

PROGRAM SIMULASI PENGISIAN KAPASITOR DENGAN C

SARAH ALYAA TSAABITAH (13218011)

EL2008-Pemecahan Masalah dengan C

Prodi Teknik Elektro - Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB

1. PENDAHULUAN

Kapasitor merupakan sebuah elemen pasif yang sifatnya menyimpan energy dalam bentuk medan listrik. Dengan sifatnya ini, banyak sekali pemanfaatan dari kapasitor untuk berbagai macam hal seperti sensor kelembapan udara, pemisah antara tegangan AC dan DC pada perangkat-perangkat elektronik, baterai, dan lain sebagainya.

Dari definisinya sebagai penyimpan energy menandakan bahwa kapasitor bias menerima muatan (biasa disebut sebagai charging condition) dan juga memberikan muatannya (biasa disebut discharging condition). Pada laporan ini, akan dikaji mengenai kondisi pengisian muatan/charging kapasitor dengan pemodelan matematika yang kemudian akan diimplementasikan pada program dan ditampilkan hasilnya pada suatu grafik, dimana pemodelan ini biasa disebut sebagai Low Pass Filter dan umum digunakan pada pemrosesan sinyal.

2. STUDI PUSTAKA

Dalam pelaksanaan praktikum kali ini, digunakan beberapa alat dan bahan, serta teori dasar yang menjadi landasan pembuatan program dengan penjabaran sebagai berikut:

2.1 KAPASITOR

Kapasitor merupakan komponen yang memiliki kemampuan atau kapasitas untuk menyimpan energi dalam bentuk medan listrik sehingga menghasilkan adanya beda potensial di antara platnya yang terpisahkan oleh sebuah insulator/dielektrik. Ketika sebuah sumber tegangan V dihubungkan dengan kapasitor, sumber tersebut akan memberikan muatan sebesar q pada salah satu plat dan $-q$ pada plat lainnya. Jumlah muatan yang tersimpan pada kapasitor dapat dinyatakan sebagai,

$$q = Cv$$

dengan C merupakan sebuah konstanta yang dikenal sebagai kapasitansi.

Pada suatu rangkaian, hubungan antara arus yang melalui kapasitor dengan tegangan di antara

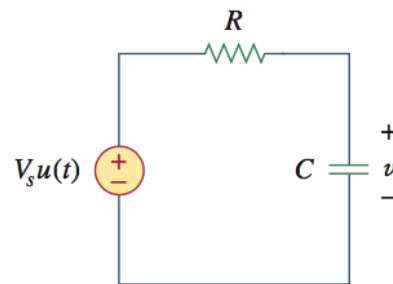
kapasitor dapat dinyatakan dengan persamaan arus,

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Dengan mensubstitusikan nilai q pada persamaan di atas, diperoleh persamaan hubungan arus dan tegangan kapasitor, yaitu

$$i = C \frac{dv}{dt}$$

2.2 PEMODELAN MATEMATIKA CAPACITOR CHARGING



Gambar 2-1 Model rangkaian pengisian kapasitor
Sumber: [1]

Dalam menganalisis rangkaian tersebut, digunakan persamaan memanfaatkan hukum kirchoff. Dengan menggunakan arah arus kirchoff searah jarum jam, persamaan dapat dituliskan sebagai berikut,

$$\sum V = 0 = -V_s + i.R + v$$

$$RC \frac{dv}{dt} + v - V_s = 0$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{V_s - v}{RC}$$

dengan v nilai tegangan pada kapasitor, V_s tegangan sumber, R sebagai hambatan pada rangkaian, dan C kapasitansi. Untuk nilai Δt dan Δv yang sangat kecil, $dv = \Delta v = v - v'$ dan $dt = \Delta t = t - t'$, dengan v' dan t' berturut-turut merupakan besar tegangan pada waktu t' dan waktu saat dt sebelum t . Sehingga persamaan di atas dapat dituliskan sebagai,

$$\frac{v - v'}{t - t'} = \frac{V_s - v}{RC}$$

$$v = \frac{\frac{V_s}{RC} + \frac{v'}{t - t'}}{\frac{1}{RC} + \frac{1}{t - t'}}$$

$$v = \frac{\frac{V_s}{RC} + \frac{v'}{\Delta t}}{\frac{1}{RC} + \frac{1}{\Delta t}}$$

Persamaan tersebut menggambarkan pendekatan nilai tegangan antar plat kapasitor pada keadaan pengisian kapasitor.

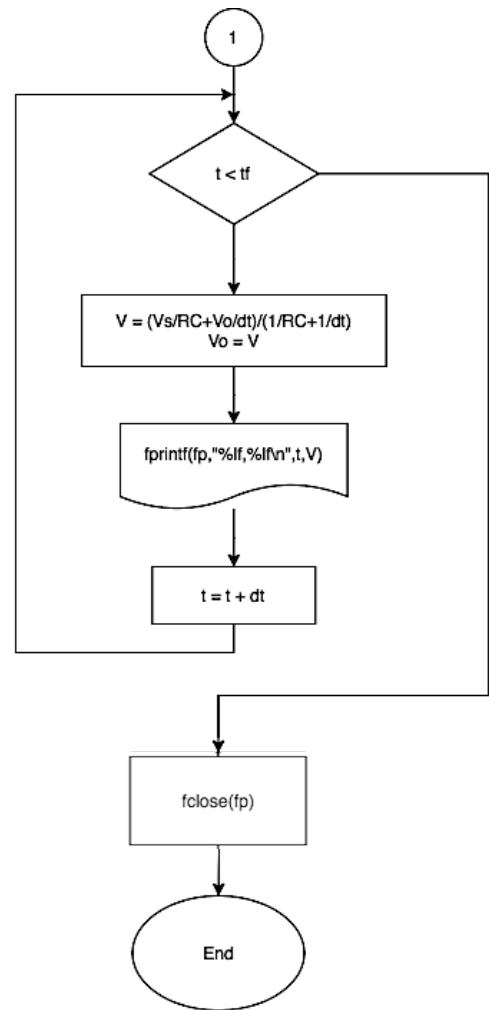
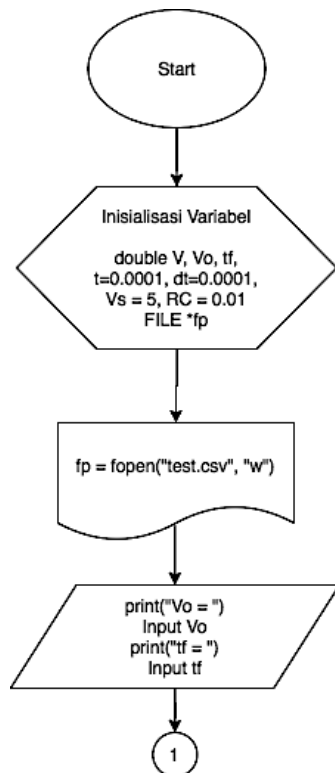
3. IMPLEMENTASI PROGRAM

3.1 DESKRIPSI SINGKAT

Program pemodelan penghitungan tegangan antar plat kapasitor pada keadaan charging akan menerima input dari user berupa tegangan awal dari kapasitor yang akan kita hitung (V_0) dan lama waktu pengamatan (t_f). Program akan menghasilkan suatu file csv yang memuat tegangan sesaat untuk setiap partisi waktu, yang mana untuk program ini digunakan partisi 0.1ms.

3.2 FLOWCHART

Pada program yang digunakan, alur kerja secara garis besar adalah sebagai berikut,



dimana V = tegangan kapasitor pada suatu waktu t , t_f = waktu akhir pengamatan, dt = interval waktu iterasi, dan fp = variable untuk menandai file test.csv pada rangkaian. Pengamatan dilakukan pada rangkaian dengan kapasitor $C = 1\mu F$, resistor $R = 10k\Omega$, dan sumber tegangan DC $V_s = 5 V$.

4. HASIL DAN ANALISIS

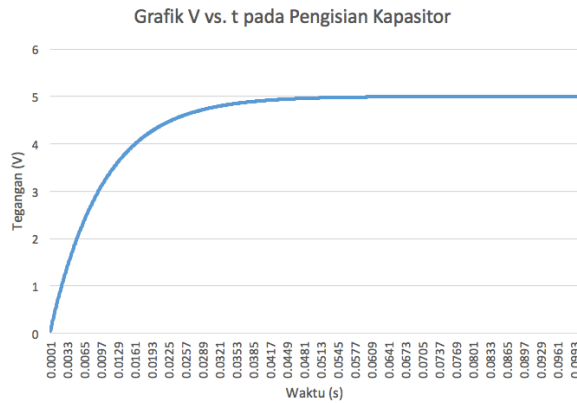
Berdasarkan program yang telah dibuat, didapatkan file berbentuk csv. Kemudian, dibuat sebuah grafik menggunakan data, data yang telah diperoleh dengan sumbu x berupa waktu sejak awal pengamatan hingga akhir pengamatan (t_f) dan sumbu y berupa tegangan antar plat kapsitor.

Dari hasil pengujian untuk tegangan awal $V_0 = 0 V$ dan waktu pengamatan $t_f = 0,3 s$, diperoleh grafik V vs. t pada kapasitor sebagai berikut,

untuk menemukan besar fungsi sesaat di interval waktu sebelumnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Charles K. Alexander dan Matthew N. O. Sadiku, *Fundamental of Electric Circuits 5th ed.*, McGraw-Hill, USA, 2013.



Grafik 4-1 Tegangan terhadap waktu untuk $V_0 = 0$ V dan $t_f = 0,1$ s

Dari grafik di atas, terlihat bahwa pada suatu waktu ketika tegangan pada kapasitor sudah mencapai nilai tegangan yang sama dengan tegangan sumber, maka nilai tegangan kapasitor akan konstan sebesar nilai tersebut yang pada kasus ini sebesar 5V.

Hasil yang diperoleh sesuai dengan sifat kapasitor dimana ketika kapasitor telah terisi penuh, dalam kata lain telah mencapai tegangan yang sama dengan tegangan sumber, maka kapasitor tidak lagi dapat menerima muatan. Ini menandakan bahwa pada keadaan penuh, kapasitor membuat rangkaian menjadi seperti open circuit, yang berarti arus tidak ada lagi yang melalui rangkaian/kapasitor tersebut. Sesuai dengan hukum kirchoff dimana tegangan total pada suatu rangkaian tertutup adalah nol, pada kasus ini ketika tegangan pada kapasitor sama dengan tegangan sumber, berarti tegangan pada resistor bernilai nol yang menandakan bahwa arus pada rangkaian adalah nol.

Selain itu terlihat bahwa pada $t = 0.01$ s atau sekitar $t = RC$, $V = 3,16$ V atau sekitar 0,63 dari tegangan sumber. Hal ini sesuai dengan fakta bahwa ketika telah mencapai waktu dimana $t = RC$, atau biasa disebut sebagai time constant, kapasitor telah mencapai tegangan sekitar 0,6321 dari tegangan sumber pengisinya.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengetesan program, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut,

- Untuk interval waktu yang sangat kecil, dapat dilakukan pendekatan $dx = \Delta x$
- Persamaan differensial orde 1 dapat diimplementasikan dengan program menggunakan iterasi berulang-ulang dengan menggunakan pendekatan poin pertama, dimana pengulangan dilakukan