

Rancang Bangun Media Pembelajaran Elektronika Analog untuk Memahami Fungsi dan Karakteristik Op-Amp LM741

Ismindari*¹, Nur Fausiah Inna², Wahyudin Firdaus³, Nanang Roni Wibowo⁴

^{1,2}Politeknik Bosowa ; Jl. Kapasa Raya No. 23, Daya- Makassar, (0411)4720012

³Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik Bosowa, Makassar

e-mail: *¹ismindari@politeknikbosowa.ac.id, ²nurfausiahinna2@gmail.com

Abstrak

Dengan adanya modul pembelajaran elektronika analog mahasiswa dapat dengan mudah memahami karakteristik rangkaian op-amp. Karena pada praktikum sebelumnya mahasiswa hanya mengetahui input, output beserta cara kerja dari rangkaian op-amp. Tujuan pembuatan modul pembelajaran elektronika analog menggunakan operational amplifier (op-amp) LM741 adalah memberikan pengetahuan kepada mahasiswa untuk memahami cara merangkai rangkaian elektronika analog pada praktikum elektronika analog dan dapat merancang media pembelajaran yang dapat dipahami oleh mahasiswa. Metode yang digunakan adalah ekperimental untuk membuktikan hasil kebenaran ouput pada rangkaian berdasarkan teori. Penelitian ini menghasilkan 3 modul percobaan, yaitu inverting Amplifier, non inverting Amplifier dan differential Amplifier. Pada percobaan inverting Amplifier rata-rata error untuk $= 10K\Omega$ sebesar 0,89%, $= 4K7\Omega$ sebesar 1,35%. Percobaan non inverting Amplifier rata-rata error untuk $= 10K\Omega$ sebesar 1,91%, $= 4K7\Omega$ sebesar 0,79%, pada percobaan differential Amplifier rata-rata error sebesar 9,25%. Berdasarkan hasil tersebut alat ini bekerja dengan baik karena kesalahan rata-rata tidak melebihi 5% dan 10% sebagaimana nilai resistor yang dipergunakan yaitu dengan toleransi 5% (emas) dan 10% (perak).

Kata kunci— Inverting, Non Inverting, Differential, Amplifier

1. PENDAHULUAN

Modul pembelajaran elektronika analog II ini dapat membantu mahasiswa merangkai sesuai dengan rangkaian percobaan praktikum dan merancang rangkaian agar mudah dipahami, dan dapat lebih meningkatkan aktivitas mahasiswa dalam proses belajar mengajar, sehingga pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran yang disampaikan dapat lebih baik lagi.

Permasalahan yang dihadapi pada saat proses praktikum sebelumnya, modul pembelajaran yang dipakai oleh mahasiswa tidak mengarah ke cara merangkai sebuah rangkaian, akan tetapi lebih mengarah ke cara mencari *output* dan *input* serta prinsip kerja rangkaian. Permasalahan tersebut tentunya memiliki pengaruh pada hasil pembelajaran mahasiswa.

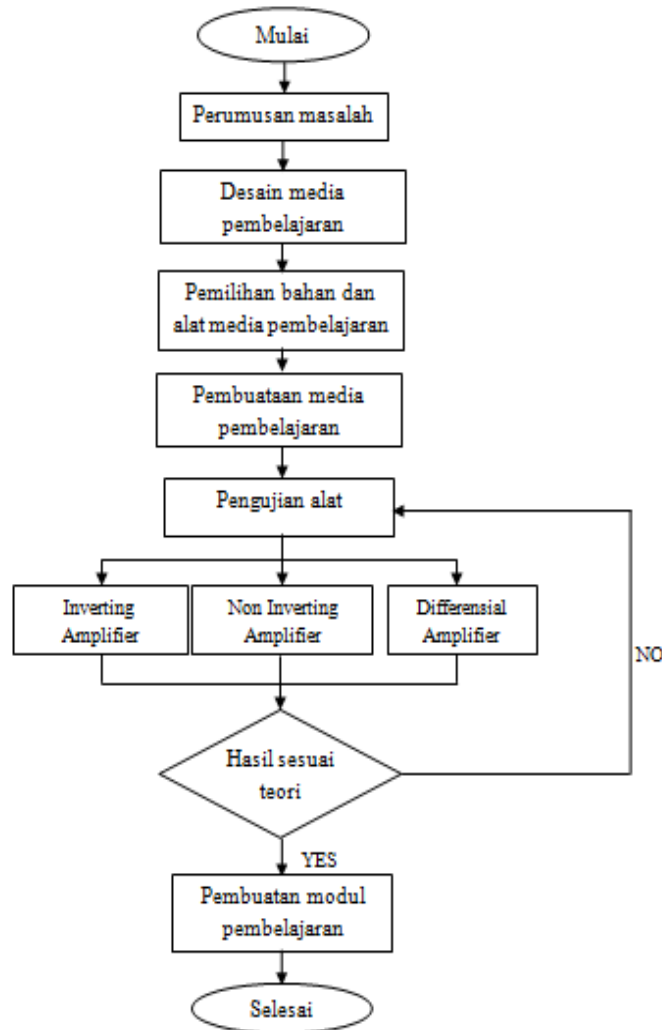
Dari permasalahan diatas dapat dikembangkan modul pembelajaran berupa *trainer inverting, non inverting, dan differential amplifier* untuk mata kuliah elektronika analog II dengan harapan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai bagaimana cara merangkai sebuah rangkaian dengan tidak menghilangkan tujuan utama pembelajaran.

Modul pembelajaran ini digunakan untuk praktikum elektronika analog II. Dimana modul ini terdiri dari komponen-komponen yang akan dirangkai membentuk rangkian penguat *inverting, non inverting dan differential*. Dimana *output* yang dihasilkan pada saat pengambilan data berdasarkan teori.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah eksperimental, perumusan masalah untuk mengetahui sejauh mana mahasiswa dapat merangkai rangkaian *op-amp* yang mudah dipahami. Masalah yang dihadapi pada saat proses pembelajaran hanya mengetahui *input*, *output* beserta cara kerja dari rangkaian *op-amp*.

Sebelum proses pembuatan media pembelajaran, terlebih dahulu dilakukan desain tampilan media pembelajaran. Untuk mendesain tampilan media pembelajaran digunakan *software Coreldraw* sedangkan untuk tampilan layout PCB digunakan *software diptrace*. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



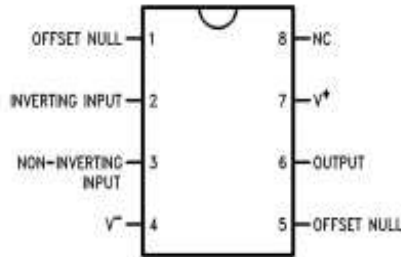
Gambar 1. Alur Penelitian

Setelah dilakukan desain media pembelajaran maka dilakukan pemilihan bahan dan alat media pembelajaran, pemilihan bahan kayu dilakukan untuk melihat dari segi ketahanannya dimana lebih kuat dan biaya yang dikeluarkan lebih murah, jenis kayu yang digunakan adalah jenis kayu kapuk karna bahannya ringan dan alat yang dibutuhkan sesuai dengan media pembelajaran yang akan dibuat.

Pada saat pembuatan media pembelajaran dilakukan pengetesan rangkaian *power supply*. Setelah pembuatan media pembelajaran dimana rangkaian *inverting*, *non inverting*, *differensial* diuji coba dengan cara merangkai pada media pembelajaran elektronika analog, jika hasil *input* yang dihasilkan telah sesuai dengan hasil teori maka dilakukan pembuatan modul pembelajaran.

2.1 Op-Amp LM741

Penguat operasional atau disebut *Op Amp* merupakan komponen elektronika yang berfungsi memperkuat sinyal DC ataupun AC yang terdiri atas transistor, resistor dan kapasitor yang dirangkai dan dikemas dalam rangkaian terpadu (*IC-Integrated Circuit*) [2].



Gambar 2. IC LM741 8 PIN [1]

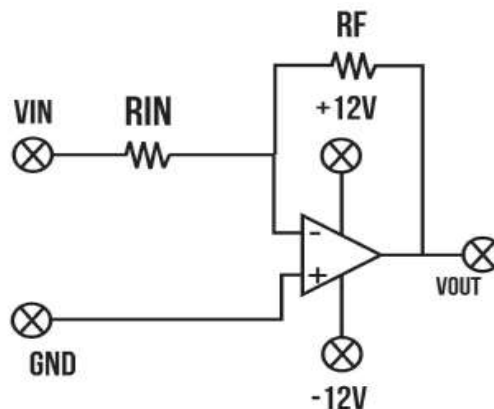
Memiliki 8 pin dengan fungsi masing-masing sebagai berikut :

- a. Pin 1 : *Offset Null* berfungsi mengontrol *offset* tegangan guna meminimalisir kebocoran.
- b. Pin 2 : *Inverting Input*, berfungsi masukan pada *Op-Amp*.
- c. Pin 3 : *Non-Inverting Input*, berfungsi sebagai *input*.
- d. Pin 4 : *V-* berfungsi sebagai sumber tegangan negatif/*trigger-*.
- e. Pin 5 : *Offset Null* = Pin 1.
- f. Pin 6 : *Output* berfungsi sebagai keluaran
- g. Pin 7 : *V+* berfungsi sebagai sumber tegangan positif/*trigger+*.
- h. Pin 8 : *NC Not Connected*, pin ini sebagai pelengkap dan tidak terhubung kemanapun dalam rangkaian.

2. 2 *Inverting Amplifier*

Adalah penggunaan *op-amp* sebagai penguat sinyal dimana sinyal *output* berbalik fasa 180 derajat dari sinyal input [3]. Untuk mengetahui *Vout* yaitu dengan menggunakan persamaan 1 [4].

$$V_{out} = -\frac{R_f}{R_i} V_i \tag{1}$$

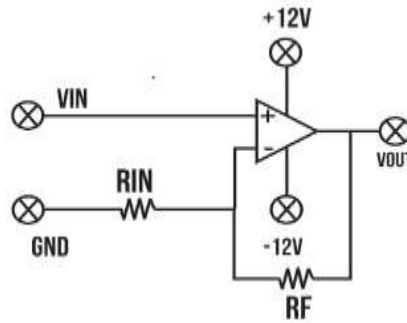


Gambar 3. Rangkaian *Inverting Amplifier* [3]

2. 3 *Non Inverting Amplifier*

Adalah penguat sinyal dengan karakteristik dasar sinyal *output* yang dikuatkan memiliki fasa yang sama dengan sinyal *input* [3]. Untuk mengetahui *Vout* yaitu dengan menggunakan persamaan 2 [5].

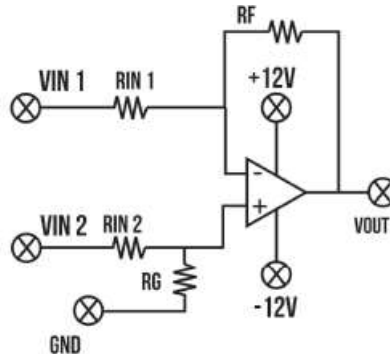
$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_i} + 1\right) V_i \tag{2}$$

Gambar 4. Rangkaian *Non Inverting Amplifier* [3]

2. 4 Differential Amplifier

Digunakan untuk mencari *selisih* dari dua tegangan yang telah dikalikan dengan konstanta tertentu yang ditentukan oleh nilai resistansi yaitu sebesar R_f/R_1 untuk $R_1 = R_2$ dan $R_f = R_g$. Untuk mengetahui V_{out} yaitu dengan menggunakan persamaan 4 [6].

$$V_{out} = \frac{(R_f + R_1)R_g}{(R_g + R_2)R_1} V_2 - \frac{R_f}{R_1} V_1 \quad (4)$$

Gambar 5. Rangkaian *Differential Amplifier*

Untuk menghitung *error* pada V_{out} (*hit*) dengan V_{out} (*ukur*) yaitu dengan persamaan 5.

$$error = \left| \frac{V_{out} (ukur) - V_{out} (hit)}{V_{out} (hitung)} \right| \times 100\% \quad (5)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Inverting Amplifier

Dalam percobaan ini digunakan nilai $R_f = 10k\Omega$, dan $R_f = 4k7\Omega$ sebagaimana diperlihatkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Data penelitian *Inverting Amplifier* ($R_f = 10k\Omega$)

V_{in} (V)	R_f Ω	R_{IN} Ω	A	V_{out} (hit) V	V_{out} (ukur) V	Error %
0,20	10k	1k	-10	-2	-2,05	2,5
0,4	10k	1k	-10	-4	-4,0	0
0,6	10k	1k	-10	-6	-6,1	1,6
0,8	10k	1k	-10	-8	-8,1	1.25

V_{in} (v)	R_F Ω	R_{IN} Ω	A	V_{out} (hit) V	V_{out} (ukur) V	Error %
1,02	10k	1k	-10	-10,2	-10,2	0
2,01	10k	1k	-10	-20,1	-20,1	0
Rata- rata error						0,89

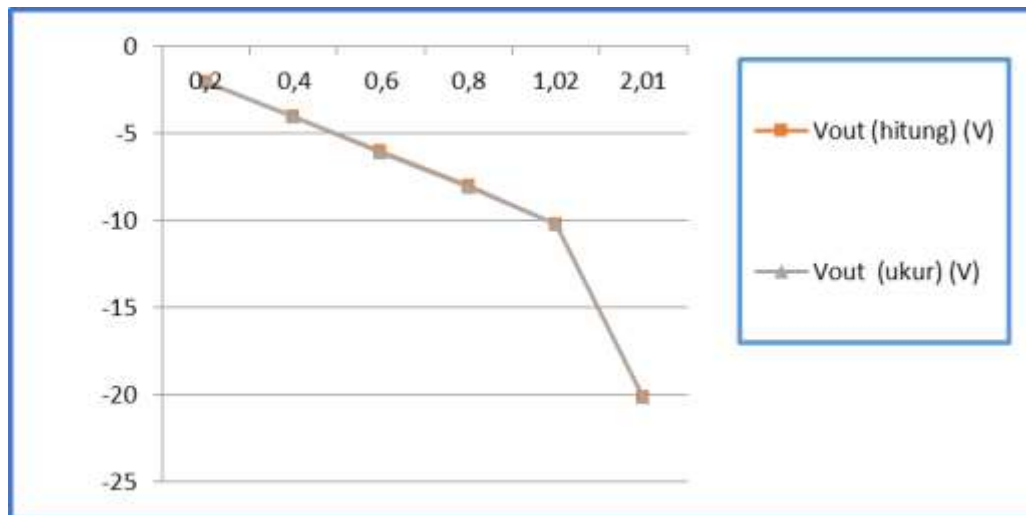
Tabel 2. Data penelitian *Inverting Amplifier* ($R_f=4k7\Omega$)

V_{in} (v)	R_F Ω	R_{IN} Ω	A	V_{out} (hit) V	V_{out} (ukur) V	Error %
0,20	4k7	1k	-4,7	-0,94	-0,97	3,19
0,40	4k7	1k	-4,7	-1,88	-1,88	0
0,61	4k7	1k	-4,7	-2,86	-2,82	1,39
0,89	4k7	1k	-4,7	-4,18	-4,14	0,95
1,01	4k7	1k	-4,7	-4,74	-4,69	1,05
2,04	4k7	1k	-4,7	-9,58	-9,43	1,56
Rata-rata error						1,35

Analisa Data :

$$V_{out} = -\frac{R_f}{R_i} V_i = -\frac{10k}{1k} \times 0,20 = -2V$$

$$error = \left| \frac{V_{out} (ukur) - V_{out} (hitung)}{V_{out} (hitung)} \right| \times 100\% = \left| \frac{(-2,05v) - (-2)}{(-2v)} \right| \times 100\% = 2,5\%$$



Gambar 6. Perbandingan V_{out} (ukur) dengan V_{out} (hitung) pada rangkaian *Inverting Amplifier*.

Dari gambar 6 di atas dapat dilihat bahwa rata-rata selisih antara V_{out} ukur dengan V_{out} hitung adalah 0,89% sehingga dapat dikatakan rata-rata nilai *error* tidak melebihi 5%.

3.1 Non inverting Amplifier

Pada percobaan dalam penelitian ini digunakan nilai $R_{-F}= 10K\Omega$ dan $R_F=4K7\Omega$.

Tabel 3. Data penelitian *Non inverting Amplifier* ($R_f=10k$)

V_{in} (V)	$R_F \Omega$	$R_{IN} \Omega$	A	V_{out} (hit) V	V_{out} (ukur) V	Error %
0,20	10k	1k	11	2,2	2,1	4,5
0,40	10k	1k	11	4,4	4,45	1,13
0,60	10k	1k	11	6,6	6,65	0,75
0,80	10k	1k	11	8,8	8,71	1,02
1,01	10k	1k	11	11	10,55	4,09
2,01	10k	1k	11	22	10,55	52,0
Rata-rata error						1,91

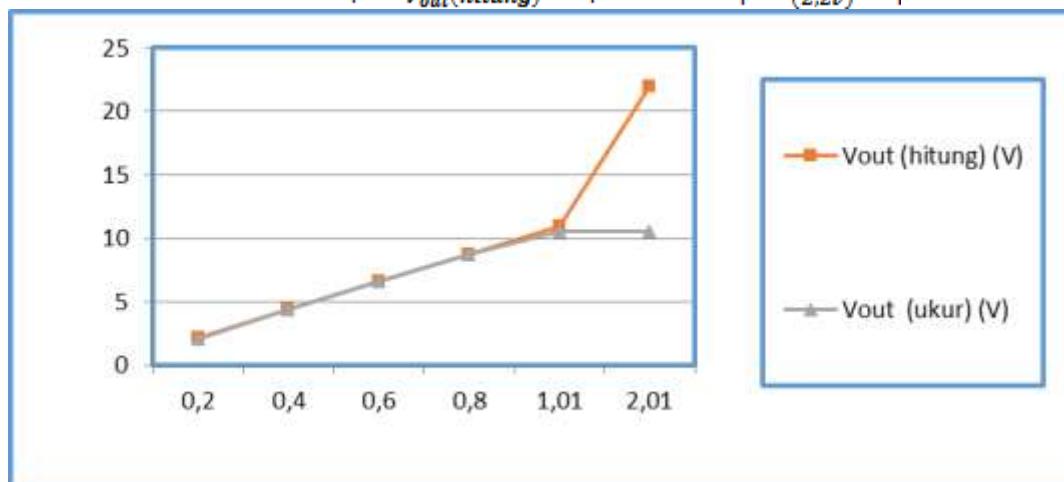
Tabel 4. Data penelitian *Non inverting Amplifier* ($R_f=4k7$)

V_{in}	$R_F \Omega$	$R_{IN} \Omega$	A	V_{out} (hit) V	V_{out} (ukur) V	Error %
0,21	4k7	1k	5,7	1,14	1,17	2,63
0,40	4k7	1k	5,7	2,28	2,30	0,87
0,60	4k7	1k	5,7	3,42	3,45	0,87
0,80	4k7	1k	5,7	4,56	4,57	0,21
1,01	4k7	1k	5,7	5,75	5,70	0,86
2,00	4k7	1k	5,7	11,4	11,4	0
Rata-rata error						0,79

Analisa Data

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_i} + 1 \right) V_i = \left(\frac{10k}{1k} + 1 \right) \times 0,20 = 2,2V$$

$$error = \left| \frac{V_{out} (ukur) - V_{out} (hit)}{V_{out} (hitung)} \right| \times 100\% = \left| \frac{(2,1v) - (2,2)}{(2,2v)} \right| \times 100\% = 4,5\%$$

Gambar 7. Perbandingan V_{out} ukur dengan V_{out} hitung pada rangkaian *Non Inverting Amplifier*

Dari gambar 7, dapat dilihat bahwa rata-rata selisih antara V_{out} ukur dengan V_{out} hitung adalah 1,91 sehingga dapat dikatakan rata-rata nilai *error* tidak melebihi 5% dan tidak direkomendasikan untuk V_{in} diatas 1V.

3.1 Differential Amplifier

Pada percobaan penelitian ini digunakan nilai R_f dan $R_g = 10K \Omega$, R_1 dan $R_2=1K \Omega$.

Tabel 5. Data penelitian *Differential Amplifier*

V_{in1} (V)	V_{in2} (V)	ΔV_{in}	V_{out} (hit) V	V_{out} (ukur) V	Error
1	0,2	0,8	-8	-7,26	9,2
1,2	0,1	1,1	-11	-10,78	2
2,4	2	0,4	-4	-4,6	13
3,00	2,4	0,6	-6	-6,72	12
4,2	3,2	1	-10	-10,37	3,7
5,00	4	1	-10	-11,6	16
Rata – rata error					9,3

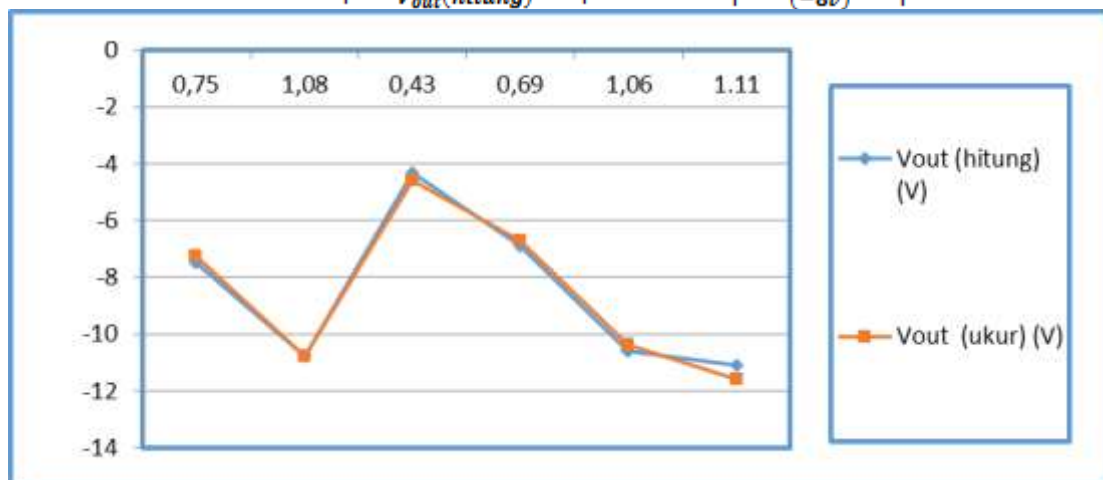
Analisa Data

$$V_{out} = \frac{(R_f + R_1)R_g}{(R_g + R_2)R_1} V_2 - \frac{R_f}{R_1} V_1 = \frac{(10k + 1k)10k}{(10k + 1k)1k} 0,2 - \frac{10k}{1k} 1$$

$$V_{out} = \frac{110k}{11k} \times 0,2 - \frac{10k}{1k} \times 1 = 10 \times 0,2 - 10 \times 1$$

$$V_{out} = 2 - 10 = -8V$$

$$error = \left| \frac{V_{out} (ukur) - V_{out} (hit)}{V_{out} (hitung)} \right| \times 100\% = \left| \frac{(-7,26v) - (-8)}{(-8v)} \right| \times 100\% = 9,25\%$$



Gambar 8. Perbandingan V_{out} ukur dengan V_{out} hitung pada rangkaian *Differential Amplifier*

Dari gambar 8, dapat dilihat bahwa rata-rata selisih antara V_{out} ukur dengan V_{out} hitung adalah 9,25% hal ini disebabkan resistor yang digunakan memiliki batas toleransi 10% (perak) [8].

4. KESIMPULAN

Setelah menggunakan modul pembelajaran ini maka dapat disimpulkan bahwa rata-rata *error* yang diperoleh pada percobaan *inverting amplifier* rata-rata *error* untuk $R_F = 10K\Omega$ sebesar 0,89%, $R_F = 4K7\Omega$ sebesar 1,35%. Percobaan *non inverting amplifier* rata-rata *error* untuk $R_F = 10K\Omega$ sebesar 1,91%, $R_F = 4K7\Omega$ sebesar 0,79%, pada percobaan *differential amplifier* rata-rata *error* sebesar 9,25%. Berdasarkan hasil tersebut alat ini bekerja dengan baik karna kesalahan rata-rata tidak melebihi 5% dan 10% yang mana disebabkan nilai resistor yang dipergunakan merupakan resistor dengan toleransi 5% (emas) dan 10% (perak).

5. SARAN

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal diupayakan rangkaian pada *power supply* lebih baik lagi, rangkaian pada komponen-komponen yang diperlukan harus lebih teratur sehingga kabel-kabel yang berada di dalam *box* tidak mudah bersentuhan dan tidak terjadi hubungan singkat pada rangkaian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar – besarnya kepada seluruh mahasiswa dan rekan-rekan dosen yang telah membantu proses penelitian ini sehingga proses pembuatan media pembelajaran ini berjalan dengan lancar dan memudahkan peneliti untuk membuat penelitian lanjutan setelah uji coba media pembelajaran ini dimanfaatkan oleh praktikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Information and T. Application, “Lm741 v,” 2015.
 - [2] L. E. Nuryanto, “Penerapan Dari Op-Amp (Operational Amplifier),” *Orbith*, vol. 13, no. 1, pp. 43–50, 2017.
 - [3] I. Isminarti and U. Ridhani, “Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktikum Elektronika Analog Untuk Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa Dalam Mengetahui Fungsi Dan Karakteristik Operational Amplifier,” *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 4, no. 1, pp. 37–42, 2018.
 - [4] Sergio Franco, *Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits*, 4th ed., vol. 7, no. 2. San Francisco: Mc Graw Hill Education, 2557.
 - [5] S. Workbook, “Operational Amplifier Fundamentals,” www.geymyuni.com.
 - [6] P. W. Marshall Leach, Jr., *The BJT Differential Amplifier Basic Circuit Diff Amp with Non-Perfect Tail Supply*, Copyright. Georgia Institute of Technology, School of Electrical and Computer Engineering, 2010.
 - [7] D. K. R. Philip R. Bevington, “Bevington_opt.pdf.” pp. 1–12, 2003.
 - [8] Q. Guide, “Resistor Color Code Resistor Color Code,” no. M, pp. 1–2, 2012.
-