



**PENGARUH VARIASI NILAI KAPASITOR DAN  
RESISTOR PADA FLASHER TERHADAP  
FREKUENSI KEDIPAN LAMPU TANDA BELOK**

**SKRIPSI**

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

**oleh  
Roy Asep Prastyo Rindiyanto  
5202414042**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**



**UNNES**

**Universitas Negeri Semarang**



**PENGARUH VARIASI NILAI KAPASITOR DAN  
RESISTOR PADA FLASHER TERHADAP  
FREKUENSI KEDIPAN LAMPU TANDA BELOK**

**SKRIPSI**

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

**oleh  
Roy Asep Prastyo Rindiyanto  
5202414042**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Roy Asep Prastyo Rindiyanto

NIM : 5202414042

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Nilai Kapasitor dan Resistor pada Flasher  
Terhadap Frekuensi Kedipan Lampu Tanda Belok

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian

Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 8 April 2019

Pembimbing,



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T.

NIP 196901061994031003

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pengaruh Variasi Nilai Kapasitor dan Resistor pada Flasher Terhadap Frekuensi Kedipan Lampu Tanda Belok telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal **16** bulan **MEI** tahun **2019**

Oleh

Nama : Roy Asep Prastyo Rindiyanto

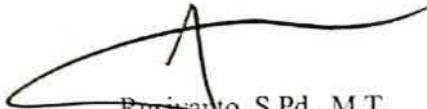
NIM : 5202414042

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Panitia Ujian

Ketua

Sekretaris

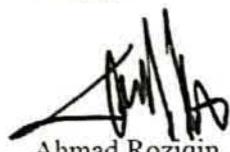
  
Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
NIP 197403211999031002

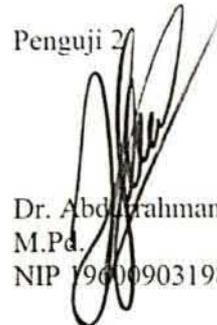
  
Dr. Ir. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T., IPP.  
NIP 197509272006041002

Penguji 1

Penguji 2

Pembimbing

  
Ahmad Roziqin,  
S.Pd., M.Pd.  
NIP 198704192014041002

  
Dr. Abdurrahman,  
M.Pd.  
NIP 196009031985031002

  
Dr. Dwi Widjanarko,  
S.Pd., S.T., M.T.  
NIP 196901061994031003

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



  
Dr. Dwi Widjanarko, M.T., IPM.  
NIP 196901061994031003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Roy Asep Prastyo Rindiyanto  
NIM : 5202414042  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh Variasi Nilai Kapasitor dan Resistor pada Flasher Terhadap Frekuensi Kedipan Lampu Tanda Belok”** ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, *25 April* 2019

Yang membuat pernyataan



Roy Asep Prastyo Rindiyanto

NIM 5202414042

## MOTO DAN PERSEMBAHAN

### **Motto :**

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.” (QS. ar-Ra’d:11)*

*“Kemakmuran adalah guru yang baik, namun kesulitan dan kekurangan adalah guru yang jauh lebih baik.” (William Hazlitt)*

### **Persembahan:**

1. Ibu dan Bapak tercinta
2. Kakak dan Adik tercinta
3. Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
4. Sahabat-sahabatku
5. Almamaterku

## RINGKASAN

**Rindiyanto, Roy A. P. 2019.** Pengaruh Variasi Nilai Kapasitor dan Resistor pada Flasher Terhadap Frekuensi Kedipan Lampu Tanda Belok. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T.

Kata kunci: kedipan lampu, intensitas cahaya, kapasitor, resistor

Penelitian ini bertujuan mencari pengaruh perubahan nilai kapasitor dan resistor pada flasher terhadap jumlah frekuensi kedipan lampu yang terjadi tiap menit dan intensitas cahaya tertinggi yang dapat dihasilkan lampu.

Penelitian ini merupakan penelitian *true experimental* dengan menggunakan desain penelitian *one-shot case study*. Kapasitor yang digunakan memiliki nilai 1100  $\mu\text{F}$ , 1300  $\mu\text{F}$ , 1500  $\mu\text{F}$ , 1700  $\mu\text{F}$ , 1900  $\mu\text{F}$ , 2100  $\mu\text{F}$ , 2300  $\mu\text{F}$  dan resistor yang digunakan memiliki nilai 60  $\Omega$ , 80  $\Omega$ , 100  $\Omega$ , 120  $\Omega$ , 140  $\Omega$ , 160  $\Omega$ , 180  $\Omega$ . Penelitian ini diawali dengan pembuatan alat uji kedipan flasher yang meliputi desain, perakitan dan pembuatan kode program. Dilanjutkan dengan pengujian menggunakan alat uji yang telah dibuat, data yang telah didapatkan dianalisis untuk menentukan bagaimana pengaruh yang terjadi. Diakhiri dengan pembahasan hasil pengujian dan penarikan simpulan.

Perubahan pada nilai kapasitor memiliki pengaruh terhadap jumlah frekuensi kedipan dan intensitas cahaya lampu tanda belok. Saat nilai kapasitor diganti dengan nilai yang lebih tinggi, frekuensi kedipan semakin lambat dan intensitas cahaya semakin tinggi, tetapi pada nilai tertentu intensitas cahaya cenderung tetap. Saat nilai kapasitor diganti dengan nilai yang lebih rendah, frekuensi kedipan semakin cepat dan intensitas cahaya semakin rendah. Perubahan pada nilai resistor tidak terlalu berpengaruh pada frekuensi kedipan per menit dan intensitas cahaya lampu tanda belok. Saat nilai resistor diganti dengan yang lebih tinggi atau lebih rendah, perubahan yang terjadi pada frekuensi kedipan maupun intensitas cahaya hanya berada pada kisaran nilai satuan.

Untuk mengubah frekuensi kedipan menjadi lebih cepat dapat dilakukan dengan menurunkan nilai kapasitor, dan untuk mendapatkan frekuensi kedipan yang lebih lambat dapat dilakukan dengan menaikkan nilai kapasitor. Agar cahaya lampu tanda belok lebih terang dapat dilakukan dengan mengganti nilai kapasitor dengan yang lebih tinggi sampai 2100  $\mu\text{F}$ , karena saat nilai kapasitor diatas 2100  $\mu\text{F}$  intensitas cahaya yang terjadi cenderung tetap. Penggantian nilai resistor tidak diperlukan untuk mengubah frekuensi kedipan maupun intensitas cahaya, karena pengaruh yang terjadi sangat kecil.

## **PRAKATA**

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya sehingga proposal skripsi dengan judul “PENGARUH VARIASI NILAI KAPASITOR DAN RESISTOR PADA FLASHER TERHADAP FREKUENSI KEDIPAN LAMPU TANDA BELOK” dapat terselesaikan dengan baik. Tak lupa ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis dan mahasiswa di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang untuk menimba ilmu sebagai bekal meraih impian di masa depan.
2. Bapak Rusiyanto, S.Pd., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan fasilitas sarana dan prasarana yang sangat bermanfaat bagi mahasiswa dalam menimba ilmu di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian skripsi sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan, juga selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing serta memberi arahan dan masukan yang sangat berharga selama penyusunan karya tulis ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Ahmad Roziqin, S.Pd., M.Pd. dan Dr. Abdurrahman, M.Pd. selaku Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II yang telah memberikan saran, masukan serta arahan yang bermanfaat dalam penyusunan karya tulis ini.

5. Dosen Jurusan Teknik Mesin, khususnya Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Negeri Semarang.
6. Bapak dan Ibu beserta keluarga atas dukungan doa dan materi selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Negeri Semarang.
7. Teman-teman di Universitas Negeri Semarang, khususnya Rombel 1 PTO 2014 atas pengalaman hidup yang berharga selama menuntut ilmu di Universitas Negeri Semarang.
8. Semua pihak yang telah memberi bantuan dan dukungan dalam penyusunan karya tulis ini.

Semarang, 25 April 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
RINGKASAN .....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A.    Latar Belakang .....	1
B.    Identifikasi Masalah .....	3
C.    Pembatasan Masalah .....	3
D.    Rumusan Masalah .....	4
E.    Tujuan Penelitian.....	4
F.    Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	6
A.    Kajian Teori.....	6
1.    Sistem Lampu Tanda Belok .....	6
a.    Definisi Sistem Lampu Tanda Belok .....	6
b.    Komponen Sistem Lampu Tanda Belok .....	9

c.	Rangkaian dan Cara Kerja Sistem Lampu Tanda Belok.....	14
d.	Troubleshooting Sistem Lampu Tanda Belok.....	17
2.	Kapasitor .....	19
a.	Definisi Kapasitor .....	19
b.	Prinsip Kerja Kapasitor .....	19
c.	Jenis Kapasitor .....	20
d.	Satuan Kapasitor .....	21
3.	Resistor.....	22
a.	Definisi Resistor .....	22
b.	Prinsip Kerja Resistor.....	22
c.	Jenis Resistor.....	23
d.	Satuan Resistor.....	25
B.	Kajian Penelitian yang Relevan .....	26
C.	Kerangka Pikir Penelitian.....	29
D.	Pertanyaan Penelitian .....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....		31
A.	Bahan Penelitian.....	31
B.	Alat dan Skema Peralatan Penelitian .....	31
C.	Prosedur Penelitian.....	33
1.	Diagram Alir Penelitian .....	33
2.	Proses Penelitian .....	34
a.	Desain Alat Uji.....	34

b.	Pembuatan Alat Uji .....	34
c.	Pengujian Menggunakan Alat Uji .....	35
d.	Pengambilan Data .....	35
e.	Analisis Data .....	35
f.	Pembahasan .....	36
g.	Kesimpulan.....	36
3.	Data Penelitian .....	36
4.	Analisis Data .....	36
BAB IV HASIL PENELITIAN .....		38
A.	Hasil Penelitian .....	38
1.	Data Awal Penelitian.....	38
2.	Data Hasil Perhitungan dengan Alat Uji.....	38
B.	Pembahasan .....	41
C.	Keterbatasan Penelitian .....	48
BAB V PENUTUP.....		50
A.	Simpulan.....	50
B.	Saran Pemanfaatan Hasil Penelitian.....	51
DAFTAR PUSTAKA .....		52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Panjang Gelombang Spektrum Warna.....	7
Tabel 2.2. Nilai Kandela (cd) Minimal dan Maksimal yang Diijinkan .....	8
Tabel 2.3. Nilai Cincin Warna pada Resistor.....	24
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Variasi Nilai Kapasitor terhadap Kedipan Lampu ....	39
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Variasi Nilai Kapasitor terhadap Intensitas Cahaya..	39
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Variasi Nilai Resistor terhadap Kedipan Lampu .....	40
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Variasi Nilai Resistor terhadap Intensitas Cahaya ....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lampu Jenis Filamen .....	13
Gambar 2.2. Lampu Jenis LED .....	14
Gambar 2.3. Rangkaian Sistem Tanda Belok .....	15
Gambar 2.4. Sistem Tanda Belok saat Saklar Tanda Belok ON Kanan .....	15
Gambar 2.5. Sistem Tanda Belok saat Kontak Poin Terbuka.....	16
Gambar 2.6. Sistem Tanda Belok saat Kontak Poin Tertutup Kembali .....	17
Gambar 2.7. Proses Pengisian Muatan Kapasitor .....	20
Gambar 2.8. Kapasitor Elektrolit (Elco) .....	21
Gambar 2.9. Aliran Air Dalam Pipa.....	23
Gambar 2.10. Resistor Tetap.....	25
Gambar 2.11. Kerangka Pikir Penelitian.....	29
Gambar 3.1. Skema Peralatan Penelitian .....	32
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian .....	33
Gambar 3.3. Desain Alat Uji.....	34
Gambar 4.1. Grafik Hasil Pengujian Variasi Nilai Kapasitor terhadap Kedipan Lampu.....	42
Gambar 4.2. Grafik Hasil Pengujian Variasi Nilai Kapasitor terhadap Intensitas Cahaya .....	44
Gambar 4.3. Grafik Hasil Pengujian Variasi Nilai Resistor terhadap Kedipan Lampu.....	46
Gambar 4.4. Grafik Hasil Pengujian Variasi Nilai Resistor terhadap Intensitas Cahaya .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Usulan Topik Skripsi disetujui Ketua Program Studi .....	55
Lampiran 2. Usulan Topik Skripsi disetujui Ketua Jurusan .....	56
Lampiran 3. Usulan Dosen Pembimbing .....	57
Lampiran 4. Surat Keputusan Penetapan Dosen Pembimbing.....	58
Lampiran 5. Surat Tugas Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji .....	59
Lampiran 6. Persetujuan Seminar Proposal .....	60
Lampiran 7. Undangan Seminar Proposal .....	61
Lampiran 8. Presensi Seminar Proposal (Dosen).....	62
Lampiran 9. Presensi Seminar Proposal (Mahasiswa).....	63
Lampiran 10. Berita Acara Seminar Proposal.....	64
Lampiran 11. Pernyataan Selesai Revisi Proposal.....	65
Lampiran 12. Tabel Penyambungan Kabel Rangkaian Alat.....	66
Lampiran 13. Kode Program Arduino Alat Uji .....	67
Lampiran 14. Permohonan Izin Penelitian.....	70
Lampiran 15. Bukti Pelaksanaan Penelitian.....	71
Lampiran 16. Data Hasil Penelitian .....	72
Lampiran 17. Persetujuan Submit Artikel.....	75
Lampiran 18. Surat Tugas Panitia Ujian Sarjana .....	76
Lampiran 19. Surat Pernyataan Selesai Revisi Naskah Skripsi .....	77

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Setiap kendaraan bermotor yang diproduksi pabrikan dilengkapi dengan berbagai sistem, seperti sistem pengereman, sistem pengapian, sistem suplai bahan bakar, sistem pengisian, sistem starter, sistem transmisi, sistem penerangan, dan masih banyak sistem lainnya termasuk sistem khusus yang diberikan suatu pabrikan sebagai pembeda atau keunggulan dari pabrikan lain.

Setiap sistem dalam kendaraan memiliki fungsi yang saling melengkapi satu sama lain untuk semakin mempermudah pengguna dalam mengoperasikan kendaraan, tak terkecuali sistem penerangan. Sistem penerangan (*lighting system*) pada kendaraan selain untuk memberikan penerangan juga diperlukan untuk keselamatan berkendara terutama saat malam hari (Toyota Astra Motor, 1995: 6.48). Sistem penerangan dalam kendaraan secara umum mencakup sistem lampu kepala, lampu rem, lampu senja, dan lampu tanda belok. Setiap sistem pada sistem penerangan memiliki fungsi yang sangat penting terutama saat berkendara pada malam hari, seperti lampu kepala yang berfungsi menerangi jalan pada bagian depan kendaraan, lampu rem untuk memberi tanda kendaraan mengurangi kecepatan kepada kendaraan lain di belakang, lampu senja untuk memberi isyarat adanya kendaraan kepada kendaraan lain dari arah depan dan belakang, lampu tanda belok juga memiliki fungsi yang tak kalah penting yaitu memberi isyarat akan berpindah arah, mendahului kendaraan lain ataupun berpindah jalur.

Lampu tanda belok bekerja dengan cara berkedip dengan frekuensi tertentu untuk memberi isyarat kepada kendaraan lain. Belakangan ini sering ditemukan pengendara kendaraan bermotor yang mengubah frekuensi kedipan menjadi lebih cepat dari standar 60-120 kedipan/menit. Dari berbagai sumber disebutkan untuk mengubah frekuensi kedipan lampu tanda belok dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti mengganti flasher khusus dengan frekuensi cepat, menambah jumlah bohlam (khusus untuk lampu tanda belok dengan bohlam pijar), maupun mengganti kapasitor dan resistor dengan nilai yang lebih kecil (khusus untuk flasher jenis kapasitor/semi elektronik).

Telah dilakukan percobaan dengan mengganti kapasitor dengan nilai yang lebih kecil dan hasilnya kedipan lampu tanda belok menjadi lebih cepat, tetapi belum banyak yang belum mengetahui mengapa perubahan nilai kapasitor dan resistor pada flasher dapat mempengaruhi frekuensi kedipan lampu tanda belok. Hal ini yang melatar belakangi penelitian dengan judul “Pengaruh Variasi Nilai Kapasitor dan Resistor pada Flasher terhadap Frekuensi Kedipan Lampu Tanda Belok” yang bertujuan untuk menguji pengaruh perubahan nilai kapasitor dan resistor terhadap frekuensi kedipan dan intensitas cahaya lampu tanda belok, menganalisis penyebab perubahan kapasitor dan resistor dapat mempengaruhi frekuensi kedipan dan intensitas cahaya lampu tanda belok, serta mengetahui jumlah frekuensi kedipan dan intensitas cahaya lampu tanda belok setelah dilakukan perubahan nilai kapasitor dan resistor.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pengguna kendaraan bermotor sebagai referensi mengenai sistem, komponen dan cara kerja dari sistem lampu tanda belok khususnya model kapasitor/semi elektronik juga

menjadi referensi dalam bidang kelistrikan otomotif yang berkaitan dengan hubungan resistor dan kapasitor terhadap kedipan lampu serta dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.

## **B. Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah yang terkait dengan latar belakang masalah adalah:

1. Lampu tanda belok memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu untuk memberi isyarat kepada kendaraan lain
2. Banyak pemilik kendaraan yang melakukan perubahan frekuensi kedipan lampu belok lebih cepat dari standar 60-120 kedipan/menit.
3. Ada beberapa cara untuk mengubah frekuensi kedipan lampu belok, seperti mengganti flasher dengan flasher yang dapat diatur kedipannya, mengganti resistor dan kapasitor.
4. Banyak pengendara melakukan perubahan pada resistor dan kapasitor pada flasher, tetapi tidak memperhatikan berapa jumlah kedipan yang terjadi dan kesesuaiannya dengan standar keamanan.

## **C. Pembatasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah disusun, penelitian ini dibatasi pada masalah:

Banyak pengendara melakukan perubahan pada resistor dan kapasitor pada flasher, tetapi tidak memperhatikan berapa jumlah kedipan yang terjadi dan kesesuaiannya dengan standar keamanan, sehingga pada penelitian ini penulis akan melakukan pengujian pada flasher dua kaki jenis kapasitor yang memiliki

spesifikasi standar kapasitor 1700  $\mu\text{F}$  dan resistor 120  $\Omega$  dengan tiga bohlam, yakni dua bohlam 10 W dan satu bohlam 3,4 W untuk lampu indikator. Variasi nilai kapasitor dilakukan dengan nilai 1100  $\mu\text{F}$ , 1300  $\mu\text{F}$ , 1500  $\mu\text{F}$ , 1700  $\mu\text{F}$ , 1900  $\mu\text{F}$ , 2100  $\mu\text{F}$ , 2300  $\mu\text{F}$ , variasi nilai resistor dilakukan dengan nilai 60  $\Omega$ , 80  $\Omega$ , 100  $\Omega$ , 120  $\Omega$ , 140  $\Omega$ , 160  $\Omega$ , 180  $\Omega$  hal ini untuk mencari pengaruh kenaikan maupun penurunan nilai resistor dan kapasitor terhadap frekuensi kedipan.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka yang menjadi permasalahan adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi nilai kapasitor terhadap frekuensi kedipan lampu tanda belok?
2. Bagaimana pengaruh variasi nilai kapasitor terhadap intensitas cahaya lampu tanda belok?
3. Bagaimana pengaruh variasi nilai resistor terhadap frekuensi kedipan lampu tanda belok?
4. Bagaimana pengaruh variasi nilai resistor terhadap intensitas cahaya lampu tanda belok?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Menguji pengaruh variasi nilai kapasitor terhadap frekuensi kedipan lampu tanda belok.

2. Menguji pengaruh variasi nilai kapasitor terhadap intensitas cahaya lampu tanda belok.
3. Menguji pengaruh variasi nilai resistor terhadap frekuensi kedipan lampu tanda belok.
4. Menguji pengaruh variasi nilai resistor terhadap intensitas cahaya lampu tanda belok.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan, khususnya dalam bidang kelistrikan bodi otomotif.
2. Menjadi salah satu sumber referensi kelistrikan bodi otomotif yang berkaitan dengan hubungan resistor dan kapasitor pada frekuensi kedipan lampu.
3. Menjadi acuan untuk melakukan penelitian lebih lanjut di bidang kelistrikan bodi otomotif, khususnya sistem tanda belok.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Sistem Lampu Tanda Belok**

###### **a. Definisi Sistem Lampu Tanda Belok**

Sistem lampu tanda belok merupakan alat pemberi isyarat yang menunjukkan kendaraan akan berbelok atau berpindah arah dengan memberikan tanda berupa kedipan lampu sesuai arah belok (National Highway Traffic Safety Administration, 2007: 12). Lampu tanda belok digunakan untuk memberi isyarat kepada kendaraan lain yang ada di depan, belakang dan sisi kendaraan bahwa pengemudi bermaksud untuk belok atau pindah jalur, biasanya dipasang pada ujung depan dan belakang kendaraan (Toyota Astra Motor, 1995: 6.50). Menurut Wahyudi (2013: 16), sistem lampu tanda belok merupakan sistem pada kendaraan yang berfungsi untuk memberikan isyarat kepada kendaraan lain dari segala sisi bahwa kendaraan tersebut akan berbelok atau berpindah jalur. Secara umum sistem lampu tanda belok merupakan sistem kelistrikan kendaraan yang berfungsi memberi isyarat kepada kendaraan lain baik dari depan, belakang maupun samping bahwa kendaraan akan berbelok atau pindah jalur. Lampu tanda belok juga umum digunakan sebagai isyarat akan mendahului kendaraan yang ada didepan.

Semua kendaraan yang diproduksi untuk keperluan massal dilengkapi dengan sistem lampu tanda belok yang berwarna kuning tua dengan sinar

kerlap-kerlip dan dapat dilihat dengan jelas oleh pengendara lain pada siang atau malam hari, sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 44 Tahun 1993 pasal 32 ayat 1 dan pasal 44 ayat 1 khusus untuk sepeda motor. Hal yang sama juga tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 pasal 23 huruf c tentang warna lampu penunjuk arah dan pasal 25 ayat 1 tentang persyaratan lampu penunjuk arah.

Warna lampu tanda belok secara umum berwarna kuning kemerahan atau dalam standar internasional disebut *amber/orange*. Pemilihan warna kuning kemerahan sebagai warna lampu tanda belok bukanlah sembarangan, warna kuning kemerahan memiliki panjang gelombang yang tinggi yaitu 590-620 nm, sedikit dibawah warna merah yaitu 620-700 nm. Hal ini juga berfungsi sebagai pembeda antara lampu tanda belok dengan lampu senja dan lampu rem. Standar Amerika memperbolehkan lampu tanda belok bagian belakang berwarna kuning kemerahan atau merah, sedangkan standar Eropa dan Jepang mewajibkan berwarna kuning kemerahan (Luoma et al., 1995: 1)

Tabel 2.1. Panjang Gelombang Spektrum Warna  
(Sumber: Zwinkels, 2015: 6)

<i>Wavelength Range (nm)</i>	<i>Color</i>
<i>400-430</i>	<i>Violet</i>
<i>430-480</i>	<i>Blue</i>
<i>480-560</i>	<i>Green</i>
<i>560-590</i>	<i>Yellow</i>
<i>590-620</i>	<i>Orange</i>
<i>620-700</i>	<i>Red</i>

Menurut Wahyudi (2013: 17) lampu tanda belok berkedip pada interval/jarak waktu antara 60 sampai 120 kedipan per menitnya. Hal serupa juga dijelaskan oleh Lembaga Arsip dan Catatan Administrasi AS (National Archives and Records Administration, 1992: 426) bahwa lampu tanda belok

belakang sebaiknya berkedip pada interval 60 sampai 120 kedipan per menitnya sesuai ketentuan pabrik, dengan persentase waktu “on” sebanyak 30 sampai 75 persen. Akan tetapi ada sedikit pengecualian yang dijelaskan oleh Lembaga Arsip dan Catatan Administrasi AS (National Archives and Records Administration, 1992: 252) bahwa lampu tanda belok yang tergabung (berdekatan) dengan lampu utama sebaiknya berkedip pada interval 90 kedipan per menitnya, dengan persentase waktu “on” sebanyak  $75\pm 2$  persen.

Intensitas cahaya lampu belok tidak boleh asal terang, tetapi ada standar yang digunakan sebagai acuan, Tabel 2.2. menunjukkan nilai intensitas cahaya lampu yang diijinkan pada kendaraan bermotor. Lampu belok bagian belakang minimal memiliki intensitas cahaya sebesar 130 cd dan maksimal 750 cd. Lampu belok bagian depan memiliki standar yang lebih tinggi, minimal 200 cd dan tidak ada batas maksimal, hal ini karena bagian depan juga terdapat lampu utama yang dapat mengakibatkan cahaya dari lampu belok terlihat memudar sehingga diperlukan intensitas cahaya lampu belok yang lebih besar.

Tabel 2.2. Nilai Kandela (cd) Minimal dan Maksimal yang Diijinkan (Sumber: National Archives and Records Administration, 1992: 232)

<i>Lamp</i>	<i>Lighted Sections (Min/Max)</i>		
	1	2	3
<i>Stop</i>	60/300	95/360	110/420
<i>Tail</i>	2/18	3.5/20	5/25
<i>Parking</i>	4/125	-	-
<i>Red Turn Signal</i>	60/300	95/360	110/420
<i>Yellow Turn Signal Rear</i>	130/750	150/900	175/1050
<i>Yellow Turn Signal Front</i>	200/~	240/~	275/~
<i>Yellow Turn Signal Front*</i>	500/~	600/~	685/~

\*) Lampu Tanda Belok Bagian Depan yang Menyatu dengan Lampu Utama

Pada mobil maupun sepeda motor tertentu, sistem lampu tanda belok juga dilengkapi dengan sistem lampu tanda bahaya, umum disebut lampu *hazard*.

Lampu *hazard* digunakan untuk memberi isyarat bahwa kendaraan sedang berhenti atau parkir dalam kendaraan darurat dengan menyalakan keempat lampu tanda belok secara bersamaan (Toyota Astra Motor, 1995: 6.50). Sistem lampu *hazard* memiliki cara kerja yang sama dengan sistem lampu tanda belok dan menggunakan lampu yang sama, perbedaannya pada jumlah lampu yang dinyalakan, sistem lampu tanda belok hanya menyalakan dua lampu belok pada salah satu sisi kiri ataupun kanan sesuai arah operasi saklar tanda belok, sedangkan sistem lampu *hazard* menyalakan keempat lampu tanda belok secara serempak.

#### **b. Komponen Sistem Lampu Tanda Belok**

Sistem lampu tanda belok terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu dua pasang lampu, sebuah flasher, dan saklar lampu tanda belok (Wahyudi, 2013: 17). Secara utuh sistem lampu tanda belok memiliki komponen-komponen berikut ini:

##### 1) Baterai

Baterai memiliki peran yang sangat penting dalam sistem kelistrikan kendaraan, termasuk sistem lampu tanda belok. Baterai digunakan untuk memberi suplai listrik ke sistem kelistrikan yang ada pada kendaraan, seperti sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan sistem kelistrikan lainnya (Toyota Astra Motor, 1995: 6.2).

Menurut Wahyudi (2013: 4), baterai berperan sebagai sumber arus searah (*DC/Direct Current*) yang umumnya memiliki tegangan 12 V. Pada sistem lampu tanda belok, baterai berfungsi memberikan arus listrik

ke rangkaian sistem lampu tanda belok, sehingga lampu dapat berkedip sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan.

## 2) Sekering

Sekering merupakan komponen yang berfungsi melindungi rangkaian kelistrikan dari arus yang berlebih. Jika arus yang melewati rangkaian terlalu besar atau melebihi kapasitas sekering, maka elemen dalam sekering akan meleleh dan menyebabkan rangkaian terputus sehingga komponen kelistrikan yang penting dapat terhindar dari kerusakan (Toyota Astra Motor, 1995: 6.42).

Sistem kelistrikan yang tidak dilengkapi sekering jika terjadi arus berlebih yang disebabkan beban terlalu besar atau terjadi hubungan pendek maka akan terjadi kerusakan pada komponen yang dilalui arus berlebih tersebut, jadi sekering juga dapat diartikan sebagai komponen pengaman rangkaian kelistrikan. Sekering secara umum tersedia dalam dua bentuk yaitu tipe *cartidge* (tabung) dan tipe *blade* (Toyota Astra Motor, 1995: 6.42).

## 3) Kunci Kontak

Kunci kontak berfungsi untuk menghubungkan baterai dengan sistem kelistrikan kendaraan (Wahyudi, 2013: 4). Kunci kontak dalam kendaraan berperan sebagai saklar penghubung dan pemutus utama arus dari baterai ke berbagai sistem kelistrikan yang ada pada kendaraan.

## 4) Flasher

Flasher merupakan alat yang menyebabkan lampu tanda belok berkedip secara terus menerus selama dinyalakan (National Highway

Traffic Safety Administration, 2007: 12). Menurut Wahyudi (2013: 17) flasher merupakan alat yang menyebabkan lampu tanda belok dapat berkedip secara periodik dengan interval waktu tertentu. Flasher dapat diartikan sebagai komponen inti dari sistem lampu tanda belok, tanpa adanya flasher maka lampu tanda belok tidak akan berkedip.

Menurut Wahyudi (2013: 17) terdapat beberapa tipe flasher yang umum digunakan, yaitu: 1) Flasher tipe Bimetal, 2) Flasher tipe Kapasitor dan 3) Flasher tipe Transistor.

- a. Flasher dengan bimetal, merupakan jenis kapasitor paling awal diproduksi, biasa disebut dengan model konvensional. Flasher tipe ini mengandalkan kerja dari dua keping/bilah (strip) bimetal untuk mengatur kedipannya, bimetal ini akan bengkok ke salah satu sisi saat bekerja karena terdiri dari dua logam yang berbeda (Wahyudi, 2013: 19).
- b. Flasher dengan kapasitor, biasa disebut dengan flasher semi elektronik karena beberapa komponen telah menggunakan elektronik. Flasher ini bekerja berdasarkan pengisian dan pengosongan muatan pada kapasitor yang digunakan untuk menentukan jeda waktu tiap kedipan lampu melalui kemagnetan pada kumparan untuk menahan kontak poin tetap terbuka sampai muatan kapasitor habis (Wahyudi, 2013: 18).
- c. Flasher dengan transistor, sering disebut flasher elektronik karena sebagian besar komponen yang digunakan adalah komponen elektronik. Flasher ini bekerja dengan pengaktifan kaki-kaki

transistor sebagai pengganti kontak poin untuk memutus atau menghubungkan arus ke lampu menggunakan prinsip *multivibrator oscillator* untuk menghasilkan frekuensi on-off yang kemudian akan diarahkan ke flasher (*turn signal relay*) melewati rangkaian penguat listrik (Wahyudi, 2013: 21).

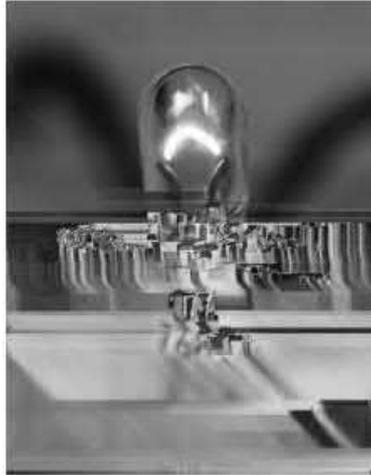
#### 5) Saklar

Saklar (*switch*) merupakan komponen yang berfungsi menghubungkan dan memutus rangkaian kelistrikan untuk berbagai keperluan (Toyota Astra Motor, 1995: 6.45). Saklar tanda belok merupakan saklar tuas tiga arah, sehingga dapat digerakkan ke kiri dan ke kanan untuk memilih arah atau lampu mana yang akan dinyalakan.

#### 6) Lampu

Lampu merupakan sebuah komponen yang mengubah energi listrik menjadi cahaya. Pada sistem lampu tanda belok lampu yang umum digunakan adalah jenis filamen (lampu pijar) dan jenis LED (*light emitting diode*). Lampu jenis filamen bekerja berdasarkan pijaran kawat filamen akibat adanya arus listrik yang melewatinya dan menaikkan temperatur filamen (Platt dan Jansson, 2015: 171).

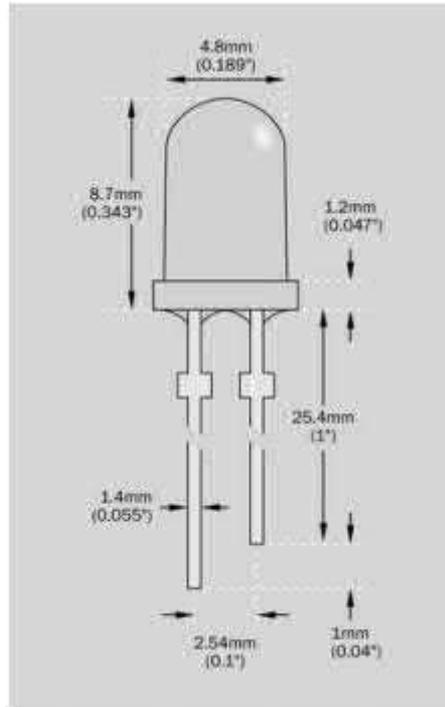
Dikutip dari Wikipedia (2018) “*For a 100-watt, 120-volt general-service lamp, the current stabilizes in about 0.10 seconds, and the lamp reaches 90% of its full brightness after about 0.13 seconds*” artinya untuk lampu dengan daya 100 W pada tegangan 100 V, arus yang mengalir akan stabil dalam waktu 0.10 detik dan mencapai 90% terangnya cahaya setelah 0.13 detik.



Gambar 2.1. Lampu Jenis Filamen  
(Sumber: Platt dan Jansson, 2015: 175)

Lampu jenis filamen sangat umum digunakan sebagai lampu tanda, seperti lampu tanda belok, lampu kota/lampu senja, lampu indikator pada panel instrumen, lampu penerang panel instrumen, dan masih banyak lagi.

Saat ini lampu filamen mulai diganti dengan lampu LED yang lebih hemat daya dan menghasilkan cahaya lebih terang. Lampu LED mengeluarkan cahaya dengan memanfaatkan arus yang kecil, umumnya 20 mA (atau lebih kecil) pada tegangan kurang dari 5 VDC (Platt dan Jansson, 2015: 205).

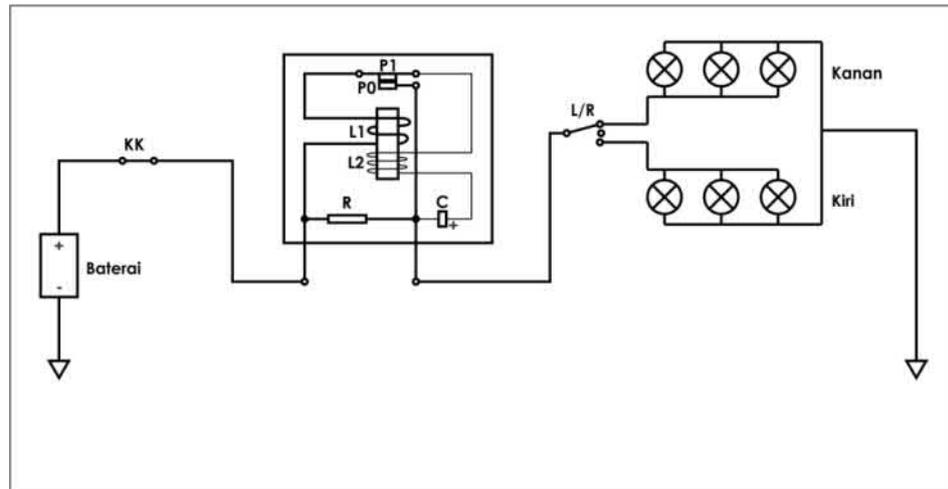


Gambar 2.2. Lampu Jenis LED  
(Sumber: Platt dan Jansson, 2015: 206)

Lampu LED dijual dalam berbagai bentuk, warna, daya dan intensitas cahaya yang dihasilkan. Lampu LED juga dapat dirangkai dengan berbagai macam susunan sesuai kebutuhan untuk menghasilkan kombinasi lampu tertentu.

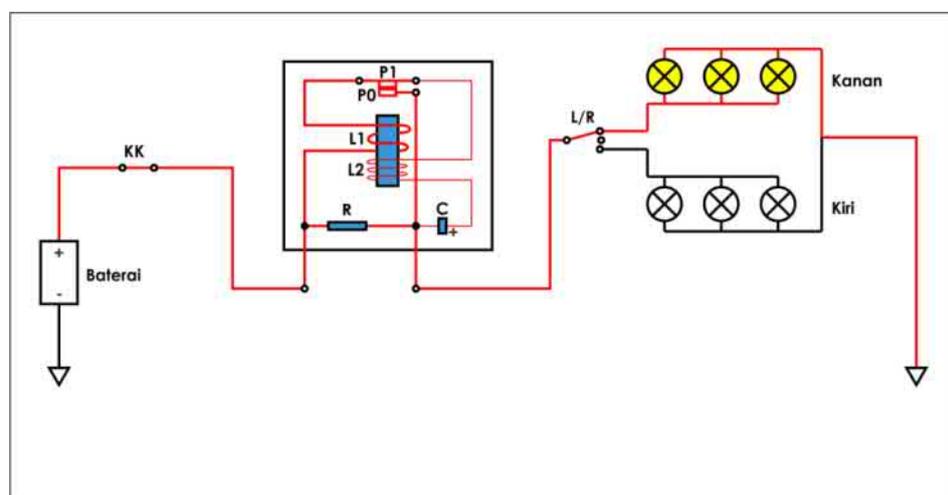
### c. Rangkaian dan Cara Kerja Sistem Lampu Tanda Belok

Sistem lampu tanda belok dirangkai dari beberapa komponen membentuk satu sistem yang terdiri dari baterai, kunci kontak, sekering, flasher, saklar tanda belok dan lampu seperti pada Gambar 2.3. Pada kendaraan tertentu, sistem lampu tanda belok juga dilengkapi rangkaian tanda bahaya (sistem *hazard*).



Gambar 2.3. Rangkaian Sistem Tanda Belok  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

Sistem lampu tanda belok bekerja berdasarkan pemutusan dan penghubungan aliran arus listrik secara periodik oleh rangkaian pada flasher sehingga cahaya yang dihasilkan berkedip pada interval tertentu. Secara umum jumlah kedipan pada sistem lampu tanda belok berada pada rentang 60 sampai 120 kedipan tiap menit (Toyota Astra Motor, 1995: 6.50).

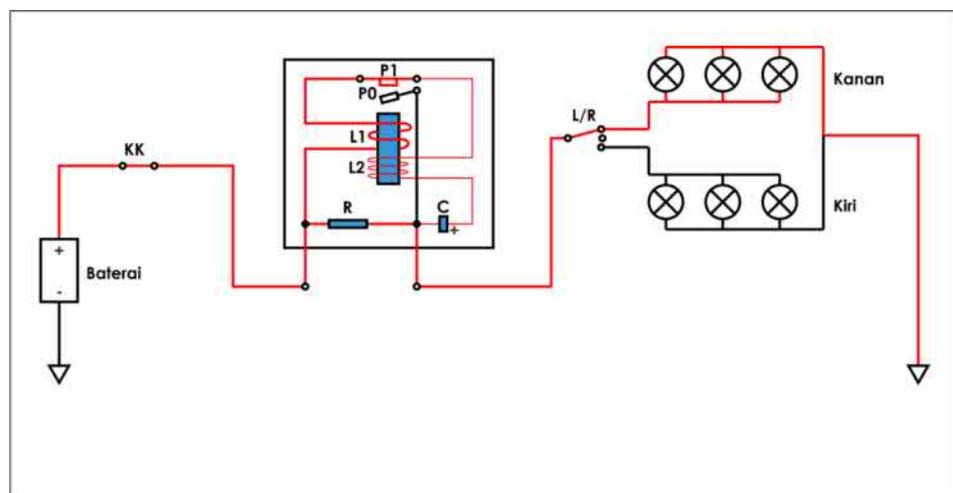


Gambar 2.4. Sistem Tanda Belok saat Saklar Tanda Belok ON Kanan  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

Saat saklar lampu tanda belok posisi ON pada salah satu arah, arus mengalir dari Baterai – Kunci Kontak – Kumparan L1 – Kontak P1 – Kontak P0 – Saklar Lampu Belok – Lampu – Massa, sehingga lampu tanda belok

menyala dan terjadi kemagnetan pada inti besi karena L1 dialiri arus. Pada saat yang sama arus juga mengalir ke Kumbaran L2 – Kapasitor C, sehingga terjadi pengisian muatan kapasitor dan aliran arus pada kumparan L2 memiliki arah yang sama dengan arus di L1 menyebabkan medan magnet yang timbul pada inti besi semakin kuat.

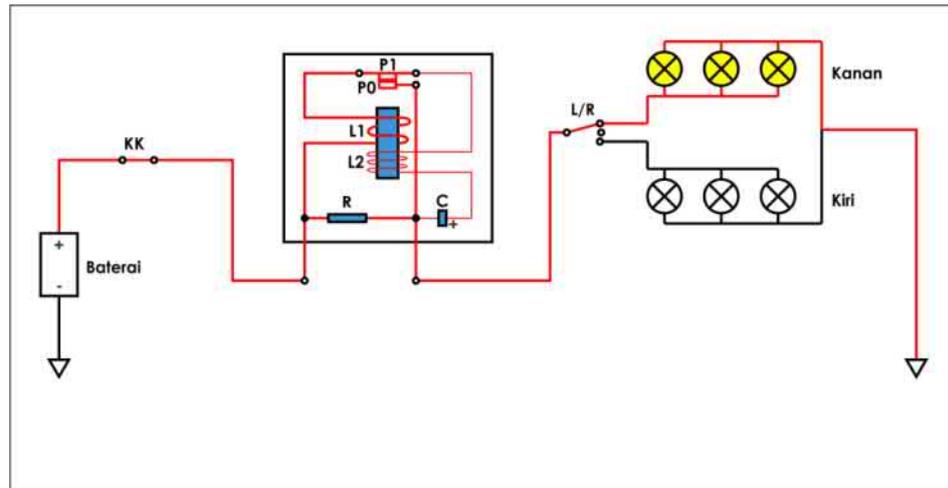
Kumparan L1 memiliki diameter kawat yang lebih besar dengan jumlah lilitan yang lebih sedikit dan digunakan untuk mengalirkan arus besar ke lampu, sedangkan kumparan L2 memiliki diameter kawat yang lebih kecil dengan jumlah lilitan yang lebih banyak sehingga saat dialiri arus, kemagnetan yang timbul sebanding dengan kumparan L1 dan kumparan L2 hanya dialiri arus saat pengisian maupun pengosongan kapasitor (Toyota Astra Motor, n. d.: 5.32).



Gambar 2.5. Sistem Tanda Belok saat Kontak Poin Terbuka  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

Kemagnetan yang terjadi pada inti besi akan menarik kontak P0 terlepas dari P1 sehingga arus yang mengalir ke lampu terputus dan lampu padam. Dikarenakan ada arus yang tetap mengalir ke kapasitor C melewati kumparan L1 dan L2, kemagnetan pada inti besi tetap ada dan P0 tetap terbuka sampai

muatan kapasitor penuh. Setelah muatan kapasitor penuh, tidak ada arus yang mengalir ke kumparan L1 dan L2 sehingga kemagnetan pada inti besi menghilang karena arus sama-sama positif (saling meniadakan) dan menyebabkan kontak P0 kembali terhubung pada kontak P1 akibat adanya gaya pegas.



Gambar 2.6. Sistem Tanda Belok saat Kontak Poin Tertutup Kembali (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

Saat kontak P0 kembali terhubung pada P1, terjadi rangkaian tertutup dari kutub positif kapasitor dengan kutub negatif kapasitor sehingga terjadi pengosongan muatan kapasitor melalui kumparan L2. Pada saat yang sama arus mengalir kembali ke lampu sehingga lampu menyala kembali, dan proses ini terjadi berulang-ulang sehingga lampu berkedip secara periodik.

#### d. Troubleshooting Sistem Lampu Tanda Belok

Sistem lampu tanda belok dapat mengalami masalah saat digunakan, masalah ini dapat menyebabkan terganggunya keamanan dan kenyamanan saat berkendara. Masalah yang dapat timbul antara lain:

1. Saat ada lampu yang mati atau kabel lampu putus, maka lampu tidak dapat berkedip (menyala terus) karena arus yang mengalir ke lampu

tidak cukup kuat untuk menghasilkan kemagnetan pada inti besi kumparan, sehingga kontak poin P tetap tertutup. Hal ini juga dapat digunakan sebagai tanda kepada pengemudi bahwa ada masalah pada sistem lampu tanda belok yaitu salah satu lampu ada yang tidak menyala.

2. Saat resistor mati atau jalur resistor putus, maka lampu tetap dapat berkedip normal, tetapi jika lampu tanda belok digunakan dalam waktu yang lama ada kemungkinan flasher terbakar karena terjadi percikan pada kontak poin yang disebabkan tidak ada resistor sebagai jalur *bypass* arus ke massa. Resistor berfungsi mencegah terjadinya tegangan induksi dari kumparan yang *on-off* secara terus menerus seperti pada kumparan koil pengapian.
3. Saat kapasitor mati atau jalur kapasitor putus, maka lampu akan berkedip sangat cepat dan redup karena tidak adanya pengaturan jeda waktu yang diatur oleh kapasitor seperti pada saat kapasitor dalam kondisi normal.
4. Saat terjadi *grounding* atau arus positif terhubung langsung ke arus negatif tanpa melewati beban lampu (korsleting), maka dipastikan sekering akan meleleh dan menyebabkan rangkaian sistem tanda belok menjadi terbuka.
5. Saat tegangan kurang atau tidak stabil seperti saat tidak menggunakan baterai dan hanya mendapat suplai dari spull, maka kedipan lampu menjadi tidak beraturan karena arus yang mengalir tidak stabil dan menyebabkan frekuensi *on-off* pada kumparan juga tidak stabil

terutama pada saat rpm mesin rendah. Dalam kasus yang lain lampu hanya menyala redup tanpa berkedip.

## **2. Kapasitor**

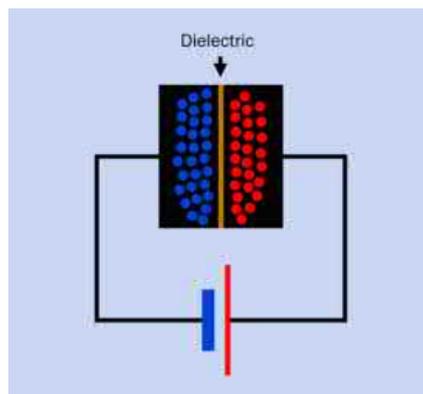
### **a. Definisi Kapasitor**

Kapasitor merupakan komponen elektronik yang menyimpan, menyaring serta mengatur energi listrik dan arus listrik, juga merupakan salah satu komponen penting yang ada pada rangkaian kelistrikan (Kemet Corporation Team, 2013: 3). Kapasitor dapat menyimpan energi listrik ketika dilewati arus searah (DC) dalam jangka waktu yang singkat, dan dapat dikosongkan dengan cara membalik arah arus keluar dari kapasitor (Seymour, 2004: 6).

Platt (2013: 97) menjelaskan bahwa kemampuan untuk pengisian dan pengosongan kapasitor sangat cepat, tetapi dapat dibatasi dengan resistor yang dirangkai seri sehingga dapat digunakan sebagai pengatur waktu pada beberapa rangkaian kelistrikan. Secara umum kapasitor digunakan untuk menyimpan muatan listrik dan mengurangi perbedaan tegangan pada rangkaian kelistrikan arus searah.

### **b. Prinsip Kerja Kapasitor**

Kapasitor tersusun dari dua buah plat yang masing-masing memiliki terminal yang berfungsi menghubungkan plat ke sumber listrik, kedua plat ini dipisah oleh pembatas yang disebut dielektrik.



Gambar 2.7. Proses Pengisian Muatan Kapasitor  
(Sumber: Platt, 2013: 98)

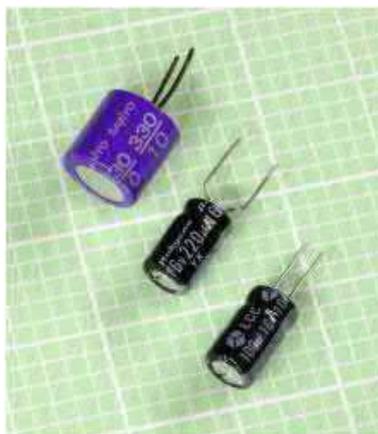
Pada saat kapasitor bekerja, elektron dari sumber listrik berpindah ke plat yang terhubung dengan terminal negatif sumber listrik dan mengakibatkan plat di sisi positif terjadi *electron holes* (lubang elektron) atau disebut kapasitor bermuatan positif (Platt, 2013: 98). Hal ini disebut proses pengisian kapasitor, sedangkan pengosongan kapasitor adalah kebalikan dari proses pengisian.

### c. Jenis Kapasitor

Platt (2013: 101-103) membagi kapasitor menjadi berbagai macam berdasarkan bahan penyusunnya, yaitu:

- a. Kapasitor Elektrolit (Elco) merupakan yang paling umum digunakan karena memiliki harga yang murah, ringkas dan tersedia dalam banyak ukuran.
- b. Kapasitor Elektrolit Bipolar, merupakan kapasitor yang tersusun dari dua kapasitor yang kedua ujungnya dipasang berkebalikan.
- c. Kapasitor Tantalum merupakan kapasitor yang ringkas dan harganya relatif mahal serta sangat rentan pada perubahan tegangan ekstrim.
- d. Kapasitor Keramik merupakan kapasitor yang sering digunakan dalam rangkaian audio dengan frekuensi tinggi, kapasitor keramik terbagi

menjadi *single-layer* dan *multi-layer* berdasar jumlah lapisan keramiknya.



Gambar 2.8. Kapasitor Elektrolit (Elco)  
(Sumber: Platt, 2013: 99)

Kapasitor yang dijual dipasaran rata-rata memiliki spesifikasi tegangan antara 6,3 V sampai 450 V dengan nilai kapasitas mulai 4,7  $\mu\text{F}$  sampai 15000  $\mu\text{F}$ , sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan pada rangkaian.

#### d. Satuan Kapasitor

Satuan dari kapasitansi pada kapasitor adalah Farad (F), Kapasitor 1 Farad pada suatu rangkaian dengan tegangan 1 Volt mampu menyimpan muatan 1 Coloumb.

$$C = Q/V$$

Dimana:  
 $C$  = Kapasitansi (Farad/F)  
 $Q$  = Muatan Listrik (Coloumb/C)  
 $V$  = Tegangan (Volt/V)

1 Farad merupakan nilai yang besar dalam kapasitor, sehingga yang umum digunakan adalah turunan dari Farad, yaitu: mikrofarad ( $\mu\text{F}$ ), nanofarad (nF) dan pikofarad (pF). Dimana 1 F = 1.000.000  $\mu\text{F}$ , 1  $\mu\text{F}$  = 1.000 nF, dan 1 nF = 1000 pF.

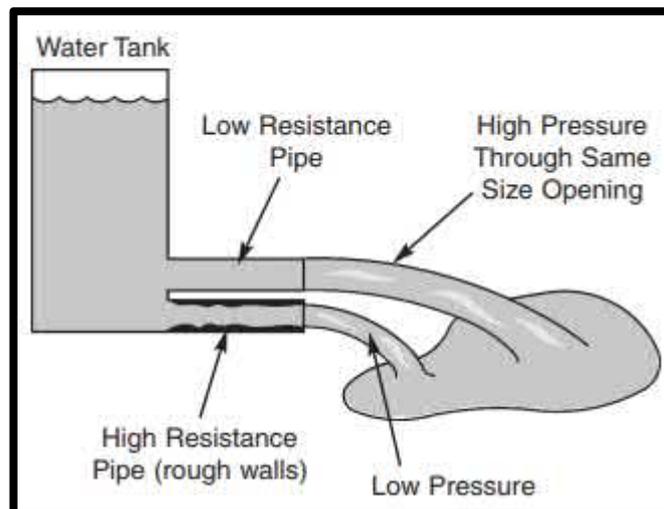
### **3. Resistor**

#### **a. Definisi Resistor**

Resistor merupakan komponen elektronik yang dapat diartikan sebagai hambatan elektronik pada suatu rangkaian, hambatan pada resistor melawan aliran elektron, dan menurunkan tegangan yang masuk pada komponen lain dengan cara membatasi arus yang mengalir melewatinya (Seymour, 2004: 1). Secara umum fungsi dasar dari resistor adalah untuk menghambat aliran arus pada suatu rangkaian, dari fungsi dasar ini resistor dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk membatasi proses pengisian kapasitor, melindungi rangkaian LED dari arus yang berlebihan, mengatur atau membatasi penerimaan frekuensi pada rangkaian audio, menaikkan atau menurunkan tegangan input pin *digital logic chip* dan mengontrol tegangan pada sebuah rangkaian (Platt, 2013: 75).

#### **b. Prinsip Kerja Resistor**

Seymour (2004: 1) menyatakan aliran listrik pada suatu penghantar dapat diasumsikan sebagai air yang mengalir melewati sebuah pipa, air akan mudah mengalir jika dinding dalam pipa memiliki permukaan yang halus (hambatan kecil) sehingga tekanan pada ujung pipa menjadi besar (arus besar), sebaliknya jika permukaan dinding kasar (hambatan besar) maka aliran air akan terhambat sehingga tekanan pada ujung pipa menjadi kecil (arus kecil).



Gambar 2.9. Aliran Air Dalam Pipa  
(Sumber: Seymour, 2004: 1)

Dalam proses membatasi arus dan menurunkan tegangan pada suatu rangkaian, resistor bekerja dengan cara menyerap energi listrik yang harus dibuang sebagai panas (Platt, 2013: 76).

### c. Jenis Resistor

Resistor dijual di pasaran dalam berbagai jenis, tetapi Ross et al. (2010: 41) secara umum membagi resistor menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Resistor tetap, memiliki nilai resistansi tetap dari pabrikan, tetapi nilai resistansinya mungkin lebih tinggi atau lebih rendah dari nilai yang diketahui, dihitung dalam persentase yang disebut sebagai toleransi.
- b. Resistor tidak tetap, baik itu potensiometer atau rheostat, memungkinkan untuk mengatur nilai resistansi dari nol ohm sampai nilai maksimal yang ditentukan oleh pabrikan. Potensiometer dapat digunakan jika diperlukan untuk mengubah arus yang mengalir ke rangkaian.

Resistor tetap di pasaran tersedia dalam berbagai nilai yang dapat dipilih sesuai kebutuhan, secara umum nilai resistansi resistor tetap dicantumkan

dalam bentuk cincin warna melingkar pada tubuh resistor, biasanya terdapat empat cincin warna (atau lima cincin warna untuk resistor dengan kepresisian yang tinggi), cincin tersebut dijelaskan Ross et al. (2010: 43) sebagai berikut:

- a. Cincin pertama, merupakan angka pertama pada nilai resistor.
- b. Cincin kedua, merupakan angka kedua pada nilai resistor.
- c. Cincin ketiga, merupakan faktor pengali dari nilai pada cincin pertama dan kedua, dengan kata lain dapat diartikan jumlah angka nol setelah angka pertama dan kedua.
- d. Cincin keempat, merupakan nilai toleransi yang dimiliki resistor.

Akan tetapi, untuk resistor lima cincin memiliki sedikit perbedaan pada pembacaan nilai, cincin ketiga merupakan angka ketiga pada nilai resistor. Faktor pengali ada pada cincin keempat. Cincin kelima sebagai nilai toleransi. Nilai dari tiap cincin dijelaskan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Nilai Cincin Warna pada Resistor  
(Sumber: Ross et al., 2010: 43)

<i>Colour</i>	<i>Number</i>	<i>Tolerance</i>
<i>Black</i>	0	$\pm 20\%$
<i>Brown</i>	1	$\pm 1\%$
<i>Red</i>	2	$\pm 2\%$
<i>Orange</i>	3	$\pm 3\%$
<i>Yellow</i>	4	$\pm 4\%$
<i>Green</i>	5	-
<i>Blue</i>	6	-
<i>Violet</i>	7	-
<i>Grey</i>	8	-
<i>White</i>	9	-
<i>Gold</i>	0,1	$\pm 5\%$
<i>Silver</i>	0,01	$\pm 10\%$

Resistor tidak tetap memiliki nilai hambatan yang dapat diubah sesuai kebutuhan. Nilai resistor tidak tetap tercetak pada tubuh resistor. Nilai yang

tercantum merupakan hambatan maksimal yang dapat diberikan oleh resistor tidak tetap.



Gambar 2.10. Resistor Tetap  
(Sumber: Platt, 2013: 76)

Secara umum resistor yang dijual dipasaran mampu bekerja pada tegangan maksimal 200 V sampai 500 V dengan overload tegangan mulai 400 V sampai 1000 V, artinya resistor tidak akan rusak jika bekerja pada tegangan diatas 400 V selama beberapa detik.

#### d. Satuan Resistor

Nilai pada resistor dinyatakan dalam Ohm ( $\Omega$ ), resistor dengan hambatan 1 Ohm pada suatu rangkaian akan dilewati arus sebesar 1 Ampere pada tegangan 1 Volt.

$$R=V/I$$

Dimana:

$R$ =Hambatan (Ohm/  $\Omega$ )

$V$ =Tegangan (Volt/V)

$I$ =Arus (Ampere/A)

Persamaan antara tegangan, arus dan hambatan tersebut disebut dengan hukum Ohm.

## B. Kajian Penelitian yang Relevan

Susanto, Nauri dan Sumarli (2016) melakukan penelitian dengan variasi nilai kapasitor untuk mencari hubungan nilai kapasitor terhadap frekuensi kedipan lampu sein. Hasil penelitian dianalisis menggunakan Korelasi Pearson menghasilkan korelasi sebesar  $-0,999$ , artinya antara nilai kapasitor dengan frekuensi kedipan lampu memiliki hubungan yang erat dan nilai negatif menunjukkan korelasi keduanya berlawanan yang menjadikan peningkatan nilai kapasitor akan menurunkan frekuensi kedipan lampu sein.

Penelitian Kamau et al. (2017) tentang efek resistor eksternal pada sel bahan bakar. Saat nilai resistansi ditingkatkan dari  $1\text{ k}\Omega$  sampai  $15\text{ k}\Omega$ , arus mengalami penurunan dari  $0,0024\text{ mA}$  menjadi  $0,0020\text{ mA}$ . Tren yang sama juga terjadi pada waktu yang lain. Artinya jika nilai resistor semakin tinggi maka arus yang melewatinya juga mengecil, saat digunakan dalam rangkaian seri resistor-kapasitor maka rangkaian dengan nilai resistor yang besar akan lebih lama dalam pengisian kapasitor.

Penelitian Lippincott dan Nelms (1991) untuk menguji kemampuan CCPS (*Capacitor-Charging Power Supply*) dengan beberapa kapasitas beban pada beberapa variasi pengulangan. CCPS mampu mengisi kapasitor  $1\text{ }\mu\text{F}$  dari  $0-1.500\text{ VDC}$  dalam waktu  $750\text{ ps}$  dengan daya pengisian  $1.500\text{ J/s}$ , sedangkan kapasitor  $10\text{ }\mu\text{F}$  mampu diisi dalam waktu  $8\text{ ms}$ . Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kapasitor (dengan tegangan dan daya pengisian yang sama) waktu yang digunakan untuk pengisian kapasitor semakin lama.

Spyker dan Nelms (2000) menguji kemampuan empat kapasitor yang berbeda dengan parameter nilai kapasitansi, *EPR/Equivalent Parallel Resistance* dan

ESR/*Equivalent Series Resistance*. Penelitian ini menguji empat kapasitor dengan kapasitas masing-masing 10 F, 470 F, 1.500 F dan 15 F. Pada perhitungan EPR didapatkan hasil EPR masing-masing 1.410  $\Omega$ , 1.080  $\Omega$ , 386  $\Omega$ , 980  $\Omega$  dan konstanta waktu masing-masing 14.100 s, 507.600 s, 579.000 s, 14.700 s. Hasil ini menunjukkan semakin tinggi nilai kapasitor dan resistor sebanding dengan waktu yang dibutuhkan untuk pengisian maupun pengosongan kapasitor.

Nishino (1996) menjelaskan bahwa perbedaan karakteristik pengisian maupun pengosongan kapasitor dapat digunakan untuk berbagai keperluan, yaitu: 1) *Oscillation Circuits*, pada rangkaian ini suatu kapasitor C diisi dan dikosongkan melalui suatu hambatan R, waktu pengisian dan pengosongan disebut frekuensi osilasi. 2) *Amplifier Circuits*, pada rangkaian ini kapasitor tidak dilewati arus DC dan mencegah arus bias DC pada satu sisi kapasitor tidak terhubung dengan sisi kapasitor yang lain. Pengisian dan pengosongan muatan kapasitor hanya dilewati arus AC yang sesuai. 3) *Smoothing Circuits*, pada rangkaian ini menggunakan dua kapasitor C1, C2 dan sebuah resistor R untuk menghasilkan arus DC dengan arus *ripple* yang sedikit. Flasher pada sistem tanda belok menggunakan prinsip *Oscillation Circuits*.

Penelitian Serra dan Paulino (2015) membahas berbagai bentuk *Switched-Capacitor (SC) Filters*. Pada *Chapter 2 Switched-Capacitor Circuits* bagian 2.2 *Switched-Capacitor Resistor Emulation Networks* didapatkan persamaan:

$$R_{eq} = T/C$$

Dimana:

$R_{eq}$  = Tahanan (Ohm/ $\Omega$ )

T = Waktu (sekon/s)

C = Kapasitansi (Farad/F)

Atau menjadi:

$$T = R_{eq} \cdot C$$

Dimana:

$T$  = Waktu (sekon/s)

$R_{eq}$  = Tahanan (Ohm/ $\Omega$ )

$C$  = Kapasitansi (Farad/F)

Jika nilai  $C$  tetap, dengan perubahan pada nilai  $R$  maka nilai  $T$  akan berubah berbanding lurus dengan nilai  $R$ , begitu juga jika nilai  $R$  tetap dan nilai  $C$  diubah, maka nilai  $T$  akan berubah berbanding lurus dengan nilai  $R$ .

Agrawal (2017), melakukan penelitian terhadap waktu pemanasan filamen untuk mencapai 90% terang cahaya pada lampu dengan daya 10 W, 100 W, 500 W dan 1000 W pada tegangan 120 V. Waktu pemanasan masing-masing adalah 0.06 s, 0.13 s, 0.38 s dan 0.67 s. Artinya untuk mencapai terang cahaya sebesar 90% dibutuhkan waktu pemanasan filamen yang cukup.

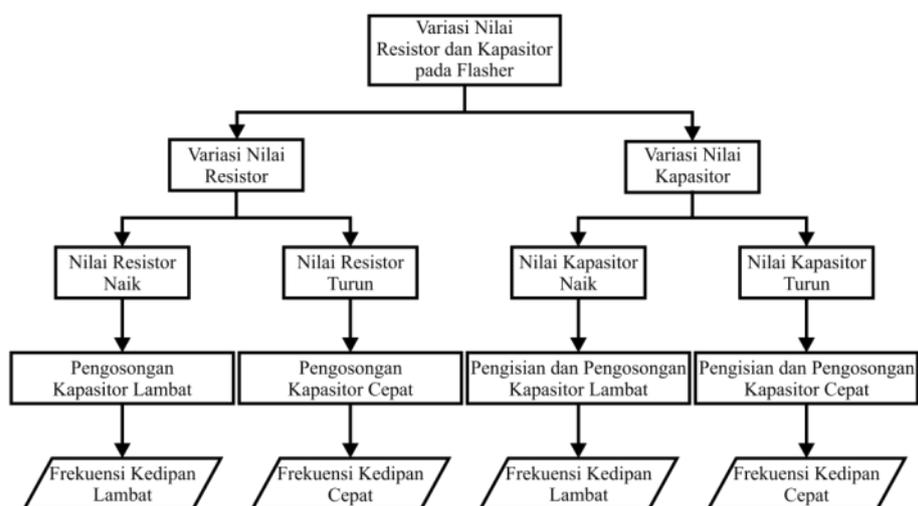
Dari beberapa penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa antara waktu pengisian kapasitor, nilai hambatan resistor dan nilai kapasitas kapasitor memiliki hubungan yang saling mempengaruhi. Waktu dan kapasitas kapasitor memiliki hubungan yang searah, semakin tinggi nilai kapasitor maka waktu pengisian dan pengosongan kapasitor yang dibutuhkan akan semakin lama, begitu juga saat nilai kapasitor semakin rendah maka waktu pengisian dan pengosongan kapasitor yang dibutuhkan akan semakin cepat. Waktu dan hambatan resistor juga memiliki hubungan yang searah, semakin tinggi nilai resistor maka waktu pengisian dan pengosongan kapasitor yang dibutuhkan akan semakin lama, begitu juga saat nilai resistor semakin rendah maka waktu pengisian dan pengosongan kapasitor yang dibutuhkan akan semakin cepat.

Hal ini sesuai dengan penelitian ini yang menggunakan flasher tipe kapasitor, yang memiliki komponen utama kapasitor dan resistor sebagai pengatur

frekuensi kedipan lampu tanda belok, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengisian dan pengosongan kapasitor digunakan untuk mengatur jumlah kedipan lampu tanda belok.

### C. Kerangka Pikir Penelitian

Perubahan frekuensi kedipan lampu tanda belok dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya melakukan variasi nilai kapasitor dan resistor pada flasher dua kaki jenis kapasitor. Kapasitor mengatur frekuensi kedipan lampu berdasarkan lama waktu pengisian dan pengosongan muatan kapasitor, yang berpengaruh terhadap jeda waktu on/off saklar magnetik, sehingga kedipan akan melambat jika nilai kapasitor lebih tinggi, sebaliknya akan menjadi cepat jika nilai kapasitor lebih rendah. Resistor berpengaruh terhadap arus yang keluar dari kapasitor saat pengosongan muatan, sehingga berpengaruh terhadap lama waktu pengosongan kapasitor.



Gambar 2.11. Kerangka Pikir Penelitian  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Dari pembahasan kerangka pikir penelitian dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana frekuensi kedipan lampu yang terjadi setelah dilakukan perubahan nilai kapasitor pada flasher?
2. Bagaimana intensitas cahaya lampu yang terjadi setelah dilakukan perubahan nilai kapasitor pada flasher?
3. Bagaimana frekuensi kedipan lampu yang terjadi setelah dilakukan perubahan nilai resistor pada flasher?
4. Bagaimana intensitas cahaya lampu yang terjadi setelah dilakukan perubahan nilai resistor pada flasher?

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Dari hasil pengujian pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Perubahan nilai kapasitor memiliki pengaruh terhadap jumlah frekuensi kedipan lampu, semakin tinggi nilai kapasitor menjadikan kedipan lampu semakin lambat.
2. Perubahan nilai kapasitor memiliki pengaruh terhadap intensitas cahaya lampu, semakin tinggi nilai kapasitor menjadikan intensitas cahaya semakin tinggi, tetapi pada nilai 2100  $\mu\text{F}$  dan 2300  $\mu\text{F}$  intensitas cahaya yang terjadi cenderung tetap. Ada kemungkinan saat nilai kapasitor dinaikkan lebih dari 2300  $\mu\text{F}$ , intensitas cahaya yang dihasilkan juga cenderung tetap.
3. Perubahan nilai resistor tidak terlalu berpengaruh terhadap jumlah frekuensi kedipan, perbedaan yang terjadi sangat kecil. Saat dilakukan percobaan tanpa menggunakan resistor, lampu tanda belok tetap dapat berkedip secara normal.
4. Perubahan nilai resistor tidak terlalu berpengaruh terhadap intensitas cahaya lampu, karena frekuensi on-off kumparan flasher yang terjadi cenderung sama setelah dilakukan perubahan nilai resistor.

## **B. Saran Pemanfaatan Hasil Penelitian**

Karena sistem lampu tanda belok memiliki peran vital dalam kendaraan dan berkaitan erat dengan keamanan dalam berkendara, maka hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai berikut:

1. Untuk menghasilkan frekuensi kedipan yang lebih lambat dapat digunakan nilai kapasitor yang lebih tinggi, begitu juga untuk frekuensi kedipan yang lebih cepat dapat digunakan nilai kapasitor yang lebih rendah.
2. Agar cahaya lampu terlihat lebih terang dapat digunakan nilai kapasitor yang lebih besar, dengan nilai maksimal 2100  $\mu\text{F}$ , sesuai dengan pengujian yang dilakukan saat nilai kapasitor diatas 2100  $\mu\text{F}$  intensitas cahaya yang terjadi cenderung tetap.
3. Untuk menaikkan atau menurunkan nilai frekuensi kedipan lampu tidak perlu dengan melakukan perubahan nilai resistor karena pengaruh yang ditimbulkan sangat kecil.
4. Untuk menaikkan atau menurunkan intensitas cahaya lampu tidak perlu dengan melakukan perubahan nilai resistor karena pengaruhnya terhadap frekuensi on-off kumparan sangat kecil sehingga pengaruh perubahan nilai resistor terhadap intensitas cahaya juga sangat kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, D. C. 2017. Heating-times of Tungsten Filament Incandescent Lamps. *World News of Natural Sciences*: 86-97.
- Campbell, D. T. dan Stanley, J. C. 1963. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Kamau JM, Mbui DN, Mwaniki JM, Mwaura FB dan Kamau GN. 2017. Microbial Fuel Cells: Influence of External Resistors on Power, Current and Power Density. *Journal of Thermodynamics & Catalysis, Volume 8, Issue 1*: 1-5.
- Kemet Corporation Team. 2013. *Introduction to Capacitor Technologies: What is a Capacitor?*. Simpsonville: Kemet Corporation.
- Lippincott, A. C. dan Nelms, R. M. 1991. A Capacitor-Charging Power Supply Using a Series-Resonant Topology, Constant On-Time/Variable Frequency Control, and Zero-Current Switching. *IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 38, No. 6, December 1991*: 438-447.
- Luoma, J., Michael J. F., Michael S., Masami A. dan Eric C. T. 1995. *Effects Of Turn-Signal Color On Reaction Times To Brake Signals*. Ann Arbor: The University of Michigan.
- National Archives and Records Administration. 1992. *Code of Federal Regulations 49: Transportation*. Office of the Federal Register. Washington D.C.
- National Highway Traffic Safety Administration. 2007. *Laboratory Test Procedure For FMVSS 108: Lamps, Reflective Devices, and Associated Equipment*. Office of Vehicle Safety Compliance. Washington D.C.
- Nishino, A. 1996. Capacitors: Operating Principles, Current Market and Technical Trends. *Journal of Power Sources 60*: 137-147.
- Platt, C. 2013. *Encyclopedia of Electronic Component Vol. 1: Power Source & Conversion*. Sebastopol: O'Reilly Media Inc.
- Platt, C. dan Jansson, F. 2015. *Encyclopedia of Electronic Component Vol. 2: Signal Processing*. Sebastopol: Maker Media Inc.
- Republik Indonesia. 1993. *Peraturan Pemerintah Nomor 44 Tahun 1993 Tentang Kendaraan dan Pengemudi*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1993 Nomor 64. Sekretariat Negara. Jakarta.

- Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 120. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Ross, D., Shamieh, C. dan McComb, G. 2010. *Electronics for Dummies*. Padstow: John Wiley & Sons Ltd.
- Serra, H. A. de A. dan Paulino, N. 2015. Design of Switched-Capacitor Filter Circuits using Low Gain Amplifier. *SpringerBriefs in Electrical and Computer Engineering*: 3-13.
- Seymour, A. F. 2004. *Basic Electronic Component: Instruction Manual*. Wheeling: Elenco Electronic Inc.
- Spyker, R. L. dan Nelms, R. M. 2000. Classical Equivalent Circuit Parameters for a Double-Layer Capacitor. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronics System*, Vol. 36, No. 3, July 2000: 829-836.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- Susanto, H., Nauri, I. M. dan Sumarli. 2016. Hubungan Nilai Kapasitor terhadap Frekuensi Kedipan Lampu Sein pada Honda Supra X 125 Helm-in. *Jurnal Teknik Mesin, Tahun 24, No. 2, Oktober 2016*: 1-5.
- Toyota Astra Motor. 1995. *New Step 1: Training Manual*. Jakarta: PT Toyota Astra Motor.
- \_\_\_\_\_. n. d. *Step 2: Materi Pelajaran Chassis Group*. Jakarta: PT Toyota Astra Motor
- Wahyudi, A. 2013. *Pemeliharaan Kelistrikan Sepeda Motor 2*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Wikipedia. 2018. Incandescent Light Bulb. Online dari [https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent\\_light\\_bulb#Current\\_and\\_resistance](https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb#Current_and_resistance). Diakses tanggal 20 Desember 2018
- Zwinkels, J. 2015. Light, Electromagnetic Spectrum. *Encyclopedia of Color Science and Technology*: 1-8.