – AMP

Mencari nilai Gain closed loop

$$G = \frac{V_o}{V_i}$$

Asumsikan OP AMP dalam keadaan ideal maka $A_{ol} = \infty$ (Gain pada open loop)

$V_- = V$ pada kaki inverting = V_1

$V_+ = V$ pada kaki non inverting = V_2

$$V_{in} = V_2 - V_1 = \frac{V_o}{A_{ol}}$$

$$V_2 - V_1 = \frac{V_o}{\infty} = 0$$

$$V_2 = V_1$$

Dikarenakan $V_2 = V_1$, maka arus pada $R_1 = \frac{V_{ins}}{R_1}$ dimana V_{ins} adalah V_{in} dari sumber yang terdapat pada kaki non - inverting. Dikarenakan impedansi input yang sangat tinggi (mendekati tak hingga) arus akan mengalir melalui R_2 menuju R_1

$$V_o = V_2 - I_1 \cdot R_2$$

$$V_o = V_{ins} - \left(-\frac{V_{ins}}{R_1}\right) \cdot R_2$$

$$V_o = V_{ins} + \frac{V_{ins}}{R_1} \cdot R_2$$

$$V_o = V_{ins} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\frac{V_o}{V_{ins}} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$A_{cl} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \quad (4)$$

Untuk menentukan domain frekuensi kita harus mencari dulu $A_v(\text{dB})$, A_{vm} dan $A_{vm}(\text{dB})$

$$A_v(\text{dB}) = 20 \log |A_{cl}|$$

$$A_v(\text{dB}) = 20 \log \left| \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \right| \quad (5)$$

$$A_{vm}(\text{dB}) = A_v(\text{dB}) - 3$$

$$A_{vm}(\text{dB}) = 20 \log \left| 1 + \frac{R_2}{R_1} \right| - 3 \quad (6)$$



GAMBAR 23
Hasil Keluaran Non - Inverting pada Osiloskop

Untuk rangkaian yang menggunakan kapasitor, baik itu inverting ataupun non - inverting, dapat menggunakan hambatan pengganti berupa X_c dengan $X_c = \frac{1}{\omega C}$ atau $X_c = \frac{1}{2\pi f C}$

• Non - Inverting

1. Resistor dan Resistor

Berdasarkan data dan juga rumus yang ada maka

Tabel 3 Gain Resistor dan Resistor (Non-Inverting)

No	R1 (Ω)	R2 (Ω)	Vin	Vout	Av	Av(dB)
1	1K	2K	1,02	3,08	3,02	9,6
2	1K	5K1	1,04	6,25	6	15,56
3	1K	20K	1,04	21,65	20,81	26,36
4	2K	2K	1,04	2,08	2	6,02
5	2K	5K1	1,08	3,80	3,51	10,9
6	2K	51K	1,04	27,4	26,35	28,41
7	2K	1K	1,04	1,56	1,5	3,52
8	5K1	2K	1,08	1,1	1,01	0,08
9	5K1	51K	1,04	11,4	10,96	20,79
10	20K	5K1	1,04	1,3	1,25	1,93

Tabel 4 Respon Frekuensi Resistor dan Resistor (Non-Inverting)

N o	R1 (Ω)	R2 (Ω)	Av (dB)	Av m (dB)	Titik Cut off atas (Hz)	Titik Cutoff bawah (Hz)	Bandwidth (fh – fl)
1	1K	2K	9,6	6,6	120 K	40	119960
2	1K	5K1	15,56	12,56	14K	15	13985
3	1K	20 K	26,36	23,36	12K	30	11970
4	2K	2K	6,02	3,02	200 K	10	199990
5	2K	5K1	10,9	7,9	70K	70	69930
6	2K	51 K	28,41	25,41	3K	10	2990
7	2K	1K	3,52	0,52	1M	100	999900
8	5K1	2K	0,08	-2,92	760 K	15	759985
9	5K1	51 K	20,79	17,79	40K	50	39950

10	20 K	5K 1	1,93	-1,07	90K	25	89975
----	------	------	------	-------	-----	----	-------

2. Resistor dan Kapasitor

Tabel 5 Gain Resistor dan Kapasitor (Non-Inverting)

N o	F uji	R1 (Ω)	C2 (F)	Vi n	Vou t	Gai n	Av(dB)
1	100	10 K	100 n	1,2	3,08	2,57	8,2
2	1K	1K	100 n	1,4	3,67	2,62	8,37
3	50	20 K	100 n	1,4	3,58	2,56	8,16
4	100 K	10 K	100 p	1,6	4,1	2,56	8,16
5	0,1	10 K	100 μ	1,2	3,1	2,58	8,23
6	1M	1K	100 p	1,8	4,68	2,6	8,3
7	0,05	20 K	100 μ	1,2	3,1	2,59	8,27
8	0,5	2K	100 μ	1,8	4,7	2,61	8,33
9	50K	20 K	100 p	1,8	4,64	2,58	8,23
10	1	1K	100 μ	1,6	4,11	2,57	8,2

Tabel 6 Respon Frekuensi Resistor dan Kapasitor (Non-Inverting)

N o	R 1 (Ω)	C2 (F)	Av (dB)	Av(dB) Ketika F = 10 Hz	Av(dB) Ketika F = 5K Hz	Av(dB) Ketika F = 100K Hz	Av(dB) Ketika F = 2M Hz
1	10 K	10 On	8,2	24,57	0,27	0,014	0,0007
2	1K	10 On	8,37	44,1	2,4	0,14	0,007
3	20 K	10 On	8,16	19,05	0,14	0,007	0,0003
4	10 K	10 Op	8,16	84,04	30,33	8,27	0,67
5	10 K	10 0μ	8,23	0,14	0,0003	0,00001	0,000007
6	1K	10 Op	8,3	104,04	50,09	24,57	5,09
7	20 K	10 0μ	8,27	0,07	0,0001	0,000007	0,0000003

8	2K	10 0μ	8,33	0,67	0,001	0,00007	0,000003
9	20 K	10 Op	8,23	78,02	24,57	5,09	0,34
10	1K	10 0μ	8,2	1,28	0,003	0,00001	0,000007

3. Kapasitor dan Resistor

Tabel 7 Gain Kapasitor dan Resistor (Non-Inverting)

N o	F Uji	C1 (F)	R2 (Ω)	Vi n	Vout	Gai n	Av(x)
1	1K	100 n	10 K	1,4	10,15	7,25	17,21
2	10K	100 n	1K	1,2	8,75	7,29	17,25
3	500	100 n	20 K	1,8	13,18	7,32	17,29
4	1M	100 p	10 K	1,2	8,76	7,3	17,27
5	1	100 μ	10 K	1,2	8,77	7,31	17,28
6	10M	100 p	1K	1,4	10,18	7,27	17,23
7	0,5	100 μ	20 K	1,6	11,6	7,25	17,21
8	5	100 μ	2K	1,8	13,1	7,28	17,24
9	500 K	100 p	20 K	1,6	11,66	7,29	17,25
10	10	100 μ	1K	1,2	8,72	7,27	17,23

Tabel 8 Respon Frekuensi Kapasitor dan Resistor (Non-Inverting)

N o	C1 (F)	R2 (Ω)	Av (dB)	Av(dB) Ketika F = 1 Hz	Av(dB) Ketika F = 50K Hz	Av(dB) Ketika F = 100 K Hz	Av(dB) Ketika F = 1M Hz
1	10 On	10 K	17,21	0,05	49,97	55,97	75,96
2	10 On	1K	17,25	0,005	30,21	36,1	55,97
3	10 On	20 K	17,29	0,11	55,97	61,97	81,98
4	10 Op	10 K	17,27	0,00005	2,37	4,23	17,24

5	10 0 μ	10 K	17, 28	17,24	109, 94	115, 96	135, 96
6	10 0p	1K	17, 23	0,0000 05	0,27	0,53	4,23
7	10 0 μ	20 K	17, 21	22,65	115, 96	121, 98	141, 98
8	10 0 μ	2K	17, 24	7,07	95,9 6	101, 98	121, 98
9	10 0p	20 K	17, 25	0,0001	4,23	7,07	22,6 5
1 0	10 0 μ	1K	17, 23	4,23	89,9 4	95,9 6	115, 96

2	10 0 μ	10 0n	60,02	57,02	40 K	30	39970
3	30 p	10 0n	0,002 6	- 2,997 4	10 K	100	9900
4	10 0p	22 p	14,89	11,89	80 K	40	79960
5	10 0p	10 0 μ	0,000 008	- 2,999 992	10 K	1K	9K
6	10 0 μ	10 0 μ	6,02	3,02	10 0K	100	99900
7	30 p	10 0p	2,28	-0,72	25 0K	80	24992 0
8	22 n	22 0 μ	0,01	-2,99	10 K	50	9950
9	30 p	10 0 μ	0,000 0026	- 2,999 974	5K	150	4850
1 0	22 n	10 0p	46,89	43,89	20 0K	50	19995 0

4. Kapastior dan Kapasitor

Tabel 9 Gain Kapasitor dan Kapasitor (Non-Inverting)

No	C1 (F)	C2 (F)	Vin	Vout	Gain	Av(x)
1	10 0p	10 0n	1,4	1,4014	1,001	0,01
2	10 0 μ	10 0n	0,0 04	4,008	1002	60,02
3	30 p	10 0n	1,4	1,40042	1,0003	0,0026
4	10 0p	22 p	1,8	10,87	5.55	14,89
5	10 0p	10 0 μ	1,2	1,20000 12	1,0000 01	0,0000 08
6	10 0 μ	10 0 μ	1,2	2,4	2	6,02
7	30 p	10 0p	1,8	2,34	1,3	2,28
8	22 n	22 0 μ	2	2,002	1,001	0,01
9	30 p	10 0 μ	1,8	1,80000 054	1,0000 003	0,0000 026
1 0	22 n	10 0p	0,0 04	0,884	221	46,89

Tabel 10 Respon Frekuensi Kapasitor dan Kapasitor (Non-Inverting)

No	R1 (Ω)	C2 (F)	Av (dB)	Avm (dB)	Titik Cut off atas (Hz)	Titik Cut off bawah (Hz)	Bandwidth (fh – fl)
1	10 0p	10 0n	0,01	-2,99	50 K	20	49980

- Inverting

1. Resistor dan Resistor

Tabel 11 Gain Resistor dan Resistor (Inverting)

No	R1 (Ω)	R2 (Ω)	Vin	Vout	Av	Av(db)
1	1K	2K	1,02	2,04	2	6,02
2	1K	5K1	1,02	5,04	5	13,97
3	1K	20K	1,02	20,4	20	26,02
4	2K	2K	1,08	1,08	1	0
5	2K	5K1	1,04	2,68	2,58	15,27
6	2K	51K	1,08	27,2	25,19	28,02
7	2K	1K	1,04	0,528	0,5	-6,02
8	5K1	2K	1,2	0,440	0,37	-8,63
9	5K1	51K	1,06	10,66	10,05	20,04
10	20K	5K1	1,08	0,272	0,25	-12,04

Tabel 12 Respon Frekuensi Resistor dan Resistor (Inverting)

No	R1 (Ω)	R2 (Ω)	Av (dB)	Avm (dB)	Titik Cut off atas (Hz)	Titik Cutoff bawah (Hz)	Bandwidth (fh – fl)
1	1K	2K	6,0 2	3,0 2	90K	20	89980
2	1K	5K1	13, 97	10, 97	16K	10	15990

3	1K	20 K	26,02	23,02	3K	60	29400
4	2K	2K	0	-3	1M	1K	999000
5	2K	5K 1	15,27	12,27	50K	10	49990
6	2K	51 K	28,02	25,02	5K	15	4,985
7	2K	1K	-6,02	-9,02	1,4 M	50	1399950
8	5K 1	2K	-8,63	-11,63	900 K	20	899980
9	5K 1	51 K	20,04	17,04	30K	15	29985
10	20 K	5K 1	-12,04	-15,04	70K	25	69975

2. Resistor dan Kapasitor

Tabel 13 Gain Resistor dan Kapasitor (Inverting)

N o	F Uji	R1 (Ω)	C1 (F)	Vin	Vout	Av	Av(db)
1	100	10 K	100 n	2	3,2	1,6	4,08
2	1K	1K	100 n	1,88	3,06	1,63	4,24
3	50	20 K	100 n	2	3,14	1,57	3,92
4	100 K	10 K	100 p	1,4	2,18	1,56	3,86
5	0,1	10 K	100 μ	1,6	2,54	1,59	4,03
6	1M	1K	100 p	1,4	2,17	1,55	3,8
7	0,05	20 K	100 μ	2	3,2	1,6	4,08
8	0,5	2K	100 μ	1,8	2,90	1,61	4,14
9	50K	20 K	100 p	1,6	2,53	1,58	3,97
10	1	1K	100 μ	1,6	2,54	1,59	4,03

Tabel 14 Respon Frekuensi Resistor dan Kapasitor (Inverting)

N o	R1 (Ω)	C1 (F)	Av (dB)	Av(dB) Ketik a F =	Av(dB) Ketik a F =	Av(dB) Ketik a F =	Av(dB) Ketik a F =
-----	--------	--------	---------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

				10 Hz	5K Hz	500K Hz	2M Hz
1	10 K	100 n	4,08	23,92	-29,89	-69,89	-82,05
2	1K	100 n	4,24	44,04	-9,95	-49,89	-61,98
3	20 K	100 n	3,92	18,02	-35,96	-75,96	-88
4	10 K	100 p	3,86	84,04	30,06	-9,94	-21,98
5	10 K	100 μ	4,03	-35,95	-89,94	-129,94	-141,98
6	1K	100 p	3,8	104,04	50,06	10,06	-1,98
7	20 K	100 μ	4,08	-41,98	-95,96	-135,96	-148
8	2K	100 μ	4,14	-21,98	-75,96	-115,96	-128
9	20 K	100 p	3,92	78,02	24,04	-15,96	-28
10	1K	100 μ	4,03	-15,96	-69,94	-109,94	-121,98

3. Kapasitor dan Resistor

Tabel 15 1. Gain Kapasitor dan Resistor (Inverting)

N o	F Uji	C1 (F)	R2 (Ω)	Vi n	Vout	Av	Av(db)
1	1K	100 n	10 K	1,2	7,52	6,27	15,95
2	10K	100 n	1K	1,8	11,34	6,3	15,99
3	500	100 n	20 K	2	12,64	6,32	16,01
4	1M	100 p	10 K	1,2	7,5	6,25	15,92
5	1	100 μ	10 K	1,4	8,79	6,28	15,96
6	10M	100 p	1K	1,2	7,51	6,26	15,93
7	0,5	100 μ	20 K	1,2	4,33	6,31	16

8	5	100 μ	2K	1, 8	11,3 4	6,3	15,99
9	500 K	100 p	20 K	1, 4	8,76	6,2 6	15,93
10	10	100 μ	1K	1, 6	10,0 6	6,2 9	15,97

Tabel 16 Respon Frekuensi Kapasitor dan Resistor (Inverting)

N o	C1 (F)	R2 (F)	Av (dB)	Av(d B) Ketika F = 1 Hz	Av(d B) Ketika F = 5K Hz	Av(d B) Ketika F = 100K Hz	Av(d B) Ketika F = 2M Hz
1	100 n	10 K	15,9 5	- 44,0 4	29,9 4	55,9 6	81,9 8
2	100 n	1K	15,9 9	- 64,0 4	9,94	35,9 6	61,9 8
3	100 n	20 K	16,0 1	- 38,0 2	35,9 6	61,9 8	88
4	100 p	10 K	15,9 2	- 104, 04	- 30,0 6	-4,04	21,9 8
5	100 μ	10 K	15,9 6	15,9 6	89,9 4	115, 96	141, 98
6	100 p	1K	15,9 3	- 124, 04	- 50,0 6	- 24,0 4	1,98
7	100 μ	20 K	16	21,9 8	95,9 6	121, 98	148
8	100 μ	2K	15,9 9	1,98	75,9 6	101, 98	128
9	100 p	20 K	15,9 3	- 98,0 2	- 24,0 4	1,98	28
10	100 μ	1K	15,9 7	- 64,0 4	9,94	35,9 6	61,9 8

4. Kapasitor dan Kapasitor

Tabel 17 Gain Kapasitor dan Kapasitor (Inverting)

N o	R1 (Ω)	R2 (Ω)	Vin	Vout	Av	Av(d b)
1	100 p	100 n	11,5	0,0011 5	0,001	-60
2	100 μ	100 n	0,00 4	4	1000	60

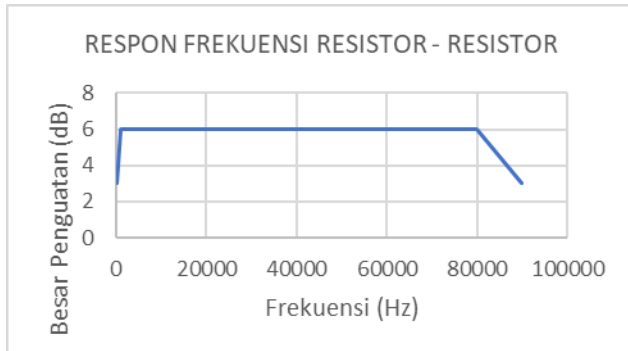
3	30p	100 n	10	0,003	0,0003	- 70,46
4	100 p	22p	1,2	5,45	4,55	13,15
5	100 p	100 μ	12	0,0000 12	0,00000 1	-120
6	100 μ	100 μ	1,8	1,8	1	0
7	30p	100 p	1,2	0,36	0,3	- 10,46
8	22n	220 μ	10	0,0000 1	0,0001	-80
9	30p	100 μ	10	0,0000 03	0,00000 03	- 130,4 6
10	22n	100 p	0,00 4	0,88	220	46,85

Tabel 18 Respon Frekuensi Kapasitor dan Kapasitor (Inverting)

N o	C1 (F)	C2 (F)	Av (dB)	Avm (dB)	Titik Cut off atas (Hz)	Titik Cut off bawah (Hz)	Bandwi dth (fh – fl)
1	10 0p	10 0n	-60	-63	20K	10	19990
2	10 0 μ	10 0n	60	57	50K	20	49980
3	30 p	10 0n	- 70,4 6	- 73,4 6	10K	100	99900
4	10 0p	22 p	13,1 5	10,1 5	500 K	25	49975
5	10 0p	10 0 μ	-120	-123	5K	1K	4K
6	10 0 μ	10 0 μ	0	-3	1M	100	99990 0
7	30 p	10 0p	- 10,4 6	- 13,4 6	100 K	50	99950
8	22 n	22 0 μ	-80	-83	10K	50	9950
9	30 p	10 0 μ	- 130, 46	- 133, 46	5K	150	4850
10	22 n	10 0p	46,8 5	43,8 5	300 K	15	29998 5

Dari hasil pengumpulan data yang telah dilakukan kita dapat mengetahui bahwa

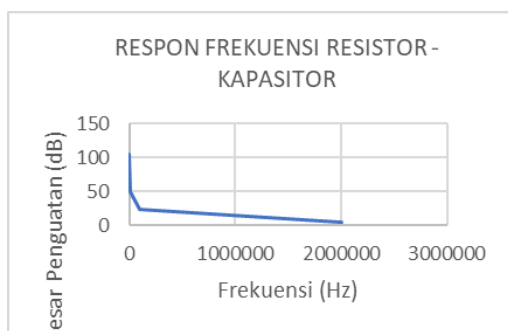
1. Resistor – Resistor
 - a. $R_2 > R_1$ maka $A_v >$
 - b. $R_1 > R_2$ maka $A_v <$



GAMBAR 24
Grafik Respon Frekuensi Resistor – Resistor

Grafik respon frekuensinya dimana pada titik frekuensi tertentu (F_h dan F_l) gain akan mengalami penurunan.

2. Resistor – Kapasitor
 - a. $R_1 >, C_2 >, F >$ maka $A_v <$
 - b. $R_1 <, C_2 <, F <$ maka $A_v >$

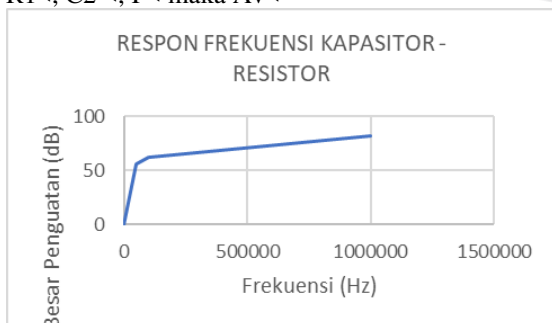


GAMBAR 25
Grafik Respon Frekuensi Resistor - Kapasitor

Grafik respon frekuensinya dimana nilainya akan terus turun, untuk inverting penurunan akan melewati angka 0 (bernilai negatif atau penguatan <1) sedangkan pada non – inverting akan maksimal di penguatan >0

Gambar 26 Grafik Respon Frekuensi Non - Inverting Resistor - Kapasitor

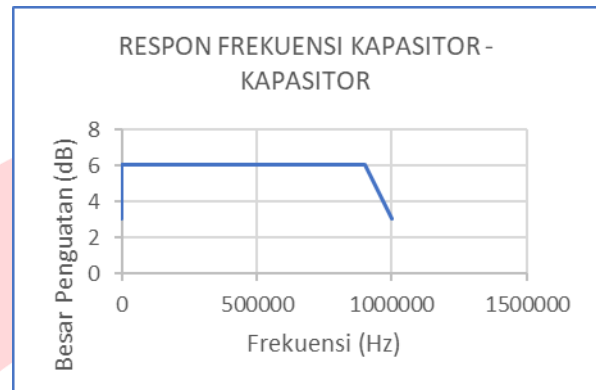
3. Kapasitor – Resistor
 - c. $R_1 >, C_2 >, F >$ maka $A_v >$
 - d. $R_1 <, C_2 <, F <$ maka $A_v <$



GAMBAR 27
Grafik Respon Frekuensi Kapasitor - Resistor

Grafik respon frekuensinya dimana nilai akan terus naik hingga ke titik maksimal penguatan dari OP – AMP tersebut (secara ideal sangat tinggi sedangkan pada kondisi nyata akan berkisar dari 60 – 120 Db). Kenaikan nilai gain ini bisa dimulai dari titik dibawah 0 untuk inverting dan akan selalu dimulai di titik diatas 0 untuk non - inverting.

4. Kapasitor – Kapasitor
 - $C_1 > C_2$ maka $A_v >$
 - $C_2 > C_1$ maka $A_v <$



GAMBAR 28
Grafik Respon Frekuensi Kapasitor - Kapasitor

Grafik respon frekuensinya dimana mirip dengan komposisi resistor – resistor dimana memiliki F_h dan F_l serta gain yang stabil di rentang frekuensi tertentu.

V. KESIMPULAN

Resistor, Kapasitor, dan feedback negatif memiliki pengaruh terhadap respon frekuensi OP – AMP. Dimana Resistansi dari resistor berpengaruh pada nilai maksimum gain yang bisa didapat oleh OP – AMP tetapi jika dipasangkan dengan kapasitor akan mengubah bentuk dari domain frekuensinya tersendiri, hal ini dikarenakan tahanan dari kapasitor itu sendiri dipengaruhi oleh frekuensi masukannya, untuk feedback negatif akan berpengaruh ke kestabilan gainnya. Selain itu kapasitor juga akan mempengaruhi bentuk sinyal keluaran yang dihasilkan oleh OP – AMP, dimana jika kita menggunakan komposisi Resistor – Kapasitor dengan masukan sinyal sinusoidal maka akan menghasilkan sinyal dengan bentuk cosinus, komposisi ini dinamakan dengan konfigurasi integrator amplifier, sedangkan untuk komposisi Kapasitor – Resistor dengan sinyal masukan sinusoidal akan menghasilkan sinyal kotak sebagai keluarannya. Untuk F_h dari OP – AMP itu sendiri akan dipengaruhi oleh kapasitansi internal yang ada pada OP – AMP tersebut, sedangkan untuk F_l nya akan dipengaruhi oleh rangkaian eksternal OP – AMP tersebut..

REFERENSI

- [1] Forrest R. Mims III (1983). GETTING STARTED IN ELECTRONICS
- [2] Adel S. Sedra and Kenneth C. Smith (2014, November 14). Microelectronic Circuits (7th edition).

- [3] Robert L. Boylestad and Louis Nashelsky (2012, April 20). Electronic Devices and Circuit Theory (11th edition)
- [4] Paul Horowitz and Winfield Hill (2015, April 9). The Art of Electronics (3rd edition).
- [5] Ramakant A. Gayakwad (1999). Op – Amps and Linear Integrated Circuit (4th edition).

