

RCD SAFETY DEVICE

Endryantoro, M. Thoriqul Aziz^{1*}

Khoiriyah, Siti²

Yuwono, Luthfia Anindya³

¹Teknik Biomedis, 081711733002

²Teknik Biomedis, 081711733001

³Teknik Biomedis, 081711733010

* Corresponding author's Email: m.thoriqul.aziz.endryantoro-2017@fst.unair.ac.id

Abstrak: Filter merupakan sebuah rangkaian yang biasa digunakan dalam pengolahan sinyal listrik. Pada percobaan ini pengolahan sinyal listrik dengan filter dilakukan untuk mengetahui cara kerja Residual Current Device (RCD) dan bagaimana membuat filter tersebut dapat mendeteksi arus yang bocor. Rangkaian feedback bandpass filter tersebut hanya akan melewatkan sinyal induksi dari arus bocor pada RCD dengan menggunakan osiloskop sebagai masukan sinyal (input) dan juga keluaran sinyal (output). Setelah melewati rangkaian bandpass filter, hasil yang diperoleh yaitu sinyal listrik yang dilewatkan hanya sinyal listrik pada frekuensi standard yaitu 50 Hz.

Kata Kunci: Arus Bocor, RCD, Bandpass Filter.

1. Pendahuluan

Kebocoran arus listrik sering terjadi pada perangkat yang saling terangkai membentuk rangkaian listrik. Akibatnya, rangkaian ini dapat membahayakan oprator maupun manusia di sekitarnya. Untuk mengantisipasi kebocoran arus listrik tersebut umumnya dipasang sebuah *breaker* untuk memotong koneksi arus seketika terjadi kejutan listrik akibat adanya arus bocor.

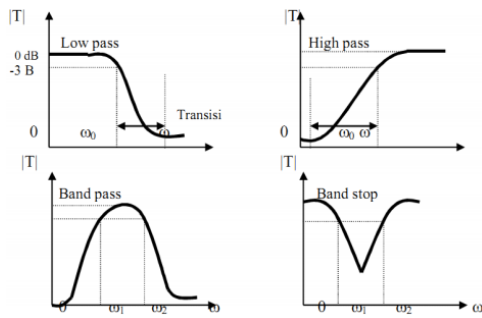
Residual Current Device (RCD) merupakan suatu rangkaian komponen yang memungkinkan pemotongan seketika terjadi arus bocor. RCD umumnya digolongkan sebagai ELCB (*Earth Leakage Current Breaker*)[1].

Sistem yang digunakan pada RCD tersebut adalah sistem filtering. Filter digunakan untuk memberikan batasan frekuensi arus listrik PLN yang digunakan. Apabila frekuensi arus listrik melebihi batas normal yaitu 50 Hz, maka sistem akan memutus arus listrik. Tujuan dari praktikum ini adalah untuk mengetahui kerja RCD dan membuat filter untuk deteksi arus bocor. Dalam hal ini, filter yang dibuat adalah filter *bandpass*.

2. Dasar Teori

Filter merupakan sebuah rangkaian listrik yang berfungsi mengolah frekuensi sinyal masukan, dimana sinyal tersebut dapat diredam maupun diloloskan sesuai dengan kebutuhan dan sifat atau karakteristik sinyal tersebut. Filter dibagi menjadi 2 jenis yaitu filter analog dan filter digital. Filter analog adalah filter yang menggunakan skema rangkaian komponen elektronik yang mampu meredam atau meloloskan frekuensi sinyal tertentu sesuai dari sinyal *cut off* yang terbentuk. Sedangkan filter digital adalah filter yang menggunakan komputasi digital.

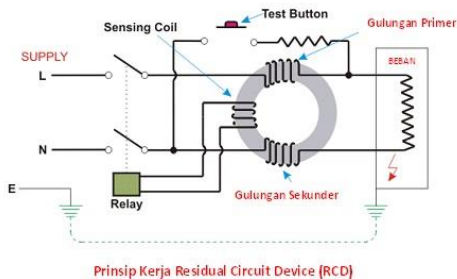
Bandpass filter merupakan filter atau penyaring frekuensi yang melewatkan sinyal frekuensi dalam rentang frekuensi tertentu yaitu melewatkan sinyal yang berada diantara frekuensi batas bawah hingga frekuensi batas pada atasnya.



Gambar 1. Grafik Filter

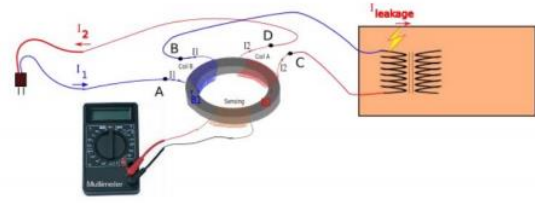
RCD atau singkatan dari Residual Current Device merupakan sebuah perangkat keselamatan listrik yang memiliki fungsi dapat memutus hubungan listrik menuju suatu perangkat apabila terjadi kebocoran arus listrik pada perangkat ataupun suatu instalasi listrik. RCD dapat memutus hubungan arus listrik dengan seketika pada saat sebuah perangkat mengalami gangguan berupa kebocoran arus pada suatu titik atau lokasi pada perangkat atau instalasi tersebut.

RCD berfungsi mengukur keseimbangan arus antara dua konduktor dengan menggunakan *differential current transformer*.



Gambar 2. Rangkaian RCD

Ketika arus yang mengalir pada kedua kumparan (gulungan primer dan sekunder) pada Gambar 2 adalah sama besar, maka akan mengakibatkan induksi listrik tidak tercipta. Namun ketika salah satu penghantar tersebut mengalami kebocoran listrik, maka akan tercipta induksi sehingga tegangan dapat terinduksi. Tegangan tersebut dapat berfungsi untuk memutuskan masukan pada penghantar utama seiring dengan berfungsinya relay.



Gambar 3. Rangkaian RCD pada modul

A. Kondisi arus bocor

Karakteristik yang pertama dapat dilihat ketika terjadi arus bocor. Untuk kondisi ini, lampu dihubungkan hanya ke gulungan biru, dan gulungan merah dilewati. Kumparan sensing dipantau menggunakan osiloskop. Arus yang diukur dalam kumparan sensing seharusnya sesuai dengan persamaan berikut.

$$I_1 = I_2 + I_{leakage}$$

Ini terjadi karena kumparan merah di-by-pass, nilai $I_{leakage}$ akan menjadi maksimum. Persamaan tersebut menunjukkan kondisi arus bocor, yang mana terdapat perbedaan antara arus yang masuk dengan arus yang kembali ke sumber. Jika tidak ada arus bocor atau arus masuk akan kembali ke sumber, maka disebut dengan kondisi arus normal dan jika dituliskan dalam bentuk persamaan akan menjadi sebagai berikut.

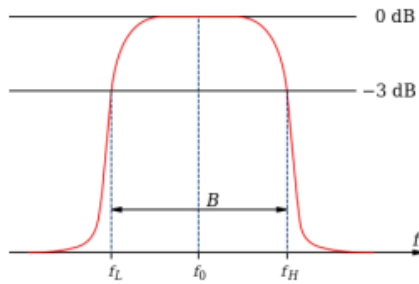
$$I_1 = I_2$$

B. Kondisi arus normal

Untuk percobaan ini, lampu dihubungkan ke gulungan biru dan gulungan merah toroid. Kemudian, kumparan sensing dihubungkan ke osiloskop. Pada kondisi ini arus yang mengalir melalui gulungan biru diharapkan sama dengan arus mengalir melalui gulungan merah. Dengan demikian, seharusnya tidak ada arus yang diukur dalam kumparan sensing.

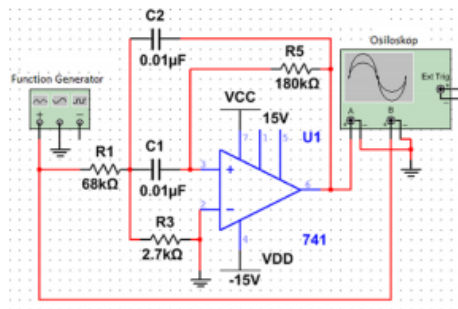
C. Design band pass filter

Filter ini ditujukan untuk melewatkan sinyal pada frekuensi tertentu dengan respon sebagai berikut.



Gambar 4. Respon Frekuensi Band Pass Filter

Rangkaian ini menggunakan filter multiple-feedback (MFB). Pertama, dapat diperhatikan bahwa sinyal input masuk ke input inverting daripada input noninverting. Yang Kedua adalah rangkaian memiliki dua jalur umpan balik, satu melalui kapasitor dan lainnya melalui resistor[2].



Gambar 5. Realisasi Rangkaian

Untuk dapat merancang rangkaian tersebut, memerlukan beberapa dasar perancangan sebagai berikut.

- Menentukan nilai C
- Menentukan nilai R1 dan R2 dari besarnya penguatan A_v yang ingin dicapai

$$A_v = -\frac{R_2}{R_1}$$

- Menentukan nilai R3 dengan besar frekuensi tengah f_0 yang diinginkan

$$f_0 = \frac{1}{2\pi C \sqrt{(R_1 || R_3) R_2}}$$

- Memastikan nilai Q lebih dari 1

$$Q = 0.5 \sqrt{\frac{R_2}{R_1 || R_3}}$$

3. Metode Penelitian

Pada percobaan kali ini menggunakan beberapa alat yaitu osiloskop, rangkaian RCD sebenarnya, multimeter, dan *function generator*. Beberapa bahan yang digunakan yaitu 4 kapasitor $1\mu\text{F}$, 1 resistor $68\text{k}\Omega$, 2 resistor variable dengan hambatan maksimal $10\text{k}\Omega$.

Berikut adalah alur metode yang digunakan pada dua percobaan yang dilakukan pada praktikum ini:

a. Melihat karakteristik sinyal RCD

Menggunakan rangkaian seperti pada gambar 3 dengan merubah multimeter dengan osiloskop dan pembebanan lampu



Catat tegangan V_{rms} dan frekuensi sinyal keluaran

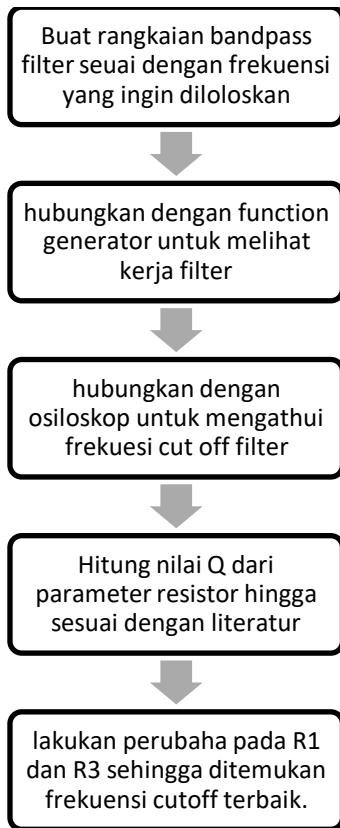


pindahkan kabel warna merah dan ulangi langkah pertama

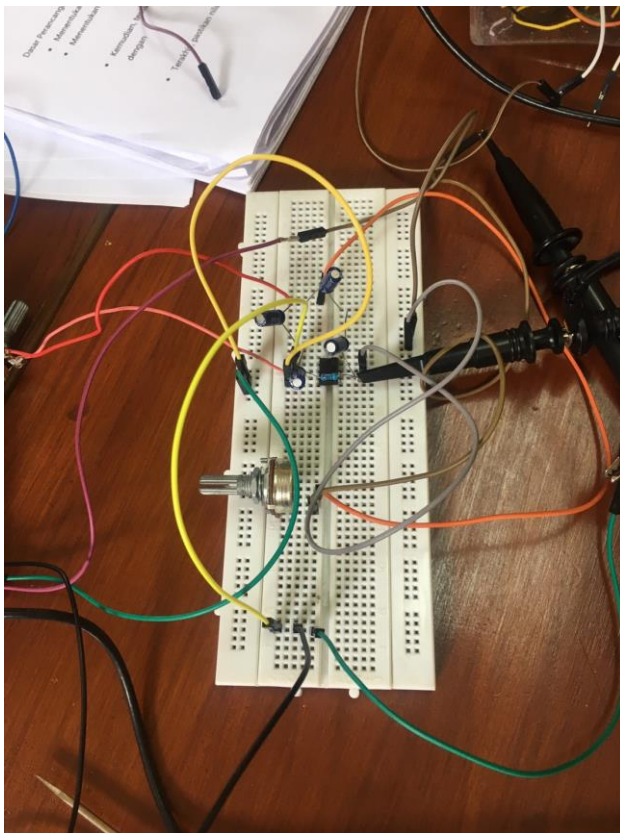


catat tegangan V_{rms} dan frekuensi sinyal keluaran ketika pada kondisi kebocoran arus

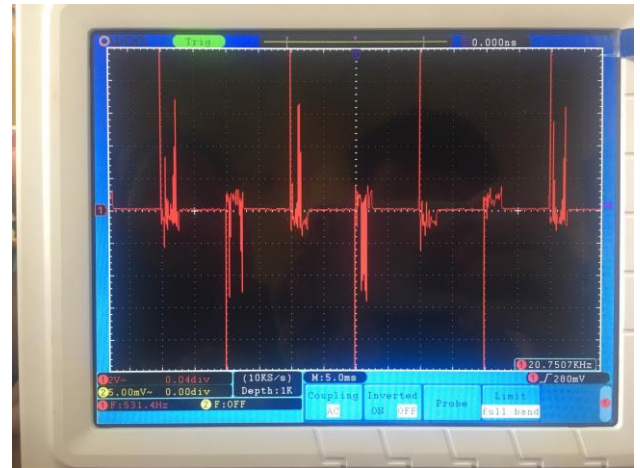
b. Merancang filter sinyal



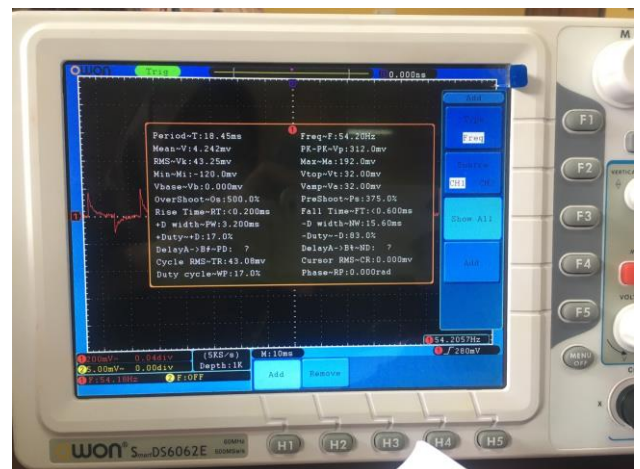
4. Rangkaian dan Hasil Pengamatan



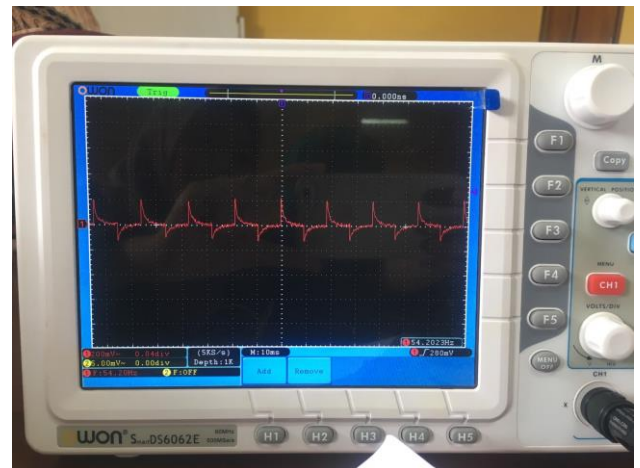
Gambar 1. Rangkaian Bandpass Filter



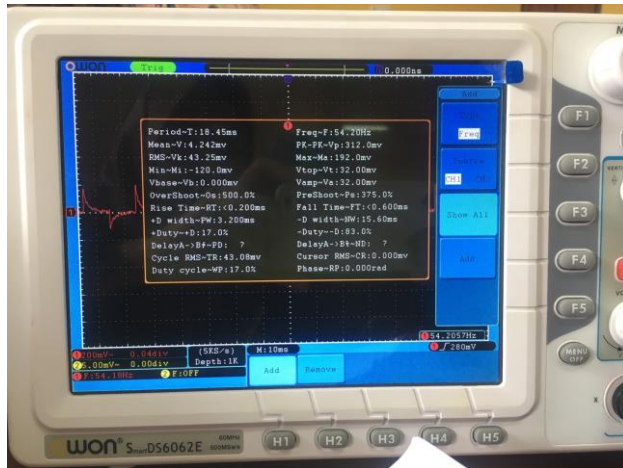
Gambar 2. Kondisi Arus Bocor



Gambar 3. Informasi Arus Bocor



Gambar 4. Gambaran filter



Gambar 5. Informasi Filter



Gambar 6. Hasil filtering

5. Pembahasan

Dari hasil pembuatan filter, dapat diamati bahwa gambaran sinyal sebelumnya ketika terjadi arus bocor, frekuensi sinyal berkisar pada 700 Hz. Dari gambaran sinyal dapat diketahui bahwa amplitude sinyal yang tinggi terlihat seperti gambar 2.

Kemudian dirancang filter bandpass untuk memfilter frekuensi selain frekuensi PLN yaitu 50 Hz. Filter dirancang secara analog seperti pada gambar 1. Hasil filter frekuensi bandpass kemudian dicek menggunakan function generator sehingga terbentuk grafik seperti gambar 4. Hasil pada gambar 4 ini benar dengan informasi tambahan seperti pada gambar 5. Dari hasil ini kemudian dihubungkan langsung dengan sumber tegangan yang akan difilter dari hasil filter kemudian dapat diketahui bahwa terjadi perbaikan gambaran sinyal yang sebelumnya seperti pada gambar 2 menjadi seperti pada gambar

6. Dari hasil percobaan ini, frekuensi cut off filter terjadi fluktuasi sedemikian sehingga tidak bisa bernilai tetap pada angka yang sudah ditentukan berdasarkan perhitungan yaitu 54 Hz. Hal ini bisa diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya kurang tepatnya penempelan perangkat elektronik sehingga rangkaian tidak berfungsi maksimal. Dari gambar 6 ini, dapat diketahui bahwa hanya terdapat sinyal frekuensi PLN saja yang masuk, sehingga dapat mengurangi terjadinya arus bocor pada rangkaian listrik.

6. Kesimpulan

Rangkaian RCD berfungsi sebagai rangkain filter bandpass untuk memfilter semua frekuensi arus listrik kecuali pada frekuensi 50 Hz yang difungsikan untuk menghindari adanya arus bocor.

References

- [1] Tim dosen teknik biomedis.2019. **Pedoman Praktikum Eksperimen Teknik Biomedis II**. Universitas Airlangga
- [2] Erwin Sutanto, Khusnul Ain, Muhammad Aziz, and Giollermo Escriva-Escriva. **A Study on DC Limit Parameters in RCD Operation Using Capacitor**. Journal of Engineering Science and Technology Review 12 (4) (2019) 7-14