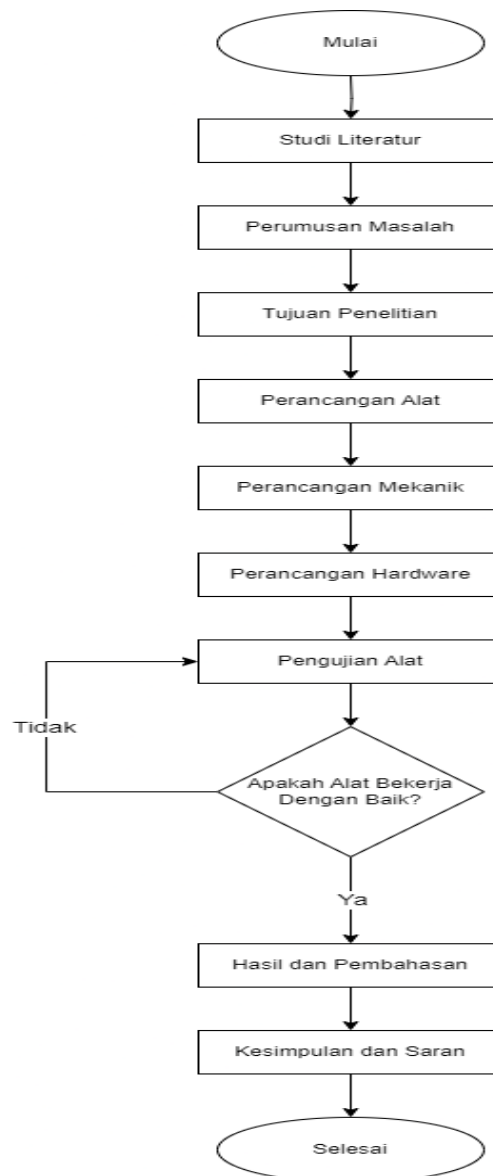


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian adalah langkah-langkah yang diambil untuk menyelesaikan penelitian dari proses awal hingga proses akhir secara terstruktur. Berikut merupakan alur penelitian dalam perancangan trainer kit Op-Amp yang ditunjukkan pada *Gambar 3.1*.



*Gambar 3. 1 Flowchart penelitian*

### 3.1.1 Studi literatur

Pada tahapan ini meliputi membaca, mempelajari penelitian sebelumnya melalui artikel jurnal yang ada terkait topik yang sesuai yaitu trainer kit. Tujuan dari studi literatur ini yaitu untuk mengetahui dan menemukan metode, hasil, dan kekurangan penelitian sebelumnya sehingga nantinya dapat dijadikan sebuah landasan dalam pengembangan penelitian trainer kit Op-Amp.

### 3.1.2 Perumusan masalah

Perumusan masalah adalah tahap awal dalam menentukan arah penelitian yang akan dituju. Perumusan masalah terdiri dari pertanyaan-pertanyaan terkait dengan judul yang akan dijawab melalui penelitian tersebut.

### 3.1.3 Tujuan penelitian

Pada tahapan ini tujuan penelitian berisikan jawaban pertanyaan-pertanyaan yang sudah disusun sebelumnya pada perumusan masalah.

### 3.1.4 Perancangan alat

Perancangan alat pada tahap ini meliputi perancangan mekanik dan perancangan *hardware*. Perancangan mekanik berfokus pada perancangan *hardcase* trainer kit, sedangkan perancangan *hardware* berfokus pada komponen-komponen elektronika yang digunakan.

### 3.1.5 Perancangan mekanik

Pada perancangan mekanik berfokus pada perancangan *hardcase* trainer kit yang meliputi pemilihan jenis bahan yang digunakan, ukuran trainer kit, dan cara kerja trainer kit. Tujuan dari perancangan mekanik ini agar komponen elektronika dapat terlindungi dari kerusakan-kerusakan seperti terkena cipratan air, mengurangi debu ketika trainer kit tidak digunakan, dan melindungi komponen elektronika dari benturan.

### 3.1.6 Perancangan *hardware*

Sedangkan pada bagian *hardware* berfokus pada pemilihan komponen elektronika, tata letak komponen ke PCB, pembuatan kabel *banana jack male*, dan penyolderan komponen elektronika yang dipasangkan pada papan

PCB serta pengkabelan dari komponen PCB ke pin *banana jack female* yang terpasang pada bagian trainer kit.

### 3.1.7 Pengujian alat

Pada tahap ini memastikan bahwa *hardcase* yang digunakan sebagai trainer kit dapat bekerja dengan baik, dan memastikan bahwa semua komponen elektronika dapat terhubung dan berfungsi dengan baik. Jika terdapat bagian yang tidak dapat bekerja maka akan dilakukan pengecekan dan perbaikan kembali hingga bagian tersebut dapat bekerja kembali. Kemudian setelah alat tersebut dapat bekerja dengan baik dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu hasil dan pembahasan

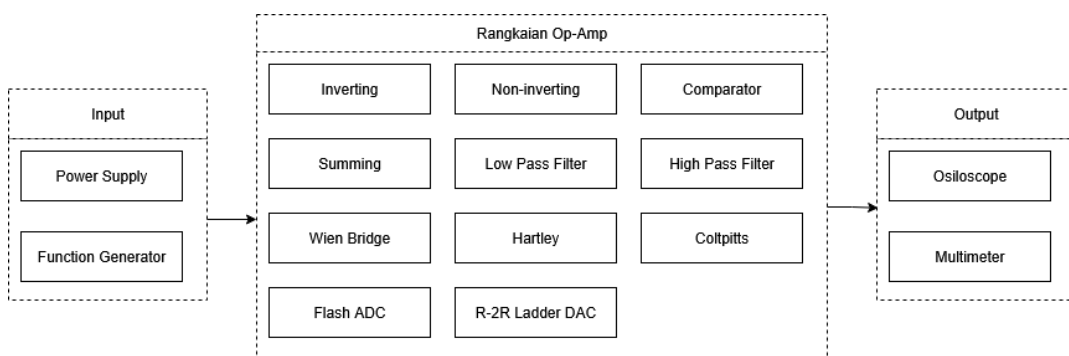
### 3.1.8 Hasil dan pembahasan

Pada tahap ini menganalisis temuan berdasarkan alat trainer kit Op-Amp yang sudah dirancang dan diuji sebelumnya, kemudian membandingkan hasil pengujian trainer kit Op-Amp dengan hasil perhitungan.

### 3.1.9 Kesimpulan dan Saran

Pada bagian ini berisikan kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh pada hasil dan pembahasan, kemudian bagian saran berisikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya terkait trainer kit Op-Amp.

## 3.2 Block Diagram



Gambar 3. 2 Diagram block

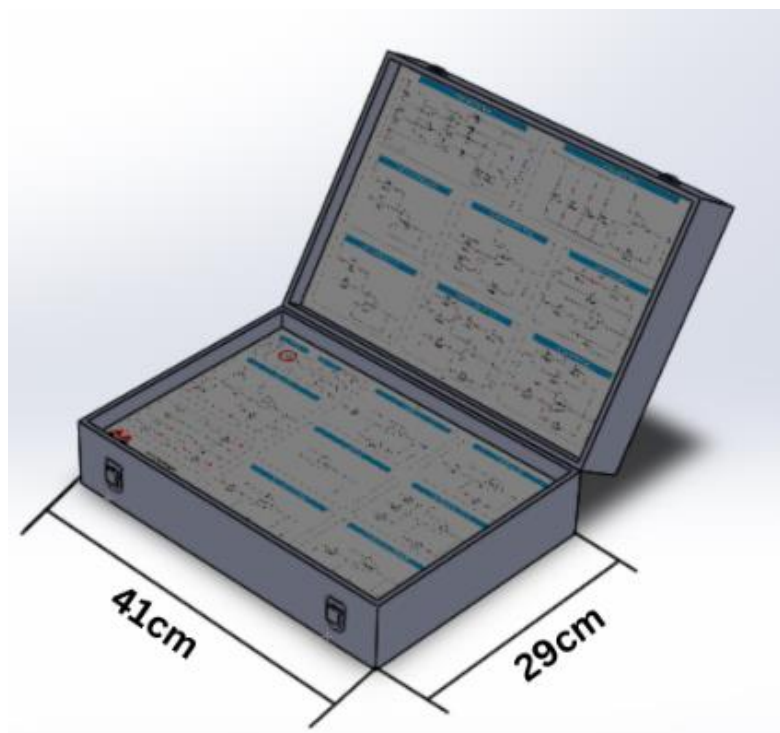
Pada Gambar 3.2. Terdapat dari *input*, rangkaian Op-Amp, dan *Output*. Pada bagian *input* terdiri dari *power supply* dan *function generator*, sedangkan pada

rangkaian Op-Amp terdiri dari rangkaian *inverting amplifier*, *non-inverting amplifier*, *comparator*, *summing amplifier*, *low pass filter (LPF)*, *high pass filter (HPF)*, *osilator wien bridge*, *osilator hartley*, *osilator colpitts*, *flash ADC*, dan *R-2R ladder DAC*. Sedangkan *output* berfungsi mengkondisikan sinyal yang dihasilkan oleh rangkaian Op-Amp yang kemudian diteruskan pada *osiloskop* ataupun alat pengukuran lainnya seperti multimeter.

### 3.3 Perancangan Alat

Perancangan alat terdiri dari dua tahapan yaitu tahapan pertama desain trainer kit dan perancangan trainer kit, dan tahap kedua yaitu pembuatan *layout* trainer kit dan perancangan *hardware*.

#### 3.3.1. Desain trainer kit

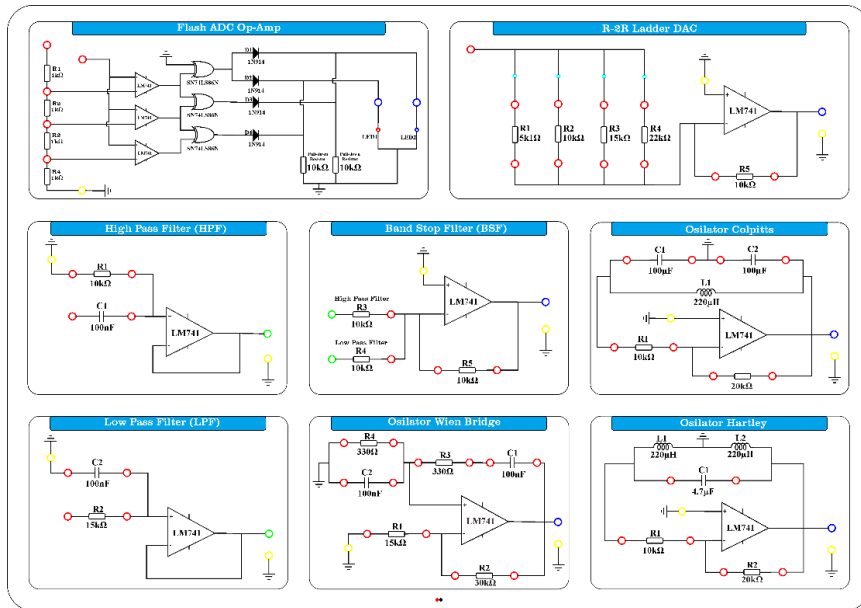


Gambar 3. 3 Desain trainer kit

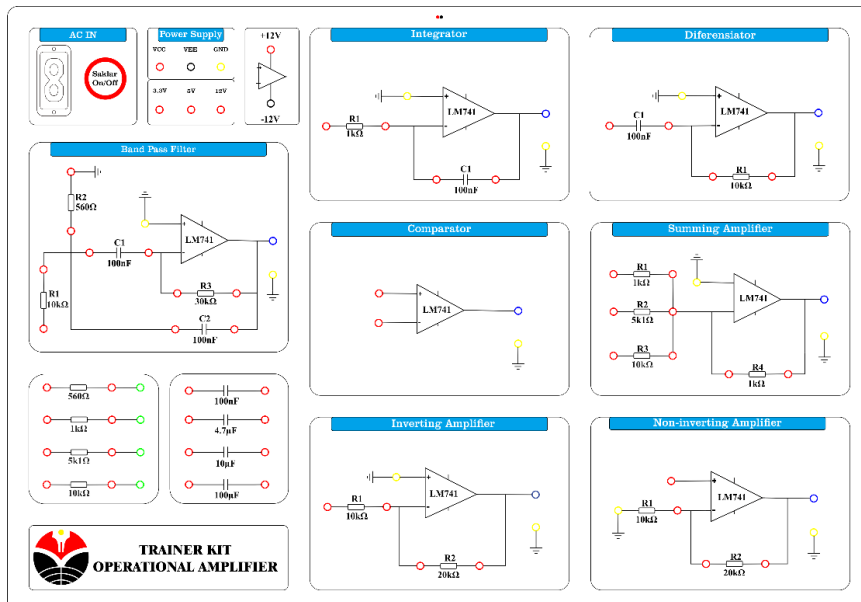
Aplikasi *Solidwork* digunakan dalam perancangan trainer kit Op-Amp. Trainer kit ini memiliki ukuran panjang 41cm, lebar 29cm, dan tinggi 15cm. bahan yang digunakan pada *hardcase* ini yaitu menggunakan bahan triplek dengan ketebalan 9mm, selain itu juga pada alas komponen menggunakan jenis

bahan akrilik dengan ketebalan 4mm agar tujuannya memiliki daya tahan yang kuat ketika sedang digunakan

### 3.3.2. Layout trainer kit



Gambar 3. 4 Layout trainer kit bagian atas



Gambar 3. 5 Layout trainer kit bagian bawah

Pada *Gambar 3.4.* dan *Gambar 3.5.* Terdiri dari dua bagian yaitu tampak atas dan tampak bawah yang dimana pada bagian tampak atas terdiri dari rangkaian *filter, osilator, Flash ADC*, dan *R-2R ladder DAC*. Sedangkan pada bagian tampak bawah terdiri dari rangkaian *inverting amplifier, non-inverting amplifier, summing amplifier, comparator*. Selain rangkaian Op-Amp pada bagian tampak bawah terdiri dari pin *AC Input*, power supply 3,3V 5V, 12V, dan komponen uji coba resistor dan kapasitor dengan nilai yang bervariasi.

### 3.4 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

*Mean absolute percentage error* adalah metode yang digunakan untuk mengukur *persentase error* pada suatu sistem yang dirancang. Cara kerja dari *Mean Absolute Percentage Error* yaitu dengan cara menghitung selisih nilai hasil pengujian dengan nilai hasil perhitungan, dan dinyatakan dalam bentuk *persentase error*. Setelah itu, *persentase error* dari setiap data hasil pengujian kemudian dijumlahkan hingga diperoleh nilai rata – rata atau nilai MAPE (Nabillah & Ranggadara, 2020).

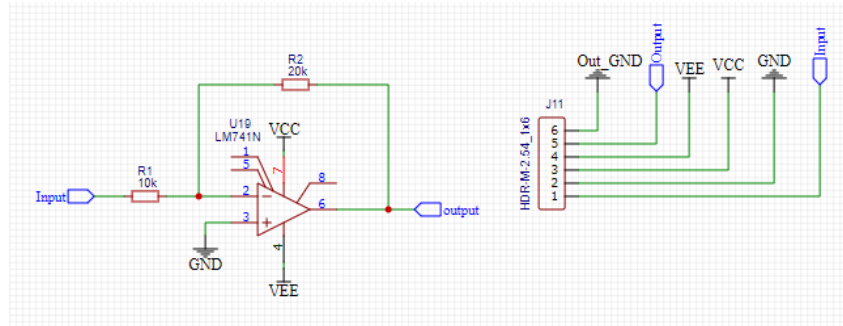
*Tabel 3. 1 Rentang nilai MAPE*

Rentang MAPE	Keterangan
<10%	Sangat baik
10 – 20%	Baik
20 – 50%	Layak
>50%	Buru

Pada *Tabel 3.1.* Diketahui bahwa semakin kecil nilai rentang MAPE maka tingkat akurasi akan semakin baik. Dan jika semakin besar nilai rentang MAPE maka tingkat akurasi akan semakin rendah.

### 3.5 Rangkaian Op-Amp

#### 3.4.1 Inverting amplifier

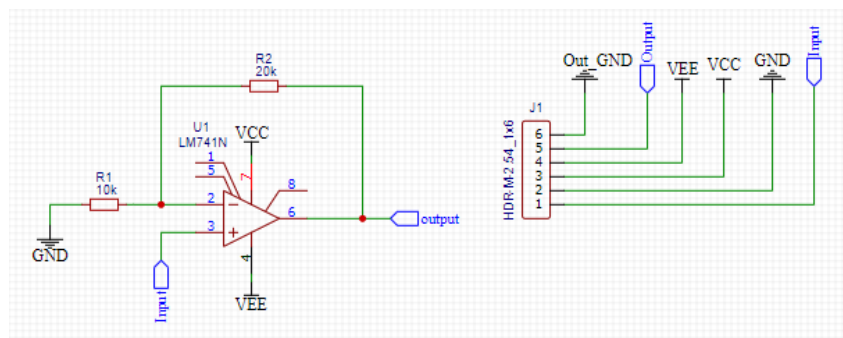


Gambar 3. 6 Skematik rangkaian inverting amplifier

Pada Gambar 3.6. Persamaan tegangan *output* pada rangkaian *inverting amplifier* adalah sebagai berikut.

$$V_{out} = -V_{in} \frac{R_2}{R_1} \quad (7)$$

#### 3.4.2 Non-inverting amplifier

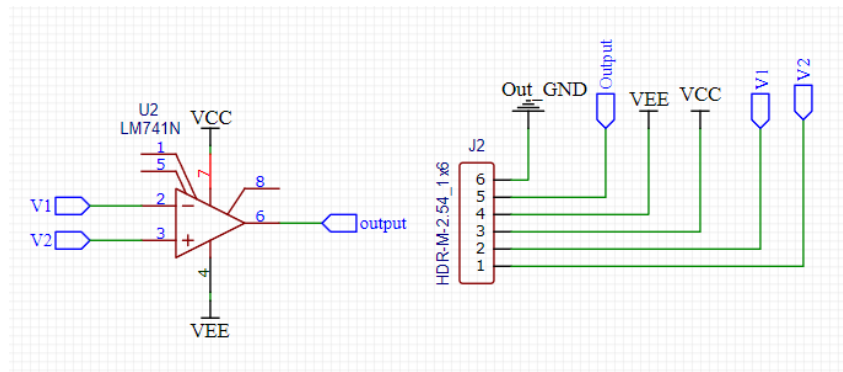


Gambar 3. 7 Skematik rangkaian non-inverting amplifier

Pada Gambar 3.7. Persamaan tegangan *output* pada rangkaian *non-inverting amplifier* adalah sebagai berikut.

$$V_{out} = V_{in} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad (9)$$

### 3.4.3 Comparator

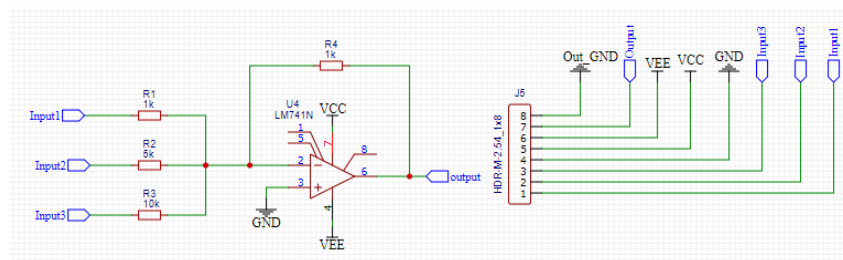


Gambar 3. 8 Skematik rangkaian comparator

Pada Gambar 3.8, persamaan yang digunakan untuk membandingkan tegangan *comparator* adalah sebagai berikut

$$V_{out} = \begin{cases} +V & V_1 > V_2 \\ -V & V_1 < V_2 \end{cases} \quad (11)$$

### 3.4.4 Summing amplifier



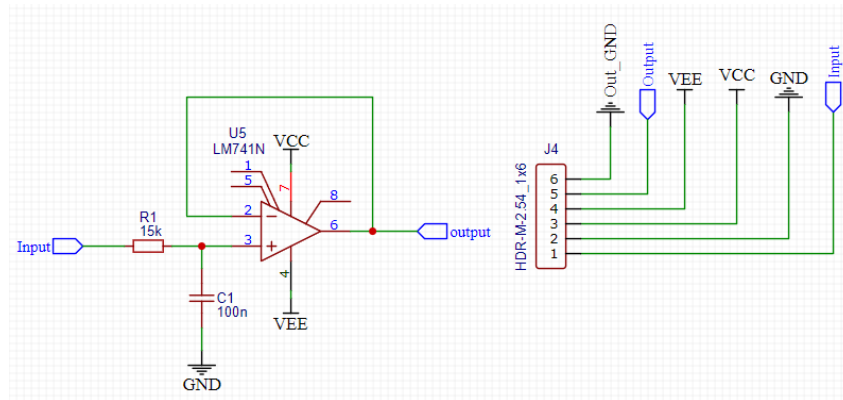
Gambar 3. 9 Skematik rangkaian summing amplifier

Pada Gambar 3.9. Untuk mencari persamaan tegangan *output* pada rangkaian *summing amplifier* adalah sebagai berikut.

$$V_{out} = -\left[\frac{R_f}{R_1}V_1 + \frac{R_f}{R_2}V_2 + \frac{R_f}{R_3}V_3\right] \quad (12)$$



### 3.4.5 Low pass filter (LPF)

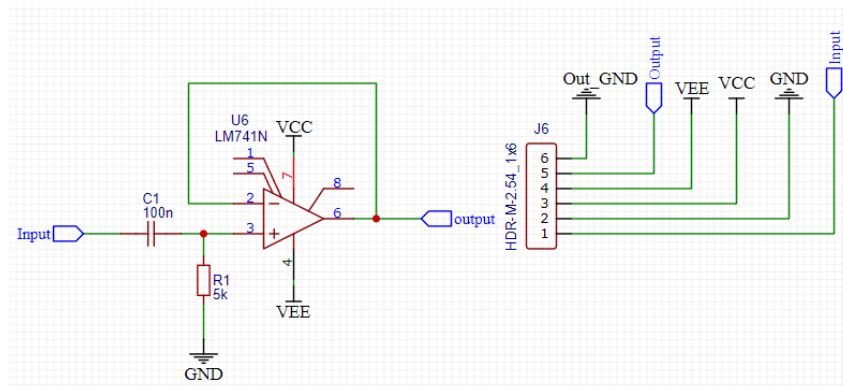


Gambar 3. 10 Skematik rangkaian low pass filter (LPF)

Pada Gambar 3.10. Persamaan untuk mencari frekuensi *cut-off* pada rangkaian *low pass filter* adalah sebagai berikut.

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} \quad (14)$$

### 3.4.6 High pass filter (HPF)

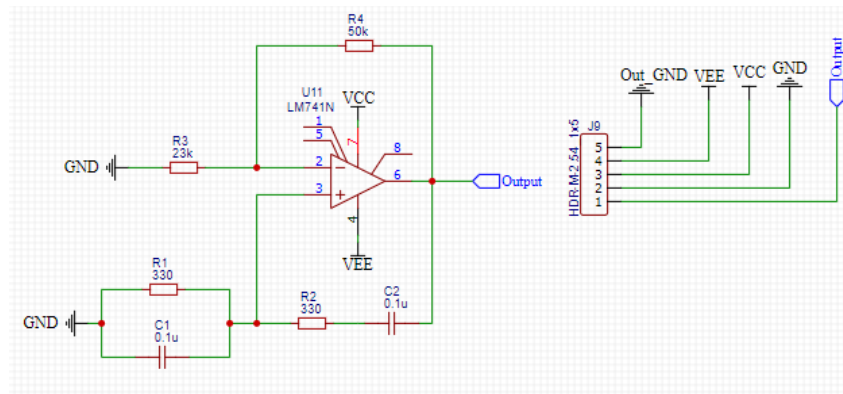


Gambar 3. 11 Skematik rangkaian high pass filter (HPF)

Pada Gambar 3.11. Persamaan untuk mencari frekuensi *cut-off* pada rangkaian *high pass filter* adalah sebagai berikut.

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} \quad (15)$$

### 3.4.7 Osilator wien bridge

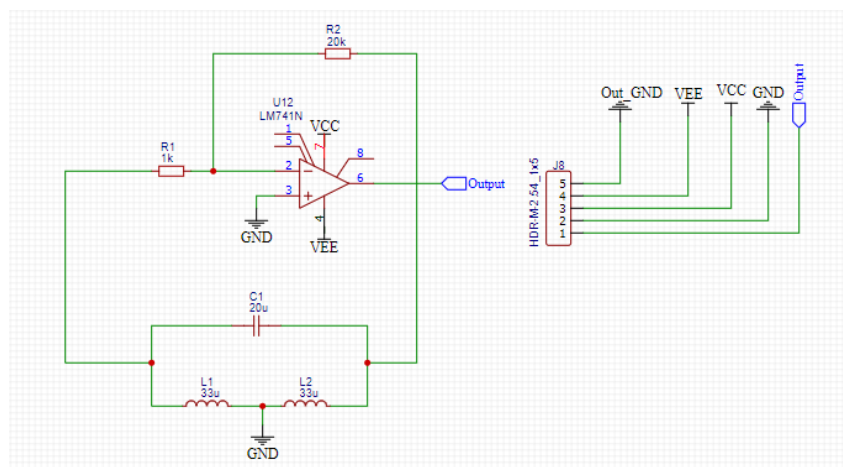


Gambar 3. 12 Skematik rangkaian osilator wien bridge

Pada Gambar 3.12. Persamaan frekuensi osilasi pada rangkaian *osilator wien bridge* adalah sebagai berikut.

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC} \quad (16)$$

### 3.4.8 Osilator hartley

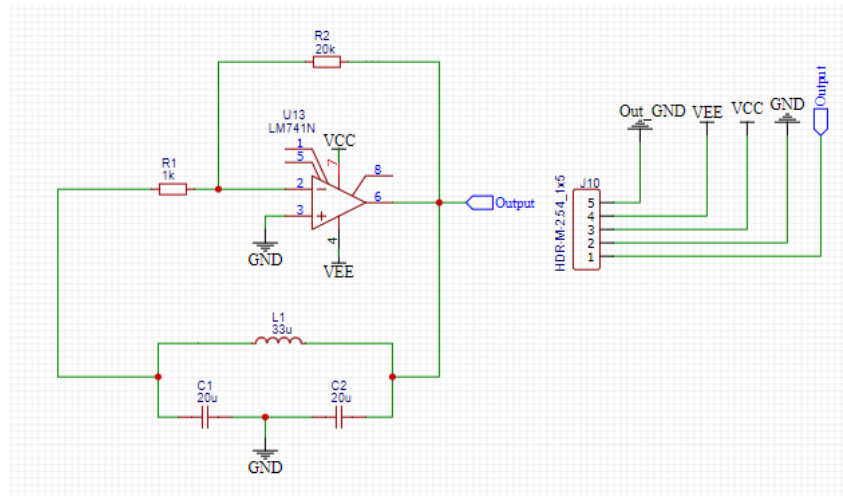


Gambar 3. 13 Skematik rangkaian osilator hartley

Pada Gambar 3.13. Persamaan frekuensi osilasi pada rangkaian *osilator hartley* adalah sebagai berikut.

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_1 L_T}} \quad (18)$$

### 3.4.9 Osilator colpitts

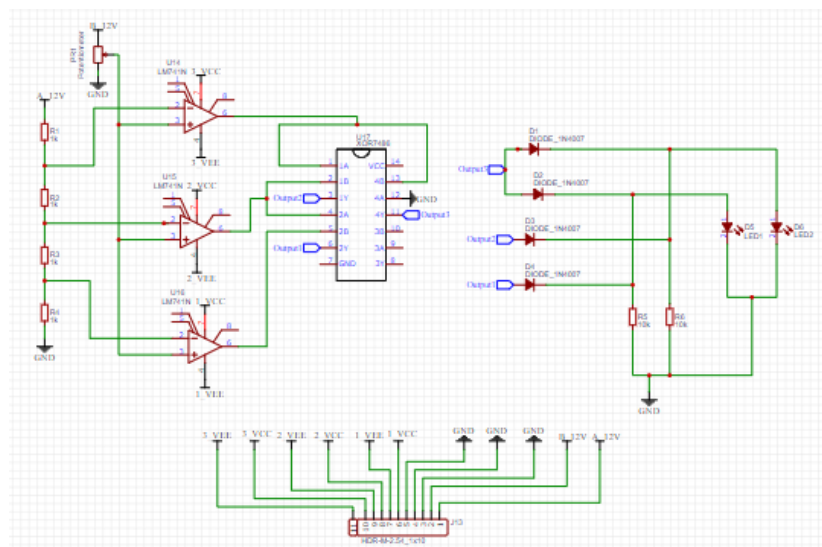


Gambar 3. 14 Skematik rangkaian osilator colpitts

Pada Gambar 3.14. Persamaan frekuensi osilasi pada rangkaian osilator colpitts adalah sebagai berikut.

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_T}} \quad (20)$$

### 3.4.10 Flash ADC

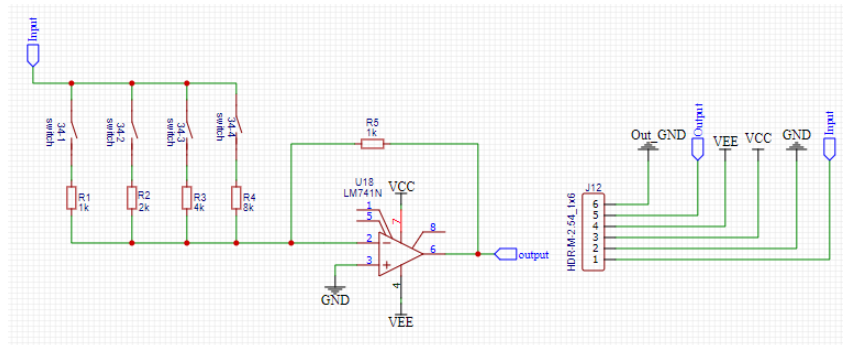


Gambar 3. 15 Skematik rangkaian flash ADC

Pada Gambar 3.15. Persamaan rangkaian flash ADC adalah sebagai berikut.

$$V_{ref} = \frac{N-n}{N} V_{in} \quad (22)$$

### 3.4.11 R-2R ladder DAC



Gambar 3. 16 Skematik rangkaian R-2R ladder DAC

Pada Gambar 3.16. Persamaan untuk mencari tegangan output dari rangkaian R-2R ladder DAC adalah sebagai berikut.

$$V_{out} = - \left[ \frac{R_5}{R_1} V_{in} + \frac{R_5}{R_2} V_{in} + \frac{R_5}{R_3} V_{in} + \frac{R_5}{R_4} V_{in} \right] \quad (23)$$

## 3.6 Jumlah Partisipan

Nielsen (2000), memberikan rekomendasi terkait jumlah partisipan dalam melakukan pengukuran *usability testing* yaitu dengan jumlah partisipan yang dibutuhkan cukup 5 partisipan. Hal ini dimaksud untuk menemukan suatu masalah *usability* sebesar 85%. Sehingga dengan menggunakan 5 partisipan hasilnya hampir mendekati tingkat kebermanfaatan dan mengurangi biaya maksimal saat pengujian pengguna (Listikowati dkk., 2019).

Peneliti lain telah mengkritisi terkait efektivitas dalam pengukuran *usability testing* dengan jumlah 5 partisipan. Pada artikel penelitian oleh spool & Schroeder (2001) dengan judul “*Testing Web Sites: Five Users Is Nowhere Near Enough*”. Meminta partisipan untuk membeli berbagai jenis produk, seperti CD dan DVD dari tiga situs web elektronik yang berbeda. Sehingga hasilnya diperoleh bahwa hanya 35% masalah kegunaan setelah 5 partisipan pertama jauh lebih rendah dari 80% yang diprediksi Nielsen (2000). Namun meskipun tugas untuk membeli sesuatu dijelaskan dengan baik, ruang lingkup situs web yang dievaluasi sangat besar (Wahyuningrum dkk., 2021).

Pada buku Sauro (2010) dengan judul “*A Practical Guide to Measuring Usability*”. Menyarankan jumlah minimal partisipan dalam melakukan pengukuran *usability* adalah dengan jumlah 10 orang. Saran tersebut berdasarkan temuan bahwa hasil yang sudah teruji dapat diperoleh dengan menggunakan kuesioner *system usability scale* (SUS) dengan melibatkan 10 hingga 12 partisipan. Selain itu, angka dengan nilai dua digit seperti 10 terasa lebih meyakinkan dibandingkan dengan angka 9 (Sauro, 2010).

Jumlah partisipan yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 12 orang, yang terdiri dari angkatan 2022, 2023, dan 2024 program studi Pendidikan Teknik Otomasi Industri dan Robotika, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia. Jumlah partisipan pada penelitian ini mengacu pada saran jumlah minimal pengguna dalam melakukan pengujian *usability* yang telah disarankan oleh Sauro (2010) yaitu dengan jumlah partisipan 10 hingga 12 orang.

### **3.7 Tatacara Pengambilan Data**

Pengambilan dilakukan dengan cara masing – masing partisipan menguji trainer kit Op-Amp secara langsung. Tiap – tiap partisipan menguji rangkaian Op-Amp pada trainer kit kemudian membandingkan gelombang dan tegangan *output* yang dihasilkan dari trainer kit Op-Amp dengan teori rangkaian Op-Amp. Kemudian setelah menguji rangkaian partisipan diminta untuk mengisi tautan *google* formulir kuesioner *system usability scale* (SUS) yang sudah disediakan.