

ANALISA PERBANDINGAN R DAN C SEBAGAI PENGGANTI L (BALLAST) PADA FLUORESCENT ATAU LAMPU TL (LAMPU TABUNG)

Yasri

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
Pontianak
2013

Yasri_st@yahoo.com

Abstrack – Passive elements in electricity there is three kind of resistances (R), Induktance (L), and capacitance (C). on the study of resistif properties of the resistor and the capacitor is used to ignite the lamp TL becaue in general elements commonly used to light the lamp TL is simply L (Ballasts). For elements of R and C that stands on its own is very rarely used us reactance on the line voltage.

Keyword : Ballast, Resistor, Kapasitor

1. Pendahuluan

Elemen pasif dalam kelistrikan ada tiga macam yaitu resistansi (R), induksi (L) dan kapasitansi (C) [1]. Secara rangkaian listrik elemen R,L dan C tersebut dapat dihubungkan secara paralel maupun seri. Pada lampu TL, elemen utama yang sering di pakai adalah induktor yang terdapat pada ballast lampu TL. Pada umumnya elemen R,L dan C digunakan sebagai komponen rangkaian elektronika misalnya sebagai filter frekuensi sinyal radio. Pada rangkaian ballast magnetik, kegunaan kapasitor adalah sebagai kompensasi untuk menaikkan faktor daya. Elemen R dan C yang berdiri sendiri sangat jarang di gunakan sebagai reaktansi pada tegangan listrik yang besar. Kapasitor memiliki sifat sebagai reaktansi kapasitif, ballast memiliki induktif, sedangkan resistor memiliki hambatan resistif. Pada penelitian ini sifat resistif pada resistor dan sifat kapasitif pada kapasitor dimanfaatkan untuk menyalakan lampu TL. Tujuan penelitian ini untuk menggantikan fungsi induktor pada ballast lampu TL dengan kapasitor dan resistor. Dengan demikian di perlukan perhitungan untuk menentukan nilai kapasitansi dan resistansi yang tepat untuk aplikasi lampu TL. Demikian juga kelebihan dan kekurangan penggunaan kapasitor dan resistor untuk lampu TL di bandingkan dengan ballast magnetik konvensional.

2. Dasar teori

Resistansi di ukur dalam ohm (Ω). **Resistor** tunggal **tetap** di desain untuk memiliki nilai resistansi berdasarkan toleransi yang di berikan. Dua jenis utama resistor tetap ialah komposisi-karbon dan belitan kawat, sedangkan resistor variabel disebut potensiometer atau rheostat.

Hukum ohm mendefinisikan hubungan antara arus (I), tegangan (V), dan resistansi (R). Terdapat tiga cara untuk menyatakan hukum ohm ini secara matematis.

1. Arus dalam suatu rangkaian sama dengan tegangan yang diberikan pada rangkaian tersebut di bagi dengan resistansi rangkaian bersangkutan:

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

2. Resistansi suatu rangkaian sama dengan tegangan yang diberikan pada rangkaian tersebut di bagi dengan arus yang mengalir dalam rangkaian bersangkutan:

$$R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

3. Tegangan yang di berikan pada suatu rangkaian sama dengan hasil-kali arus dan resistansi rangkaian tersebut:

$$V = I \times R \quad (3)$$

Di mana I = arus, A; R = resistansi, Ω ; dan V = tegangan. Jika diketahui dua dari salah satunya antara V , I , dan R , maka akan di ketui ketiganya. [1,2,3]

Arus yang melalui kapasitor merupakan reaksi dari perubahan tegangan pada kapasitor tersebut. Karena kapasitor menghantarkan arus berbanding lurus dengan laju perubahan tegangan

maka juga berbanding lurus dengan frekwensi. Oleh karena itu *reaktansinya* akan berbanding terbalik dengan frekwensi alternating current. Formulasnya adalah :

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c} \quad (4)$$

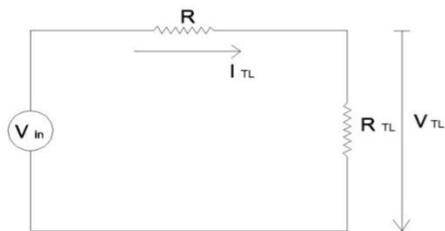
[1,2,3]

3. Metode penelitian

Tiga Percobaan lampu TL menggunakan R (resistor), L (Ballast) dan C (Kapasitor). Resistor dan kapasitor akan menggantikan fungsi ballast untuk menghidupkan lampu TL. Rangkaian ini menggunakan starter seperti halnya pada rangkaian lampu TL konvensional.

Rangkaian lampu TL dengan resistor

Dalam perancangan Resistor sebagai komponen pengganti Ballast untuk menyalakan lampu TL seperti pada gambar. Penggunaan Resistor dalam lampu TL berfungsi sebagai pembatas tegangan dan arus pada lampu TL. Adapun lampu TL yang digunakan adalah 10 watt. Untuk menentukan nilai Resistor yang dipakai dalam percobaan ini dapat dijelaskan seperti bawah ini:



Gambar 1. Rangkaian ekivalen R

$$V_{in} = 220V$$

$$V_{TL} = 58V \text{ (hasil pengukuran dan tabel lampu TL)}$$

$$P_{TL} = 10\text{watt}$$

$$I_{TL} = P_{TL} / V_{TL}$$

$$I_{TL} = 10\text{watt} / 58\text{volt} = 0,17 \text{ ampere}$$

Sehingga tahanan dalam pada lampu TL dapat diketahui:

$$R_{TL} = V_{TL} / I_{TL}$$

$$R_{TL} = 58 \text{ volt} / 0,17 \text{ ampere}$$

$$R_{TL} = 341,17 \Omega$$

Sehingga nilai Resistor yang diperlukan sebagai pembatas tegangan dan arus pada lampu TL dapat diketahui,yaitu:

$$R = (V_{in} - V_{TL}) / I_{TL}$$

$$R = (220 - 58) / 0,17 = 952,9 \Omega = 1000 \Omega$$

Karena Resistor bersifat Resitif maka daya yang diserap oleh Resistor adalah:

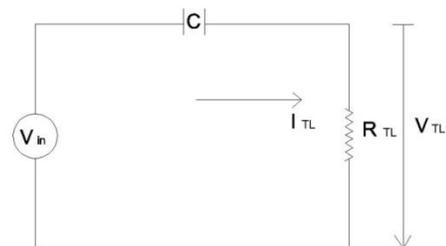
$$P = I^2 R$$

$$P = 0,17 \times 0,17 \times 952,9$$

$$P = 27,53 \text{ watt}$$

Jadi resistor yang diperlukan harus bernilai 952,9 Ω dengan kemampuan disipasi daya minimal 27,53 watt.

Dalam perancangan Capacitor sebagai komponen pengganti Ballast untuk menyalakan lampu TL seperti pada gambar. Penggunaan Capacitor dalam lampu TL berfungsi sebagai pembatas tegangan dan arus pada lampu TL karena capacitor mempunyai sifat hambatan jika dialiri arus listrik yaitu Reaktansi kapasitif. Adapun lampu TL yang digunakan adalah 10 watt. Untuk menentukan nilai kapasitor yang dipakai dalam percobaan ini dapat dijelaskan seperti bawah ini:



Gambar 1. Rangkaian ekivalen C

$$V_{in} = 220V$$

$$V_{TL} = 58V$$

$$P_{TL} = 10\text{watt}$$

$$I_{TL} = P_{TL} / V_{TL}$$

$$I_{TL} = 10\text{watt} / 58\text{volt} = 0,17 \text{ ampere}$$

Sehingga tahanan dalam pada lampu TL dapat diketahui:

$$R_{TL} = V_{TL} / I_{TL}$$

$$R_{TL} = 58 \text{ volt} / 0,17 \text{ ampere}$$

$$R_{TL} = 341,17 \Omega$$

Sehingga nilai Capacitor yang diperlukan sebagai pembatas tegangan dan arus pada lampu TL dapat diketahui,yaitu:

Pada percobaan dengan resistor hambatannya bersifat Resitif sedangkan percobaan dengan capasitor hambatannya bersifat capasitif. Dari data lampu TL 10 watt diketahui bahwa tegangan ideal untuk lampu tersebut adalah 58 V/ 0,17 Ampere. Dari data lampu TL 10 watt diketahui bahwa tegangan ideal untuk lampu tersebut adalah 58 V/ 0,17 Ampere. Secara teori dan perhitungan besarnya nilai capasitor yang diperlukan untuk percobaan alat dapat di tentukan sebagai berikut :

$$Z = \frac{V_{IN}}{I_{TL}}$$

$$Z = \frac{220}{0,17}$$

$$Z = 1.294,1 \Omega \approx 1294$$

$$X_C^2 = \sqrt{Z^2 - R_{TL}^2}$$

$$X_C^2 = \sqrt{1.294^2 + 952^2}$$

$$X_C^2 = \sqrt{1.674.436 - 906.304}$$

$$X_C^2 = \sqrt{768.072}$$

$$X_C = 876,39 \Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C}$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 876,39}$$

$$C = 0,000001816 F$$

$$C = 1,816 \mu F$$

Tabel hasil rata-rata pengukuran percobaan lampu TL dengan elemen ballast:

Tabel 1. Hasil pengukuran lampu TL dengan elemen ballast

| V _{IN} | V1 (V _{Resistor}) | V2 (V _{TL}) | A ₁ | A ₂ |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------|----------------|----------------|
| 200 Volt | 170 Volt | 60 Volt | 70 mA | 70 mA |

Pada analisa ini Vin masih mengacu pada standard PLN yaitu 220 volt, dengan alas an sebagai toleransi tegangan pada rencana resistor dan capasitor yang akan di jadikan percobaan.

Dari data hasil pengukuran tersebut dapat dianalisa secara teori dan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{IN}^2 = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

$$V_1^2 = \sqrt{V_{IN}^2 - V_2^2}$$

$$V_1^2 = \sqrt{220^2 - 60^2}$$

$$V_1^2 = \sqrt{220^2 - 60^2}$$

$$V_1 = 211,66 \text{ Vol}$$

Konsumsi daya listrik untuk lampu TL 10 watt menggunakan Ballast adalah:

$$P = V \cdot I$$

$$P = 220V \times 70\text{mA}$$

$$P = 15,4 \text{ Watt}$$

Jadi daya listrik yang diperlukan untuk menyalakan lampu TL 10 Watt dengan menggunakan Ballast adalah sebesar 15,4 Watt. Kelebihan daya sebesar 5,4 Watt di sebabkan oleh factor daya Ballast yang bersifat Induktif pada rangkaian. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{10}{15}$$

$$\cos \varphi = 0,66$$

$$\varphi = 48,7^\circ$$

Tabel hasil rata-rata pengukuran percobaan lampu TL dengan elemen resistor:

Tabel 2. Hasil pengukuran lampu TL dengan elemen Resistor

| V_{IN} | V_1 ($V_{Resistor}$) | V_2 (V_{TL}) | A_1 | A_2 |
|----------|-----------------------------|-----------------------|--------|--------|
| 200 Volt | 140 Volt | 58 Volt | 160 mA | 160 mA |

Dari data hasil pengukuran tersebut dapat dianalisa secara teori dan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{IN} = V_1 + V_2$$

$$V_{IN} = 160 \text{ Volt} + 58 \text{ Volt}$$

$$V_{IN} = 218 \text{ Volt}$$

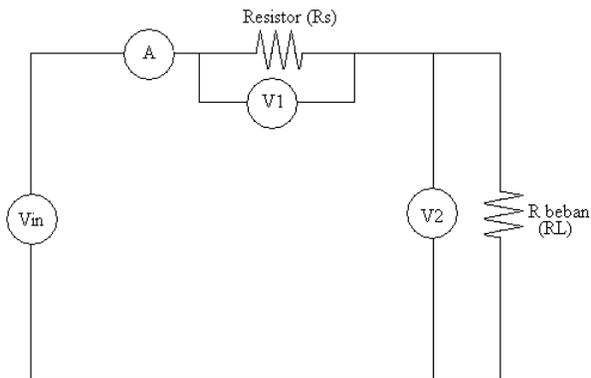
Konsumsi daya listrik untuk lampu TL 10 watt menggunakan Resistor adalah:

$$P = V \cdot I$$

$$P = 218V \times 160 \text{ mA}$$

$$P = 34,88 \text{ Watt}$$

Jadi daya listrik yang diperlukan untuk menyalakan lampu TL 10 Watt dengan menggunakan Resistor adalah sebesar 34,88 Watt. Kelebihan daya sebesar 24,88 Watt di sebabkan oleh penyerapan daya pada Resistor yang dipasang secara seri terhadap beban Lampu TL. Seperti diketahui komponen Resistor mempunyai sifat Resitif.



Gambar 3. Rangkaian percobaan lampu TL dengan elemen resistor

Dari hasil pengukuran arus di R_s dan R_L akan sama karena keduanya di hubungkan secara seri, arusnya yaitu: 120 mA

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{218V}{0,16}$$

$$R = 1.362,5 \Omega \approx 1.363 \Omega$$

R tersebut merupakan tahanan total $R_s + R_L$, sehingga besarnya resistansi R_L adalah:

$$R_L = R_T - R_S$$

$$R_L = 1.363 - 1.000 = 363\Omega$$

Dengan menggunakan hukum Ohm, jatuh tegangan R_s dan R_L adalah:

$$V_{R_S} = I \cdot R_S$$

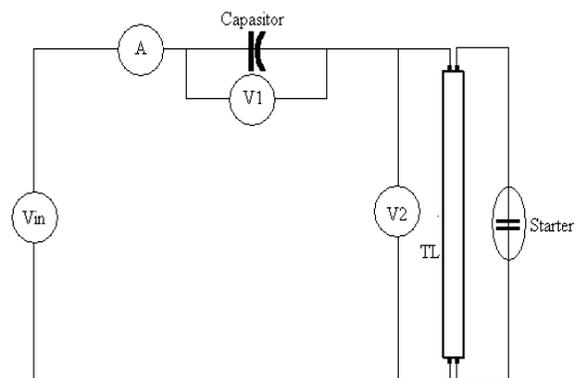
$$V_{R_S} = 0,16 \times 1.000$$

$$V_{R_S} = 160 \text{ Volt}$$

$$V_{R_L} = I \cdot R_L$$

$$V_{R_L} = 0,16 \times 363$$

$$V_{R_L} = 58,08 \text{ Volt} \approx 58 \text{ Volt}$$



Gambar 3. Rangkaian percobaan lampu TL dengan elemen kapasitor

pengukuran menggunakan kapasitor non polar 1.5 uf

Tabel hasil rata-rata pengukuran percobaan lampu TL dengan elemen kapasitor:

Tabel 3. Hasil pengukuran lampu TL dengan elemen Kapasitor

| V_{IN} | V_1 (V_{Cpstr}) | V_2 (V_{TL}) | A_1 | A_2 |
|----------|--------------------------|-----------------------|-------|-------|
| 200 Volt | 200 Volt | 45 Volt | 70 mA | 70 mA |

$$V_{IN}^2 = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

$$V_1^2 = \sqrt{V_{IN}^2 - V_2^2}$$

$$V_1^2 = \sqrt{220^2 - 60^2}$$

$$V_1^2 = \sqrt{220^2 - 60^2}$$

$$V_1 = 211,66 \text{ Vol}$$

Konsumsi daya listrik untuk lampu TL 10 watt menggunakan Capacitor adalah:

$$P = V \cdot I$$

$$P = 220V \times 70mA$$

$$P = 15,4 \text{ Watt}$$

Jadi daya listrik yang diperlukan untuk menyalakan lampu TL 10 Watt dengan menggunakan Ballast adalah sebesar 15,4 Watt. Kelebihan daya sebesar 5,4 Watt di sebabkan oleh factor daya Ballast yang bersifat Capasitif pada rangkaian. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{10}{15}$$

$$\cos \varphi = 0,66$$

$$\varphi = 48,7^\circ$$

4. Kesimpulan

1. Elemen resistor sebagai pengganti ballast memiliki tegangan di lampu TL yang hampir sama dengan ballast yaitu 58 volt, Akan tetapi resistor merupakan elemen

listrik yang menyerap energi cukup besar yaitu 24,88 watt. Sehingga memerlukan 34,88 watt untuk menyalakan lampu TL 10 watt.

2. Elemen kapasitor sebagai pengganti ballast memiliki tegangan yang lebih rendah juga sebagaimana resistor terhadap ballast yaitu 45 volt, akan tetapi yang menjadi kelebihan kapasitor adalah tidak memiliki sifat penyerapan energi yang besar seperti halnya resistor. Kapasitor memiliki daya yang sama pada elemen dan lampu yaitu 70 mA. Kemudian yang menjadi kelebihan dari kapasitor adalah tidak mudah panas.
3. Nilai resistor untuk lampu TL 10 watt adalah 952,9 Ω atau 1000 Ω .
4. Nilai kapasitor untuk lampu TL 10 watt adalah 1,816 μF .

5. Referensi

1. Dasar-dasar Teknik Listrik, Edisi Ketiga Penerbit Erlangga Tahun 2004
2. Dasar-dasar Teknik Listrik, Edisi Keempat Penerbit Bina Adiaksara Desember 2005
3. Tegangan listrik Arus kuat, Vanharten jilid 2, edisi ke dua penerbit Erlangga tahun 2004.

Ucapan terimakasih

Puji dan syukur selalu kepada Allah SWT, Karena rahmat dan karunianya lah kita selalu mendapatkan nikmat dan selalu di berikan jalan pada setiap permasalahan yang kita temukan. Kemudian kepada nabi Muhammad SAW, karena beliau lah saat ini kita dalam Anugerah islam dan iman.

Terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua dan keluarga saya, bang budi dan keluarga, bang adi dan keluarga, kawan-kawan seperjuangan, keluarga besar Fakultas Teknik, keluarga besar Mapala Teknik dan terakhir kepada seseorang yang saya sayangi tapi sering tak jelas, karena merekalah skripsi ini terselesaikan.

Biodata penulis

Yasri (D01106045), di lahirkan di parit na'im, Pontianak 2 juni 1987. Menempuh pendidikan Madrasah ibtida'iyah Parit na'im, Madrasah tsanawiyah Parit na'im, Madrasah Aliyah Pondok Pesantren Darul ulum Rasau jaya dan sekarang menyelesaikan S1 di Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura 2006. Konsentrasi Teknik Tegangan Tinggi (Konversi energi)