ISSN 2460-1608 (Media Cetak) 2622-3244 (Media Online)

PENGARUH PANJANG DAN LUAS PENAMPANG LILITAN KAWAT NICHROM SEBAGAI PENGGANTI BALLAST PADA LAMPU TABUNG

[1]Sugiri

D3 Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui panjang dan luas penampang lilitan kawat nichrom sebagai pengganti ballast pada lampu tabung.Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium, yaitu penelitian dimana pengambilan datanya dilakukan dengan cara pengamatan dan pengukuran melalui percobaan. Percobaan dilakukan dengan memvariasi panjang dan luas penampang lilitan kawat nichrom serta lampu tabung dengan merk Philips, dop dan Luxarm. Sedangkan teknik analisis datanya menggunakan analisis statistik deskriptif. Adapun hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Semakin panjang kawat lilitan nichrom yang digunakan sebagai pengganti ballast maka waktu penyalaan lampu tabung akan semakin lama. (2) Semakin besar luas penampang lilitan kawat nichrom yang digunakan sebagai pengganti ballast maka waktu penyalaan lampu tabung akan semakin cepat. (3) Waktu penyalaan lampu tabung yang paling cepat diperoleh pada lilitan kawat nichrom yang panjangnya 14,3m dan berpenampang 0,0314mm^2. (4) Daya yang terukur pada unit lampu tabung yang menggunakan lilitan kawat nichromsebagai pengganti ballast sangat besar, karena arus yang mengalir pada rangkaian juga besar. (5) Penggunaan lilitan kawat nichrom sebagai pengganti ballast yang sangat pendek sangat tidak menguntungkan karena boros dan lilitan kawat nichromnya menjadi mudah putus. (6) Besarnya faktor daya yang terukur pada rangkaian adalah sebesar satu, karena kawat nichrom merupakan bahan pengantar yang bersifat resitif murni. (7) Lilitan kawat nichrom tidak bisa digunakan untuk menyalakan lampu tabung yang berdaya besar, karena lilitan kawat nichrom tidak bisa membangkitkan tegangan sesaat yag cukup tinggi untuk penyalaan lampu tabung saat starter bekerja. (8) Semakin kecil luas penampang kawat nichrom, maka semakin baik digunakan sebagai pengganti ballast karena lebih efisien.

Kata kunci: Kawat Nichrom, Lampu Tabung, Ballast

Abstract

The purpose of this research is to determine the length and cross-sectional area of nichrome wire as a ballast alternative in tube lights. This is a laboratory experimental study, which means that data is collected by observing and measuring through experiments. Experiments were conducted by altering the length and cross- sectional area of nichrome wire and tube lights manufactured by Philips, Dop, and Luxarm. While descriptive statistical analysis is used in the data analysis technique. According to the study's findings: (1) The longer the nichrome coil wire used as a ballast alternative, the longer the ignition period of the tube light. (2) The higher the cross-sectional area of the nichrome wire used as a ballast replacement, the faster the ignition time of the tube light. (3) A coil of nichrome wire with a length of 14.3m and a cross-section of 0.0314 mm2 produces the quickest turn-on time for tube light. (4) The power measured in tube light units that employ nichrome wire as a substitute for ballast is very large because the current flowing in the circuit is also large (5) The use of nichrome wire as a substitute for a very short ballast is extremely inefficient since it wastes energy and the nichrome wire winding easily breaks. (6) Because nichrome wire is a pure resistive conductor, the measured power factor in thecircuit is one. (7) Nichrome wire coils cannot be used to switch on high-power tube lights because they cannot generate a high enough momentary voltage to ignite tube lights when the starter is turned on. (8) The smaller thecross-sectional area of the nichrome wire, the more efficient it is utilized as a ballast alternative.

Keywords: Nichrome Wire, Tube Light, Ballast

Pendahuluan

Perusahaan Listrik Negara (PLN) telah berusaha membangun pusat-pusat pembangkit tenaga listrik baru serta mengembangkan pusat pembangkit tenaga listrik yang sudah ada. Dengan demikian diharapkan kebutuhan tenaga listrik bagi konsumen dapat terpenuhi, sehingga secara tidak langsung

[1]*Email Address: sugiri@sttkd.ac.id*
Received 2 Juni 2023, Available Online 30 Juli 2023

https://doi.org/10.56521/teknika.v9i1.958

akan meningkatkan kesejahteraan hidup konsumen listrik, karena kebutuhan tenaga listrik merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat modern. Pemakai tenaga listrik dewasa ini merasa sangat kecewa karena penyesuaian harga listrik per-KWH-nya cukup besar dibandingkan dengan harga lama. Oleh karena itu maka konsumen dianjurkan agar dapat melakukan upaya penghematan pemakaian tenaga listrik sehingga dapat memperkecil biaya pembayaran listrik setiap bulannya.

Salah satu upaya yang kemudian dapat dilakukan adalah dengan menggunakan lampu tabung sebagai penerangan rumah, karena secara teoritis lampu tabung merupakan lapu hemat energi apabila dibandingkan dengan lapu pijar. Dikatakan demikian karena dengan penggunaan daya yang sama diperoleh intensitas cahaya yang lebih terang. Dewasa ni di pasaran banyak beredar lampu tabung yang menggunakan lilitan kawat nichrom sebagai pengganti ballast. Dalam kehidupan sehari-hari banyak masyarakat yang menggunakan lampu tabung, khususnya lampu tabung dengan lilitan kawat nichrom sebagi pengganti ballast untuk penerangan rumah karena lampu tabung dengan lilitan kawat nichrom dianggap lebih bagus dibandingkan dengan lampu tabung yang menggunakan ballast. Pengggunaan lilitan kawat nichrom sebagai pengganti ballast mempunyai beberapa kelebihan, antara lain lilitan kawat nichrom memiliki koefisien suhu yang cukup tinggi sehingga lebih tahan panas. Lampu tabung yang menggunakan lilitan kawat nichrom sangat menguntungkan bila dibandingkan dengan lampu tabung yang memakai ballas. Keuntungan tersebut antara lain: (a) Lampu tabung yang memakai kawat nichrom harganya lebih murah, (b) Untuk daya yang sama, faktor daya lampu tabung yang menggunakan lilitan kawat nichrom lebih besar daripada lampu tabung yang menggunakan ballast, karena lampu tabung yang menggunakan lilitan kawat nichrom bersifat resitif, sedangkan yang menggunakan ballast bersifat induktif, (c) Jika ditinjau dari intensitas penerangannya,lampu tabung dengan lilitan kawat nichrom lebih terang dbandingkan lampu tabung yang menggunakan ballast (Mutaqin dan Astara, 1994). Hal ini disebabkan arus pada lampu tabung dengan menggunakan kawat nichrom lebih besar daripada lampu tabung yang menggunakan ballast.

Suatu kenyataan bahwa pemakai lampu tabung tersebut banyak yang merasa heran karena setelah saklar hidup ternyata lampu tabungnya tidak segera menyala. Masalah lain yang muncul adalah kenapa lampu tabungnya ada yang cepat mati, sehingga hal ini merugikan konsumen. Masalah lain yang muncul adalah apakah benar panjang liitan kawat nichrom mempengaruhi waktu penyalaan lampu tabung, dan bagaimana pula pengaruh luas penampang lilitan kawat nichrom terhadap waktu penyalaan lampu tabung.

Lampu tabung yang menggunakan lilitan kawat nichrom sebagai pengganti ballast yang di jual di pasaran tidak ditemukan data tentang panjang dan luas penampang seperti tersebut di atas. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh panjang dan luas penampang lilitan kawat nichrom terhadap waktu penyalaan lampu tabung.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: [1] Bagaimana pengaruh panjang lilitan kawat nichrom sebagai pengganti ballast terhadap waktu penyalaan lampu tabung? [2] Bagaimanakah pengaruh luas penampang lilitan kawat nichrom sebagai pengganti ballast terhadap waktu penyalaan lampu tabung? Serta [3] Untuk panjang dan penampang kawat nichrom yang mana yang waktu nyalanya paling cepat?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini yakni: Ingin mengetahui Bagaimana pengaruh panjang lilitan kawat nichrom sebagai pengganti ballast terhadap waktu penyalaan lampu tabung; Inggin mengetahui pengaruh luas penampang lilitan kawat nichrom sebagai pengganti ballast terhadap waktu penyalaan lampu tabung; dan Ingin mengetahui panjang dan penampang kawat nichrom yang mana yang waktu nyalanya paling cepat?

Tinjauan Pustaka

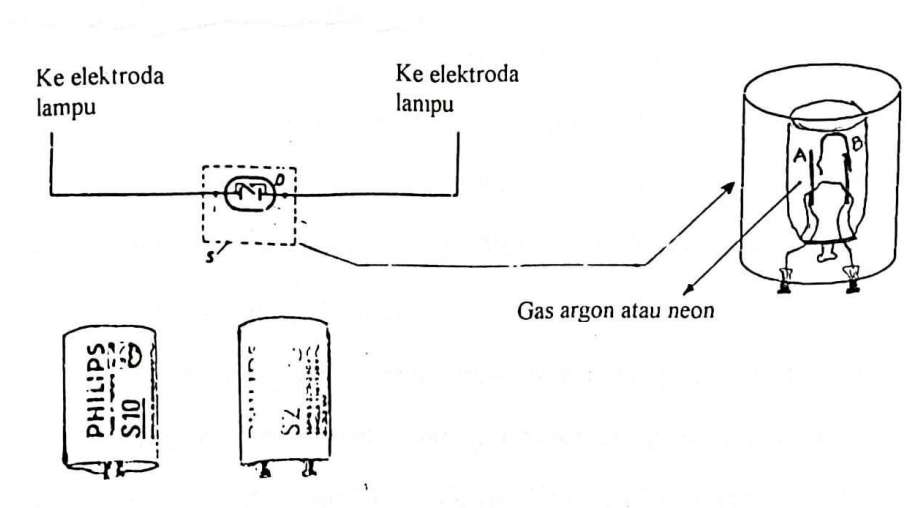
Bagian-bagian Unit Lampu Tabung

Lampu Tabung *Flourescent*

Lampu tabung diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu lampu tabung tekanan tinggi dan lampu tabung tekanan rendah. Contoh lampu tabung yang bertekanan tinggi adalah lampu air raksa tekanan tinggi (HPLR) atau lampu natrium tekanan tinggi. Sedangkan untuk lampu tabung yang bertekanan rendah misalnya lampu tabung *Flourescent*, yang antara lain dipasarkan oleh Philips dengan kode TL (*Tubelar Lamp*), berdiameter 38 mm, dengan panjang tergantung pada daya tabung. Bagian dalam tabung dilapisi dengan serbuk *Flourescent* dan pada setiap ujung tabung dilapisi dengan serbuk elektrode. Elektrode ini terdiri dari kawat pijar dari *wolfarm* dengan sebuah emiter untuk memudahkan emisi elektron (Harten dan Setiawan, 1980) . Prinsip kerja lampu tabung *Flourescent* adalah: apabila tegangan yang sesuai diberikan antara elektrode-elektrode pada lampu tabung *Flourescent* maka akan terjadi aliran elektron antara kedua elektrode tersebut. Karena aliran elektron ini maka akan terjadi tumbukan antara elektron-elektron tersebut dengan atom-atom gas mulia. Tumbukan ini akan mengakibatkan terlepasnya elektron-elektron dari ikatan atom. Terlepasnya elektron-elektron dibarengi dengan pelepasan energi dalam bentuk cahaya elektromanetik. Warna cahaya tersebut tergantung dari gas yang diisikan dalam tabung. Gas neon misalnya memberikan cahaya warna merah. Lampu tabung mempunyai karakteristik: umur lampu sekitar 7500 jam, lumen per watt tinggi, biaya operasi rendah, biaya awal tinggi serta terpengaruh oleh temperatur (Gupita, 1983).

Starter

Guna memulai penyalaan lampu tabung *Flourescent* diperlukan sebuah *starter* (Harten dan Setiawan, 1983), yang berfungsi sebagai pemancing awal kinerja lampu (Djojopernoto, 1982). Starter untuk tabung *Flourescent* terdiri dari sebuah balon kaca kecil yang diisi dengan gas mulia yaitu argon dan neon. Gas tersebut akan menjadi panas apabila mendapat tegangan dan menjadi dingin kembali apabila tegangan telah hilang. Gas ini berfungsi untuk memanasi elektrode dwi logam A dan B seaktu starter mendapat tegangan dan mendinginkannya sewaktu arus mengalir lewat elektrode dwi logam A dan B.



Gambar 1: Starter

Keterangan:

A: dwilogam B: dwilogam S: starter D: balon

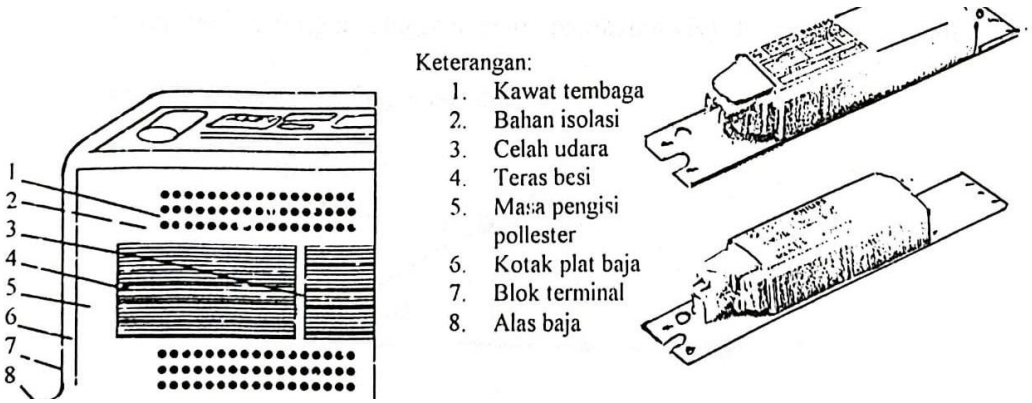
Ballast

Meningkatnya jumlah elektron bebas dan jumlah elektron yang bergerak dari elektrode satu ke elektrode ke elektrode lain dalam tabung *Flourescent* mengakibatkan arus dalam tabung meningkat dan hambatan dalam tabung menurun. Apabila proses ini berlangsung terus menerus dalam waktu pendek akan mengakibatkan hubung singkat dalam tabung. Karenanya dipasangllah hambatan (*ballast*) yang diseri dalam tabung. *Ballast* sering pula disebut kumparan penghambat, yaitu suatu kumparan yang berfungsi untuk menghambat arus yang mengalir pada unit lampu tabung. *Ballast* adalah kumparan yang berinti besi. Apabila dikaitkan dengan induktor maka dapat dikatakan bahwa *ballast* adalah induktor yang berinti besi, sehingga apabiladihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balikakan menimbulkan reaktansi sebesar $X_L = 2\pi$ fL.

Dimana:

X_L = reaktansi induktif dalam satuan Ohm
F = frekuensi arus bolak-balik dalam satuan Herz
L = induktansi diri dalam satuan Henry

Ballast yang digunakan pada unit lampu tabung terdiri dari beberapa bagian, seperti terlihat pada gambar di bawah :



Gambar 2: Konstruksi Ballast
Sumber: (Harten dan Setiawan, 1983)

Pada *ballast* selainmempunyai reaktansi sebesar $X_L = 2\pi f L$, juga mengandung hambatan (R). Pada komponen R, tegangan dan arus sefase sehingga sudut fase V_R 0^o. Sedangkan pada komponen L (induktor), tegangan mendahului arus sebesar 90^o. Resultan vektor R dan vektor X_L disebut impedansi (Z) yang besarnya dihitung dengan menggunakan dalil Phytagoras dalam segtiga siku-siku. Impedansi inilah yang berperan sebagai hambatan total *ballast* yang dihubungkan kesumber tegangan bolak-balik (Kanginan, 1995).
Ballast merupakan sebuah induktor. Tegangan yang melalui sebuah induktor adalah sebanding dengan kecepatan perubahan arus yang melalui induktor tersebut terhadap waktu, sehingga:
$V = L\frac{di}{dt}$ (Silasan, 1982)
Tidak seperti tenaga dalam resistansi yang berubah menjadi panas, tenaga tersebut disimpan dalam medan magnet. Tenaga induktif yang tersimpan itu akan muncul kembali dalam rangkaian pada saat arus menjadi nol. Misalnya bila suatu saklar di buka dalam rangkaian induktif pembawa arus, maka arus akan berkurang dengan cepat tetapi tidak mendadak dalam satu saat (Ismail, 1995)

Prinsip Kerja Unit Lampu Tabung dengan Menggunakan Ballast

Penyalaan adalah membuat supaya menyala (KBBI, 1989). Waktu penyalaan lampu tabung adalah waktu diperlukan lampu tabung mulai saat diberi sumber sampai menyala secara konstan. Siklus penyalaan lampu tabung adalah sebagai berikut: Bila unit lampu tabung dihubungkan dengan jaringan

yang bertegangan 220 Volt maka dalam waktu singkat elektrode dwi logam starter akan membengkok sehingga terhubung. Saat elektrode dwi logam terhubung, suatu arus besar akan mengalir dari jaringan lewat ballast, kemudian ke elektrode lampu, starter dan elektrode lampu lainnya untuk selanjutnyakembali menju ke jaringan. Adanya arus ini akan membuat elektrode-elektrode lampu berpijar dan mengeluarkan elektron. Sementara itu gas argon atau neon pada starter akan menjadi dingin, sehingga elektroda-elektroda dwi logam dalam starter akan lurus kembali dan memutuskan arus yang sedang mengalir. Karena pemutusan yang tiba-tiba, maka daam kumparan hambat atau *ballast* akan dibangkitkan tegangan sesaat yang elatif tinggi. Tegangan ini mencatu elektrode tabung,sehingga akan menyalakan tabung *Flourescent*, asalkan elektrode-elekrodenya sudah cukup panas. Apabila siklus pertama tabung mampu menyala, urutan peristiwa seperti di atas akan terulang hingga tabung lampu mampu menyala. Setelah menyala tegangan tabungnya akan turun hingga 60-100 Volt, tergantung pada panjang tabung dan dayanya. Sesudah tabung lampu menyala, *starter* akan terhubung paralel dengan tabung. Karena tegangan nyala tabung lebih rendah dari tegangan nyala *starter*, maka starter akan tetap padam (Johny B.R, 1993)

Kawat Nichrom

Kawat nichrom adalah bahan konduktor bentuk padat. Sesuai dengan namanya, logam dasar paduan nichrom adalah nikel dan chrom. Kawat nichrom merupakan bahan campuran dengan tahanan jenis tinggi. Bahan itu dapat dibentuk untuk mengurangi tahanan jenis maupun koefisien suhu bahan pengantar. Nichrom tidak mudah dioksidasi oleh zat asam dalam udara pada suhu tinggi. Dalam perdagangan nichrom diual sebagai kawat bentuk bulat denan garis tengah 0,1 mm ke atas dan bentuk pita berukuran 0,1 x 1 mm dan lebih besar lagi (Depdikbud, 1982) . Besarnya hambatan kawawt nichrom adalah sebagai berikut:

$$R = \rho\frac{\ell}{q}$$

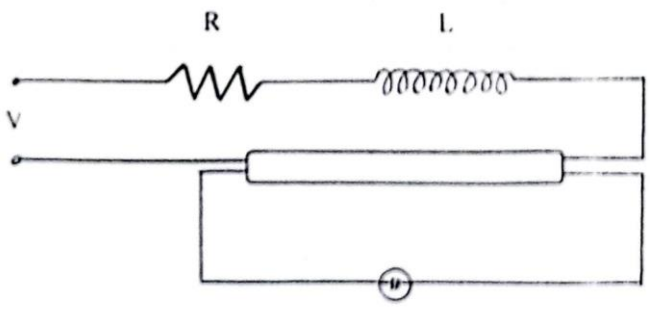
dimana:

R = hambatan dari kawat dalam satuan Ohm
ρ = tahanan jenis kawat dalam Ohm.mm^2/m
ℓ = panjang kawat dalam satuan meter
q = luas penampang kawat dalam satuan mm^2 (Johanes, 1978)

Tahanan jenis kawat (ρ) adalah konstan, sehingga dari rumus di atas dapat diperoleh suatu harga R yang bervariasi. Apabila ℓ kecil dan q besar, maka harga R adalah kecil. Sedangkan apabila harga ℓ besar dan q kecil, maka akan diperoleh R yang besar.

Lilitan Kawat Nichrom sebagai pengganti *Ballast*

Fungsi *ballast* sebagai penghambat arus listrik yang mengalir dan sebagai pembangkit tegangan sesaat yang cukup tinggi pada unit lampu tabung dapat digambarkan seperti rangkaian ekivalen di bawah ini:



Gambar 3: rangkaian ekivalen lampu tabung dengan menggunakan *ballast*

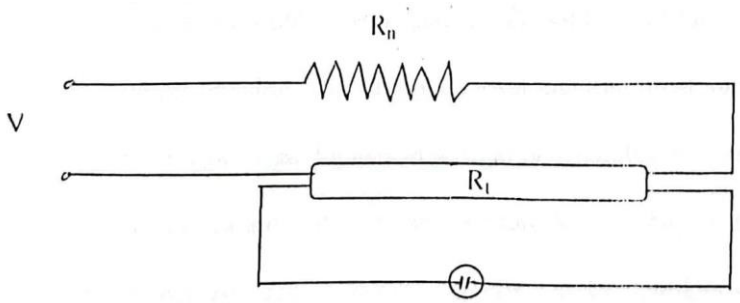
Besarnya arus (I) yang mengalir dalam tabung adalah:

I = $\frac{V}{Z}$ Dimana: Z = $\sqrt{(R_b + R_t)^2 + (X_L)^2}$

Keterangan:

I	= arus yang mengalir (ampere)	R_b	= hambatan *ballast* (ohm)
V	= tegangan sumber (volt)	R_t	= hambatan tabung (ohm)
Z	= impedansi (ohm)	X_L	= impedansi induktif (ohm)

Untuk menghambat arus dalam tabung selain dengan menggunakan ballast dapat juga dilakukan dengan menggunakan suatu hambatan seperti lilitan kawat nichrom atau nikelin, sehingga rangkaian ekivalennya menjadi seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 4: Rangkaian ekivalen lampu tabung dengan menggunakan lilitan kawat nichrom

Berdasarkan gambar di atas besarnya arus yang mengalir adalah:

I = $\frac{V}{R_n + R_t}$

Keterangan:

I	= arus yang mengalir (ampere)
V	= tegangan sumber (volt)
R_n	= hambatan kawwat (ohm)
R_t	= hambatan ekuivalen tanbung (ohm)

Lilitan kawat nichrom dapat digunakan sebagai pengganti ballast, karena kawat nichrom mempunyai tahanan jenis tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai penghambat arus dalam waktu yang lama tanpa mengalami titik lebur. Selain itu kawat nichrommerupakan salah satu jenis logam yang nilai tahannya tetap dengan meningkatnya arus.

Metode Penelitian

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen di Laboratorium yaitu sebuah penelitian dimana pengambilan datanya dilakukan dengan cara pengamatan dan pengukuran melalui sebuah percobaan. Diameter kawat nichrom yang ada di pasaran antara lain 0,08 mm; 0,15 mm; 0,2 mm; 0,5 mm dan 0,7 mm. Sedangkan diameter kawat nichrom yang digunakan dalam pengambilan data adalah 0,08 mm; 0,15 mm dan 0,2 mm, atau kawat tersebut mempunyai luas pemnampang sebgai berikut:

$d = 0{,}08\,mm \rightarrow q = \frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4}.3{,}14.0{,}082 = 0{,}005632 mm^2$

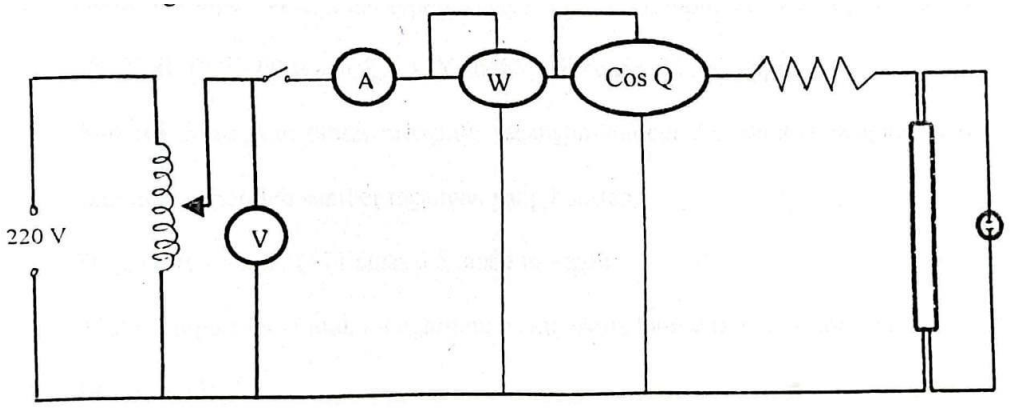
$d = 0{,}015\,mm \rightarrow q = \frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4}.3{,}14.0{,}0152 = 0{,}0176625 mm^2$

$d = 0{,}2\,mm \rightarrow q = \frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4}.3{,}14.0{,}22 = 0{,}0314 mm^2$

Untuk menentukan panjang kawat nichrom yang digunakan dalam pengambilan data, maka dilakukan perencanaan sebagai berikut:

1. Pengukuran lampu tabung 10 watt yang memakai *ballast*
2. Perencanaan kawat nichrom pengganti *ballast*, dengan variasi panang kawat nichrom yang dibuat untuk pengambilan data sebagai berikut:
   1. Untuk luas penamang kawat nichrom 0,005623 mm^2 dibuat variasi panjang sebagai berikut: 2,4 m; 2,6 m; 2,8 m; 3,0 m; 3,4 m; 3,6 m; 3,8m; 4,0m dan 4,2 m
   2. Untuk luas penampang kawat nichrom 0,0176625 mm^2 dibuat wariasi panjang sebagai berikut: 8,0 m; 8,2 m; 8,4 m; 8,6 m; 8,8 m; 9,0 m; 9,2 m; 9,4 m; 9,6 m; dan 9,8 m.
   3. Untuk luas penampang kawat nichrom 0,0314 mm^2 dibuat variasi panjang sebagai berikut: 14,3 m; 14,5 m; 14,7 m; 14,9 m; 15,1 m; 15,3 m; 15,5 m; 15,7 m; 15,9 m dan 16,1 m.

Sedangkan rangkaian percobaan yang digunakan dalam pengambilan data adalah sebagai berikut:



Gambar 5: Gambar Rangkaian Percobaan

Berdasarkan gambar rangkaian percobaan di atas, dilakukan pengambilan data dengan cara memvariasi besarnya luas penampang kawat, panjang kawat dan merk lampu tabung.

Subyek Penelitian

Subyek dalam penelitian ini adalah lilitan kawat nichrom dengan diameter kawat dan panjang yang berbeda-beda. Adapun kategori dari subyek penelitian ini adalah sampel diambilkan yang terbaru atau belum pernah dipakai.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui moda eksperimen laboratorium yaitu dengan pengamatan dan pengukuran langsung dari percobaan di Laboratorium Dasar-Dasar Listrik. Pengamatan dan pengukuran dilaksanakan pada waktu dilakukan percobaan, yaitu dengan mengatur panjang dan besar luas penampang kawat nichrom untuk merk lampu yang berbeda sehingga didapatkan waktu penyalaan dan arus start lampu tabung yang berubah-ubah.

Sebelum pengukuran pada pengamatan penelitian dilakukan, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian instrumen agar didapatkan hasil pengukuran yang valid. Untuk mengurangi atau memperkecil ketidakcermatan suatu pengukuran dilakukan suatu kalibrasi. Adapun hal-hal yang dilakukan dalamkalibrasi instrumen, antara lain:

1. Pemilihan instrumen yang mempunyai spesifikasi prosentase kekeliruan terkecil. Spesifikasi dilakukan oleh pabrik. Hal ini dilakukan dengan cara melihat kelas meter yang paling presisi (0,5%)

2. Semua jarum penunjuk instrumen sebelum digunakan untuk mengambil data, terlebih dahulu distel pada posisi nol, serta dipilihnya instrumen yang mempunyai jarum berbentuk mata pisau dan pembagian papan skalanya yang halus.
3. Alat ukur yang dipilih mempunyai cermin pada papan skalanya untuk menghindari kesalahan baca.
4. Pengukuran dilakukan beberapa kali, dan hasil pengukuran ditentukan dari hasil reratanya.

Disamping itu dalam pelaksanaan pengamatan diperlukan Kipas Angin untuk menghindari pengaruh panas pada lampu tabung serta diusahakan bahwa selama pengamatan sumber tegangan selalu konstan yaitu 220 volt.

Adapun langkah kerja pengumpulan datanya adalah sebagai berikut:

1. Membuat rangkaian lilitan kawat nichrom untuk merk lampu tabung Philips dan luas penampang kawat nichrom 0,00532 mm^2
2. Tutup saklar, bersamaan dengan itu stop watch di*start*, hentikan stop watch jika lampu sudah menyala dengan konstan
3. Masukkan penunjukan semua alat ukur pada tabel
4. Lakukan untuk panjang kawat nichrom yang berbeda-beda
5. Buka saklar, dengan lilitan kawat nichrom yang sama ulangi langkah 2 s/d 4 sampai 5 kali
6. Lakukan langkah kerja 1 s/d 5 untuk luas penampang kawat: 0,0176625 mm^2 dan 0,0314 mm^2
7. Ganti lampu tabung dengan merk yang lain
8. Lakukan seperti langkah kerja 1 s/d 6

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif, yakni statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat suatu kesimpulan yang berlaku umum atau generalisasi. Termasuk statistik deskriptif adalah penyajian data melalui tabel, grafik, diagram lingkaran, histogram, perhitungan modus, median dan mean (Sugiono, 1994)

Pengambilan data untuk setiap perobaan dilakukan sebanyak lima kali pengamatan untuk masing-masing merk lampu dan untuksetiap variasi. Pengamatan dilakukan oleh dua orang. Hasil akhir yang dianalisis adalah rata-rata hasil pengamatan dan pengukuran dari ketiga merk lampu. Nilai rata-ratanya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$X = \frac{X_1+X_2+X_3+\cdots+Xn}{N}$$

Keterangan:

$x = rata - rata\ pengukuran\ akhir$
$N = jumlah\ pengamatan\ dan\ atau\ jumlah\ merk\ lampu$
$X1..Xn = nilai\ setiap\ pengukuran$

Dalam penelitian ini tidak diadakan pebandingan, peneliti hanya mengamati karakteristik dari tiap-tiap variasi. Dengan demikian data-data kuantitatif dianalisa menggunakan teknik analisis deskriptif, tanpa menggunakan rumus-rumus statistik tetapi melalui sajian data dalam bentuk tabel dan grafik.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Berikut adalah data rata-rata hasil pengukuran dan pengamatan dari lampu tabung fluorescent bermerk Philips, dop dan Luxram yang dilakukan melalui metode eksperimen di laboratorium dengan memvariasi panjang dan luas penampang lilitan kawat nichrom:

Tabel 1. Data rerata waktu penyalaan, arus start, arus nominal, faktor daya dan daya terukur untuk luas penampang kawat nichrom 0,005632mm^2

No:	ℓ (meter)	t (detik)	I_s (amper)	I_n (amper)	P (watt)	Cos Q
1.	2,4	1,7	0,530	0,410	90	1
2.	2,6	1,9	0,490	0,380	83	1
3.	2,8	2,1	0,470	0,360	78	1
4.	3,0	2,4	0,450	0,340	74	1
5.	3,2	2,5	0,420	0,330	70,3	1
6.	3,4	2,8	0,400	0,300	67,7	1
7.	3,6	3,1	0,317	0,290	64,3	1
8.	3,8	3,4	0,350	0,270	59	1
9.	4,0	3,6	0,330	0,250	53,6	1
10	4,2	3,8	0,310	0,230	49	1

Tbel 2. Data rerata waktu penyalaan, arus start, arus nominal, faktor daya dan daya terukur untuk luas penampang kawat nichrom 0,0176625mm^2

No	ℓ (meter)	t (detik)	I_s (amper)	I_n (amper)	P (watt)	Cos Q
1.	8,0	1,7	0,57	0,428	93,7	1
2.	8,2	1,8	0,55	0,420	91,7	1
3.	8,4	1,9	0,53	0,392	85,7	1
4.	8,6	2,0	0,51	0,380	81,7	1
5.	8,8	2,1	0,47	0,360	76,3	1
6.	9,0	2,2	0,45	0,340	73,3	1
7.	9,2	2,4	0,44	0,320	68,3	1
8.	9,4	2,5	0,42	0,300	63,7	1
9.	9,6	2,7	0,39	0,280	61	1
10	9,8	2,9	0,36	0,260	58	1

Tbel 3. Data rerata waktu penyalaan, arus start, arus nominal, faktor daya dan daya terukur untuk luas penampang kawat nichrom 0,0314mm^2

No	ℓ (meter)	t (detik)	I_s (amper)	I_n (amper)	P (watt)	Cos Q
1.	14,3	1,3	0,626	0,475	103,7	1
2.	14,5	1,4	0,602	0,463	101	1
3.	14,7	1,5	0,582	0,440	96,7	1
4.	14,9	1,6	0,560	0,420	93	1
5.	15,1	1,8	0,540	0,402	88,3	1
6.	15,3	1,9	0,532	0,388	84,7	1
7.	15,5	2,0	0,487	0,370	80	1
8.	15,7	2,1	0,463	0,353	77	1
9.	15,9	2,3	0,453	0,333	72,3	1
10	16,1	2,5	0,435	0,310	68,3	1

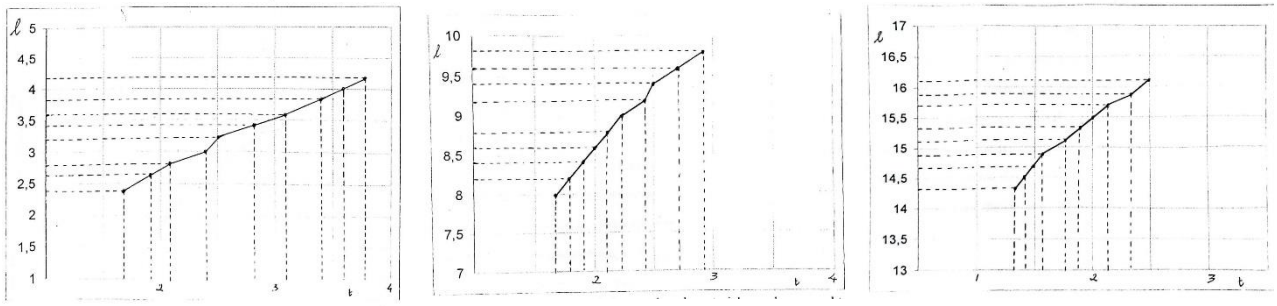
Tbel 4. Data rerata waktu penyalaan, arus start, arus nominal, faktor daya dan daya terukur untuk panjang kawat nichrom 6,7 m dan luas penampang kawat nichrom 0,005632 mm^2, ,0176625 mm^2 serta 0,0314 mm^2

ℓ (meter)	Q(mm^2)	t (detik)	I_s (amper)	I_n (amper)	P (watt)	Cos Q
	0,005632	9,7	0,13	0,16	30	1
6,7	0,0176625	1,9	0,53	0,42	87,8	1
	0,0314	1,1	0,81	0,665	139	1

Pembahasan

Pengaruh panjang lilitan kawat nichrom terhadap waktu penyalaan lampu tabung

Pada Tabel 1, 2 dan 3 terlihat bahwa perubahan panjang lilitan kawat nichrom mempengaruhi waktu penyalaan lampu tabung. Berikut adalah grafik hubungan perubahan panjang kawat nichrom terhadap waktu penyalaan lampu tabung. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat grafik hubungan perubahan panjang kawat nichrom teradap waktu penyalaan lampu tabung di bawah ini:



(a) (b) (c)

Gambar 6. Grafik hubungan perubahan panjang kawat nichrom 10 Watt pada kawat (a) 0,005632 mm^2;(b) 0,0176625 mm^2 ;(c) 0,0314 mm^2

Dari data dan gambar grafik di atas dapat menunjukkan bahwa semakin panjang lilitan kawat nichrom maka waktu penyalaan lampu tabung akan semakin lama. Begitu pula sebaliknya, untuk luas penampang kawat yang sama jika lilitan kawat nichrom semakin pendek maka waktu penyalaan lampu tabung akan semakin cepat.

Pada kajian teori telah disebutkan bahwa fungsi starter adalah untuk memulai penyalaan lampu tabung *fluorescent* atau sebagai pemancing awal kerja lamu. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa cepat lambatnya penyalaan lampu tabung *fluorescent* sangat dipengauhi oleh starter. Semakin cepat elektroda dwi logam starter memutuskan hubungan kontaknya, maka lampu tabung *fluorescent* semakin cepat menyala, asalkan tegangan penyalaan lampu tabung terpenuhi dan elekroda lampu sudah cukup panas.

Elektrode dwi logam pada *starter* merupakan sebuah bahan bimetal. Bimetal merupakan dua buah logam yang berlainan sifat dan karakteristiknya. Bentuk dan konstruksi bimetal dibuat sedemikian rupa sehingga ketika mendapatkan panas, benda tersebut membuat kontak atau hubungan dan memutuskannya lagi apabila sudah menjadi dingin.

Dari penjelasan di atas dapat diketaui bahwa prinsip kerja *starter* sangat dipengaruhi oleh suhu. Semakin besar suhu yang memanasi bimetal, maka elektrode dwi logam semakin cepat membuat kontak atau hubungan. Panas tersebut sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya arus start. Sedangkan besar kecilnya arus start sangat dipengaruhi oleh besarnya hambatan kawat. Jika luas penampang kawat tetap, maka besarnya hambatan kawat sangat dipengaruhi oleh panjangnya, karena harga tahanan jenis kawat juga tetap. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa semakin panjang lilitan kawat nichrom, maka hambatan kawat akan semakin besar, yang akhirnya akan mempengaruhi waktu penyalaan lampu tabung.

Pengaruh luas penampang lilitan kawat nichrom terhadap waktu penyalaan lampu tabung

Pengaruh luas penampang lilitan kawat nichrom terhadap waktu penyalaan lampu tabung adalah bahwa semakin besar luas penampang kawat nichrom, maka waktu penyalaan lampu tabung semakin cepat. Hal ini terjadi karena panjang dan tahanan jenis kawat adalah tetap sehingga semakin besarnya luas penampang lilitan kawat nichrom akan menyebabkan hambatan kawat yang diperoleh semakin kecil. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada rumus di bawah ini:

$$R = \rho \frac{\ell}{q}$$

Semakin kecilnya nilai hambatan kawat tersebut akan menyebabkan nilai arus *start* menjadi semakin besar, sehingga akan menyebabkan panas yang lebih besar pula untuk memanasi bimetal. Oleh karena itu *starter* akan lebih cepat bekerja sehingga penyalaan lampu tabung menjadi semakin cepat.

Panjang dan luas penampang lilitan kawat nichrom yang nyala lampunya paling cepat.

Waktu penyalaan lampu tabung yang paling cepat adalah diperoleh pada lilitan kawat nichrom yang pendek dan berpenampang besar. Hal ini terjadi karena hambatan kawat yang dihasilkan akan semakin kecil sekali, sehingga arus startnyamenjadi besar sekali. Arus start inilah yang akan mempercepat proses kerja *starter* sehingga terjadi penyalaan tabung dengan cepat. Akan tetapi kondisi ini sangat tidak menguntungkan karena besarnya daya yang diserap lampu tabung besar sekali sehingga menyebabkan pemborosan. Selain itu kawat nichrom akan mudah putus karena kurang mampu menahan arus yang sangat besar, apalagi jika kondisi kawat sudah memerah.

Selain tiga hal tersebut di atas, penelitian ini juga mengungkap beberapa hal sebagai berikut:

Pertama, pada data percobaan terlihat bahwa arus *start* lebih tinggi daripada arus nominal (I_n). Hal ini terjadi karena pada saat *start* suatu arus akan mengalir dari jaringan lewat lilitan kawat nichrom, kemudian ke elektroda lampu, *starter* dan elektroda lampu lainnya selanjutnya kembali menuju ke jaringan. Oleh karena itu besarnya arus yang mengalir adalah perbandingan antara tegangan sumber dengan hambatan kawat nichrom. Sedangkan pada saat menyala, arus mengalir dari jaringan lewat lilitan kawat nichrom, kemudian ke lampu tabung fluorescent dan selanjutnya kembali menuju jaringan sehingga besarnya arus yang mengalir adalah sebanding dengan perbandingan tegangan sumber dan penjumlahan hambatan kawat nichrom dengan hambatan tabung. Karena pengaruh hambatan tabung inilah maka arus yang mengalir menjadi lebih kecil dari sebelumnya

Kedua, Setiap perubahan panjang lilitan kawat nichrom selalu diikuti oleh perubahan besarnya daya terukur. Hal ini terjadi karena perubahan panjang lilitan kawat nichrom akan mempengaruhi besarnya hambatan kawat. Sedangkan hambatan kawat ini akan mempengaruhi besarnya arus nominal yang mengalir pada rangkaian.

Ketiga, Besarnya faktor daya yang terukur adalah sebesar satu. Hal ini terjadi karena induktansi pada lilitan kawat nichrom kecil sekali, sehingga diabaikan. Dengan demikian kawat nichrom enderung sebagai tahanan murni.

Keempat, Lilitan kawat nichrom tidak bisa digunakan untuk menyalakan lampu tabung fluorescent yang berdaya besar. Hal ini terjadi karena induktansi yang timbul pada lilitan kawat nichrom kecil sekali, sehingga pada saat *starter* memutuskan kontaknya, tegangan yang timbul pada elektroda tabung tidak cukup tinggi. Dengan demikian tegangan tersebut tidak mampu menyalakan tabung, karena semakin besar daya tabung dibutuhkan tegangan penyalaan yang semakin besar pula.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang pengaruh panjang dan luas penampang lilitan kawat nichrom pada lampu tabung didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin panjang lilitan kawat nichrom yang digunakan sebagai pegganti *balast* maka waktu penyalaan lampu tabung akan semakin lama.
2. Semakin besar luas penampang lilitan kawat nichrom yang digunakan sebagai pengganti *balast* makawaktu penyalaan lampu tabung akan semakin cepat.

3. Waktu penyalaan lampu tabung yang paling cepat diperoleh pada lilitan kawat nichrom yang panjangnya 14,3 m dan berpenampang 0,0314 mm^2.
4. Penggunaan lilitan kawat nichrom yang sangat pendek sangat tidak menguntungkan karena dayanya menjadi besar dan lilitan kawat nichromnya menjadi mudah putus.
5. Besarnya faktor daya yang terukur pada rangkaian adalah sebesar satu. Hal ini menunjukkan bahwa lilitan kawat nichrom bersifat resitif murni.
6. K besar, karena lilitan kawat nichrom tidak bisa membangkitkan tegangan sesaat yang cukup tinggi untuk penyalaan awal.
7. Panas yang ditimbulkan oleh lilitan kawat nichrom dapat meyebabkan fitting unit lampu tabung meleleh karena tidak tahan terhadap panas sehingga unit lampu tabung tersebut cepat rusak.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukanpenelitian yang serupa dengan menggunakan sampel lain.
2. Sebelum menggunakan lampu tabung dengan lilitan kawat nichrom sebagai penghambat arus, sebaiknya konsumen mengetahui unjuk kerja lilitan kawat nichrom tersebut sehingga konsumen mengetahui untuk panjang dan luas penampang berapa bisa diperoleh keuntungan.
3. Pada dasarnya lilitan kawat nichrom bisa digunakan sebagai penghambat arus untuk lampu tabung yang berdaya besar. Untuk itu perlu kiranya diusahakan menyalakan lampu tabung berdaya besar dengan menggunakan lilitan kawat nichrom.
4. Perlu diadakan penelitian yang lebih mendalam tentang umur lampu dan penaruh perubahan suhu sekitarnya dari lampu tabung yang menggunakan lilitan kawat nichrom.
5. Jika menggunakan lilitan kawat nichrom sebagai pengganti ballast, sebaiknya jangan menggunakan tempat yang mudah leleh.

Daftar Pustka

Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1982

Djojopernoto, S. 1982. Tinjauan Dasar Beberapa jenis Penerangan Lampu Listrik. Yogyakarta

Gupita, J. B. 1983. Electrical Instalation , Estimating & Costing. Katson Publishing House. India

Harten, P. Van ., Setiawan. 1985. Instalasi Listrik Arus Kuat 2. Bina Cipta. Bandung

Hayt. William. H dan Kemmerly. Jack (1978), yang diterjemahkan oleh Pantur Silaban (1982). Rangkaian Listrik Jilid 1. Jakarta: Erlangga

Hayt. William. H dan Kemmerly. Jack (1978), yang diterjemahkan oleh Pantur Silaban (1982). Rangkaian Listrik Jilid 2. Jakarta: Erlangga

Ismail, B. 1995. Rangkaian Listrik Jilid1. Bandung: ITB

Ismail,B. Rangkaian Listrik Jilid 2.Bandung: ITB

Johannes, H. 1978.Listrik dan Magnet. PN. Balai Pustaka. Jakarta

Kamus Besar Bahasa Indonesia. 1989

Kanginan, M. 1995. Fisika SMA Jilid 3A. Jakarta: Erlangga

Mutaqin., Astra, N. 1994. Unjuk Kerja Lilitan Nichrom sebagai Pengganti Balast pada Lampu. TL. Yogyakarta

Sugiono. 1994. Metode Penelitian.Alfabeta: Bandung