

Perancangan Fog Lamp Otomatis dengan Substitusi Sensor

Dianna Ratnawati

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa
E-mail: ratnawatidianna@gmail.com

Abstrak. Banyaknya kecelakaan akibat penyalahgunaan fog lamp merupakan tindakan pelanggaran lalu lintas. Kendaraan yang banyak dipakai di Indonesia masih menggunakan sistem rangkaian fog lamp manual. Untuk membantu meminimalisasi penyalahgunaan fog lamp, maka desain perancangan fog lamp otomatis sangat diperlukan bagi pengendara mobil untuk diaplikasikan langsung pada kendaraan. Perancangan ini bertujuan untuk: (1) mengetahui komponen apa saja yang dibutuhkan untuk membuat sensor cahaya yang akan disubstitusikan pada rangkaian fog lamp, (2) mengetahui desain rangkaian fog lamp otomatis, dan (3) menguji apakah desain sensor cahaya mampu berfungsi saat kabut mulai muncul melalui simulasi CO₂ padat (*dry ice*). Metode desain menggunakan PCB (*Printed Circuit Board*). Sedangkan komponen utama yang dibutuhkan adalah baterai, *switch*, resistor, LED, photo dioda, transistor, relay, *fog lamp*, dan kabel. Dari hasil pengujian desain rangkaian fog lamp otomatis dengan substitusi sensor cahaya ini mampu menghidupkan dan mematikan fog lamp secara otomatis. Jarak yang efisien untuk penempatan sensor cahaya (LED dan photo dioda) ini adalah 4,5 cm.

Kata Kunci: Fog Lamp, Perancangan, Sensor.

1. Pendahuluan

Sistem penerangan pada mobil terbagi menjadi beberapa bagian, di mana salah satunya adalah lampu depan. Lampu depan terdiri atas lampu kepala dan lampu sein. Lampu kepala sendiri terdiri atas lampu jarak dekat dan jarak jauh yang berfungsi menerangi jalan pada saat malam hari. Untuk membantu memperbaiki jarak pandang ke arah depan saat lampu utama kendaraan tidak mampu menembus tebalnya kabut, banyaknya debu ataupun lebatnya hujan, maka lampu kabut atau fog lamp yang berwarna kuning merupakan solusi untuk menghadapi situasi dan keadaan yang seperti itu.

Lampu kabut biasanya dipasang sebagai lampu tambahan yang menyorot berwarna kuning. Lampu kabut memiliki dua posisi, ada yang dipasang sebagai lampu tambahan di moncong atau juga di atap mobil. Ada juga yang di pasang dari pabrik mobilnya, menyatu dengan bodi kendaraan di bagian bumper depan mobil.

Beberapa negara mempunyai peraturan yang ketat mengenai penggunaan lampu kabut. Seperti halnya di Indonesia, yang mengacu pada PP 44/1993, tentang kendaraan dan pengemudi, dijelaskan bahwa penggunaan lampu kabut harus mengikuti aturan yang berlaku yakni :

Pasal 52 :

- (1) Lampu kabut yang dipasang pada kendaraan bermotor berwarna putih atau kuning, dengan jumlah paling banyak dua buah dan titik tertinggi permukaan penyinaran tidak melebihi titik tertinggi permukaan penyinaran dari lampu utama dekat.
- (2) Tepi terluar permukaan penyinaran lampu kabut sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), tidak melebihi 400 milimeter dari sisi terluar kendaraan.

Pasal 53 :

Lampu kabut sebagaimana dimaksud dalam Pasal 52, tidak menyilaukan atau mengganggu pemakai jalan lain.

Dilihat dari mekanismenya, lampu kabut dihubungkan bersama-sama lampu jarak dekat (pada saklar dim). Lampu kabut tidak dihidupkan bersama-sama dengan lampu jarak dan hanya dihidupkan bersama lampu kota. Bila lampu kabut akan diaktifkan maka saklar lampu kepala harus pada posisi lampu jarak dekat.

Dari fenomena yang sudah ada, banyak dijumpai kecelakaan akibat penyalahgunaan lampu kabut. Seperti halnya yang dilansir oleh Luthfi dalam harian detikoto 8 Februari 2012, lembaga asuransi Inggris Swiftcover dalam siaran persnya menyebutkan, akibat penyalahgunaan lampu kabut terjadi 300.000 kecelakaan selama tahun 2011. Di Indonesia kecelakaan tersebut sering dialami pengendara di dataran tinggi. Adapun beberapa faktor penyebabnya diantaranya : (1) penyalakan lampu kabut secara manual dapat mengurangi konsentrasi pengemudi sebab pengemudi harus menghidupkan lampu kabut saat kondisi kabut tebal, hujan deras ataupun berdebu dan kemudian mematikannya saat kondisi cuaca atau penerangan normal, (2) pada kondisi jalan menikung / berkelok-kelok seperti di dataran tinggi dengan cuaca berkabut, selain menyalakan lampu kabut pengemudi juga diharuskan menyalakan lampu sein / hazard. Keadaan seperti itu dapat membahayakan pengendara lain misalnya pengemudi lupa mematikan lampu kabut saat kabut mulai menipis. Pengendara lain akan terganggu penglihatannya (silau) akibat pancaran sinar lampu kabut dari pengendara sebelumnya.

Oleh karena itu untuk mengurangi banyak terjadinya kecelakaan akibat penyalahgunaan lampu kabut manual serta memudahkan pengemudi dalam berkendara dengan tidak mengurangi konsentrasinya maka perancangan dengan desain foglamp otomatis sangat.

2. Metode Desain dan Komponen Utama

Komponen Utama yang di Desain

Desain rangkaian sistem sensor cahaya dari rangkaian otomatis penyalakan *fog lamp* (lampu kabut) tersusun dari beberapa komponen pengaman ataupun komponen sensor yang meliputi:

Baterai

Baterai yang digunakan untuk mensuplay energi pada rangkaian lampu kabut otomatis ini disesuaikan dengan baterai mobil dengan tegangan sebesar 12 V. Terdiri dari 6 sel, dimana setiap selnya dapat mengeluarkan arus ± 2 Volt.

Switch/Saklar (Kunci Kontak)

Saklar yang digunakan dalam perancangan ini adalah saklar SPDT (*Single Pole Double Throw*). Pengoperasian saklar ini langsung oleh manusia tidak menggunakan alat bantu. Saklar SPDT adalah saklar yang terdiri dari satu kutub dengan dua arah hubungan. Saklar ini dapat bekerja sebagai penukar. Pemutusan dan penghubungan hanya bagian kutub positif atau fasanya saja.

Resistor

Resistor atau tahanan berfungsi sebagai penghambat atau pengontrol arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian. Resistor dalam rangkaian perancangan ini memiliki nilai tahanan 2200Ω dengan toleransi 5%. ($2200 \times \frac{5}{100} = 110 \Omega$)

$$R_{\text{maksimum}} = 2200 + 110 = 2310 \Omega = 2,31 \text{ k}\Omega \quad (1)$$

$$R_{\text{minimum}} = 2200 - 110 = 2090 \Omega = 2,09 \text{ k}\Omega \quad (2)$$

Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar watt-nya atau daya maksimum yang mampu ditahan oleh resistor. Dalam perancangan ini, resistor dsusun secara seri.

LED (Light Emitting Diode)

LED merupakan diode yang dibuat dari bahan semikonduktor. Arus hanya dapat lalu satu arah. LED dapat memancarkan sinar jika dialiri arus. Pada umumnya tegangan LED 1,6 V yang ukuran tegangannya tidak sama dengan bola lampu. (Sumber : Francis, 1993 : 160).

Photo Dioda

Photo Dioda merupakan jenis transduser fotokonduktif, yang memiliki prinsip kerja berdasarkan perubahan intensitas cahaya menjadi perubahan konduktif, jadi resistansi listrik berubah bila cahaya jatuh pada piranti tersebut. Pada photo diode ini dipasang sebuah lensa pemfokus sinar.

Transistor

Transistor merupakan suatu bahan semi konduktor yang tidak menghantarkan listrik lalu diubah menjadi menghantarkan listrik. Pada perancangan ini akan digunakan transistor tipe NPN. Jika basis (B) dengan emitor (E) diberi tegangan arah maju (kutub positif baterai dihubungkan dengan emitor dan kutub negatif ke basis) dan antara basis dengan kolektor (C) diberi tegangan arah mundur (kutub

positif baterai dihubungkan ke basis dan kutub negatif ke kolektor) maka arus mengalir dari emitor menuju kolektor melalui basis.

Relay

Relay dalam rangkaian sensor ini merupakan suatu saklar elektromekanik, artinya *relay* ini merupakan komponen *switch* mekanik yang dikerjakan oleh daya listrik. Kontak-kontak *relay* dipasangkan pada angker elektromagnetik bersama-sama dengan sebuah kumparan. Bilamana arusnya melalui kumparan, inti besi akan menjadi magnet dan akan menarik kontak-kontak relay menutup atau membuka. Jenis relay yang digunakan tipe *Normally Open* (NO)

Lampu

Lampu yang digunakan adalah lampu kabut (*fog lamp*) dengan tegangan 12 V dan daya 55 watt. Lampu kabut difungsikan pada saat cuaca berkabut. Pada mobil, posisinya ada yang ditempatkan di bagian depan dan belakang. Pemasangan lampu pada rangkaian nanti, di pasang secara paralel karena untuk mengantisipasi jika salah satu lampu mati, lampu lainnya bisa menyala tetapi tidak jika dipasang secara seri.

Tahanan (Kabel)

Semakin luas penampang suatu penghantar maka tahanan penghantar itu semakin besar, karena tahanan pengantar berbanding terbalik dengan luas penampang. Demikian juga jika mengukur dua penghantar yang berbeda nama bahannya, maka besar tahanan apabila panjang dan luas penampangnya sama. Dengan demikian suatu kawat penghantar tergantung tahanan jenis, panjang dan luas penampang.

Perhitungan Desain tiap Komponen

Dalam membuat suatu desain perlu perhitungan-perhitungan yang tepat untuk menghasilkan produk yang sempurna. Hal-hal yang perlu dilakukan perhitungan dalam merancang sebuah desain lampu kabut otomatis, adalah sebagai berikut :

Baterai

Sumber tegangan untuk rangkaian sistem penyalan lampu kabut otomatis, disesuaikan pada mobil dengan menggunakan baterai 12 V. Dalam rangkaian ini dipilih baterai 12V60Ah. Dari spesifikasi tersebut dapat diketahui bahwa :

Ah = kapasitas baterai = kuat arus (Ampere) x waktu (hour)

$$\begin{aligned} P_{\text{Baterai}} &= V \times I \\ &= 12 \times 60 \\ &= 720 \text{ Watt/hour} \end{aligned} \quad (3)$$

Sementara itu lampu kabut yang digunakan 12V, 55W.

$$\begin{array}{l} 720 \text{ W} \longrightarrow 1 \text{ jam} \\ 55 \quad \quad \quad \longrightarrow x \text{ jam} \end{array}$$

$$\frac{720}{55} \times 1 = 13 \text{ jam}$$

Jadi, dengan baterai 12V60Ah, mampu mensuplay arus 60 Amper / hour dengan daya 720 W/h. maka jika digunakan untuk lampu 12V55W, baterai mampu bertahan selama 13 jam.

Hambatan (R)

Diketahui tegangan LED lazimnya dari 1,6 V – 2,2 V. maka direncanakan V_{LED} sebesar 2 V dan I_{LED} sebesar 10 mA. Tegangan catu daya yang dipergunakan sebesar ± 12 Volt.

$$V_{\text{CC}} = V_{\text{R}} + V_{\text{LED}} \quad (4)$$

$$V_{\text{R}} = V_{\text{CC}} - V_{\text{LED}}$$

$$V_{\text{R}} = 12 \text{ V} - 2 \text{ V}$$

$$= 10 \text{ Volt}$$

$$R_{\text{LED}} = \frac{V_{\text{R}}}{I_{\text{LED}}} \quad (5)$$

$$R_{\text{LED}} = \frac{10 \text{ V}}{0,01 \text{ A}}$$

$$= 1000 \Omega = 1 \text{ k}\Omega (R1)$$

Dalam perencanaan ini transistor yang digunakan NPN berbahan semikonduktor dari silikon, maka V_{BE} sudah ditentukan sebesar 0,6 V.

$$R_2 = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{I_B} \quad (6)$$

$$= \frac{12 - 0,6}{0,053}$$

$$= 215,09 \Omega$$

$$= 220 \Omega \text{ (d disesuaikan dengan nilai yang dijual dipasaran)}$$

$$h_{fe} = \frac{I_c}{I_B} \quad (7)$$

$$75 = \frac{4}{I_B}$$

$$I_B = 0,053 \text{ A}$$

Perhitungan Rugi Tegangan dan Diameter Kabel

Rugi tegangan merupakan selisih antara tegangan sumber dengan tegangan yang keluar setelah beban. Dalam perencanaan ini tegangan sumber (V_1) adalah *accu* yang memiliki tegangan sebesar 12V. Sedangkan besar tegangan setelah beban dari hasil pengukuran (V_2) sebesar 11,6V, jadi selisih tegangan atau rugi tegangannya dapat dihitung :

$$V_{\text{rugi total}} = V_1 - V_2 \quad (8)$$

$$= 12 - 11,6$$

$$= 0,4 \text{ V}$$

Tabel 1. Daftar Rugi Tegangan yang Diperbolehkan

Macam Kabel	System Tegangan	Kerugian Tegangan yang Diperbolehkan	Catatan
System penerangan	12 volt	0,6 V	Max 5 %
	24 volt	1,2 V	
Kabel Baterai	12 volt	0,4 V	Max 4 %
	24 volt	0,96 V	
Alternator kendali dari alternator ke regulator	12 volt	0,3 V	Max 2,5 %
	24 volt	1,6 V	
Kabel kendali stater	12 volt	3,4 V	Max 20 %
	24 volt	4,8 V	
Lampu kendali lain : horn, wiper	12 volt	1,2 V	Max 10 %
	24 volt	3,4 V	

(Sumber : Handoko, 1992: 14)

Tabel 2. Luas Penampang Kawat dan Arus Maksimal yang Mengalir

Luas penampang kawat tembaga (mm ²)	Maksimum arus (A)	Luas penampang kawat tembaga (mm ²)	Maksimum arus (A)
1	10	16	50
1,5	15	25	80
2,5	20	35	100
4	25	50	125
6	35	70	150
10	50	95	200

(Sumber : Yury, 1993: 23)

Perhitungan jarak penempatan LED dengan Photo Dioda

Dikarenakan dalam rangkaian ini tidak dilengkapi dengan pengatur kepekaan (potensiometer) maka untuk mengatur kepekaan sensor, penempatan antara Led dan Photo dioda perlu diatur pula. Makin dekat jarak antara kedua komponen sensor tersebut, makin sedikit kepekaannya sehingga lampu baru menyala setelah dilalui kabut yang tebal. Begitu juga sebaliknya, makin jauh penempatan LED dan photo dioda makin tinggi kepekaannya dalam menerima stimulus. Sehingga lampu sudah menyala meski kabut belum terlalu tebal.

Berdasarkan hasil pengetesan, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil pengetesan jarak LED & photodioda.

Percobaan ke	Jarak	Ketebalan kabut	Hasil
1	1,5 cm	Sedang	Tidak Menyala
2	2,5 cm	Tebal	Tidak Menyala
3	4,5 cm	Tebal	Menyala

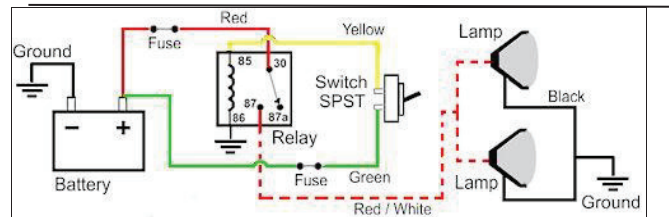
Hasil dari pengujian yang kita lakukan untuk pemasangan jarak LED dan photodiode dapat disimpulkan bahwa ketebalan kabut dan jarak (dalam cm) sangat berpengaruh terhadap kerja dari sensor. Jika jarak pemasangan antara LED dan photodiode terlalu dekat maka sensor tidak mampu bekerja meskipun kabut yang melewati sensor tebal, hal ini dikarenakan sinar dari LED yang terpancar ke photodiode terlalu kuat.

Desain Rangkaian Kelistrikan Lampu Kabut Manual dan Otomatis

Rangkaian Manual

Rangkaian lampu kabut manual ini hanya terdiri dari komponen-komponen seperti, baterai, saklar lampu kabut, relay dan lampu kabut kanan kiri.

Rangkaiannya sebagai berikut :

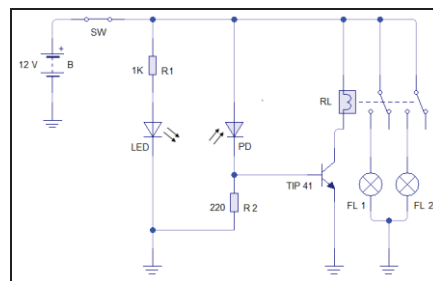


Gambar 1. Rangkaian Lampu Kabut Manual

Cara kerja dari rangkaian lampu kabut manual : saat saklar lampu kabut di on kan, arus mengalir dari positif baterai ke saklar, diteruskan ke relay, masuk ke terminal 85 (kumparan akan berubah menjadi magnet sehingga 87a akan tertarik terhubung dengan terminal 87 kemudian arus keluar dari terminal 87 diteruskan ke lampu sehingga lampu kabut menyala.

Rangkaian Otomatis

Dalam rangkaian lampu kabut otomatis berbeda dengan yang manual, karena pada rangkaian otomatis terdapat sensor yang dapat mengendalikan nyala dan matinya lampu sesuai keadaan lingkungan jalan (berkabut atau tidak).



Gambar 2. Rangkaian Lampu Kabut Otomatis

Dimana B adalah baterai 12 Volt 60 Ah, SW adalah saklar, R₁ adalah resistor 1000 Ω , R₂ adalah resistor 220 Ω , LED adalah LED, PD adalah photo diode, TIP 41 adalah transistor TIP 41, RL adalah relay 8 pin, FL₁ adalah fog lamp 1, dan FL₂ adalah fog lamp 2.

Cara kerja dari rangkaian lampu kabut otomatis :

Arus dari baterai masuk melewati saklar (kondisi ON), kemudian masuk ke resistor (R₁), photodiode, terminal positif relay. Arus dari baterai yang masuk dari R₁ diteruskan ke LED dan ke ground, sehingga lampu LED menyala (memancarkan sinar). Kemudian arus dari baterai yang masuk ke photodiode tidak bisa diteruskan ke ground karena LED sebagai transmitter masih menyala dan sinar dari LED masih diterima oleh photodiode sebagai receiver. Pada saat jarak antara LED dan photodiode terlewat kabut (asap) maka sinar LED yang memancar ke photodiode terhalang, sehingga photodiode bekerja dan meneruskan arus ke transistor, ke resistor (R₂) kemudian ke ground. Transistor TIP 41 menerima arus dari photodiode sehingga arus diteruskan ke ground dan relay, disini fungsinya hampir sama dengan saklar. Relay bekerja karena arus positif dan negative bertemu sehingga kumparan yang terdapat di dalam relay teraliri listrik sehingga berubah menjadi magnet dan menarik saklar yang terdapat di dalam relay. Saat itu arus positif terhubung dengan beban (lampu kabut) yang dipasang secara paralel dan menyalakan lampu kabut.

Hasil Pengujian Alat dengan Simulasi Kabut

Untuk menguji coba alat ini, perancang memilih alternatif sebagai pengganti kabut yaitu CO₂ padat (*dry ice*). CO₂ padat adalah karbon dioksida yang dipadatkan. Bahan ini dipilih karena setelah direaksikan dengan air akan membentuk kabut putih yang sifatnya hampir sama dengan kabut yang tercipta karena kondisi cuaca.

Adapun reaksi kimia yang terbentuk adalah



CO₂ padat adalah karbon dioksida yang dipadatkan (*dry ice*), sifat CO₂ ini sangat dingin melebihi suhu dingin es (-78 °C). Maka jika direaksikan dengan air suhunya akan naik, jauh lebih cepat dan juga akan melepaskan CO₂ gas yg suhunya masih cukup rendah untuk mengkondensasikan uap air di sekitarnya. Uap air yang terkondensasi tersebut biasa kita sebut kabut atau istilah ilmiahnya aerosol.

Dikarenakan dalam rangkaian ini tidak dilengkapi dengan pengatur kepekaan (potensiometer) maka untuk mengatur kepekaan sensor, penempatan antara Led dan Photo dioda perlu diatur. Makin dekat jarak antara kedua komponen sensor tersebut, makin sedikit kepekaannya sehingga lampu baru menyala setelah dilalui kabut yang tebal. Begitu juga sebaliknya, makin jauh penempatan LED dan photo dioda makin tinggi kepekaannya dalam menerima stimulus. Sehingga lampu sudah menyala meski kabut belum terlalu tebal. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil pengujian jarak LED & photodioda

Percobaan ke	Jarak	Ketebalan kabut	Hasil
1	1,5 cm	Sedang	Tidak Menyala
2	2,5 cm	Tebal	Tidak Menyala
3	4,5 cm	Tebal	Menyala

Hasil dari pengujian untuk pemasangan jarak LED dan photodioda dapat disimpulkan bahwa ketebalan kabut dan jarak (dalam cm) sangat berpengaruh terhadap kerja dari sensor. Jika jarak pemasangan antara LED dan photodioda terlalu dekat maka sensor tidak mampu bekerja meskipun kabut yang melewati sensor tebal, hal ini dikarenakan sinar dari LED yang terpancar ke photodioda terlalu kuat. Dengan demikian jarak yang paling efisien untuk pemasangan sensor adalah 4,5 cm.

3. Kesimpulan

Hasil desain perancangan fog lamp otomatis dengan substitusi sensor cahaya (LED dan Photo dioda) ini hanya membutuhkan komponen-komponen dengan harga yang murah dan mudah di dapat namun mampu memberikan manfaat bagi pengendara khususnya memudahkan menghidupkan dan mematikan fog lamp secara otomatis sehingga dapat meminimalisir kecelakaan akibat penyalahgunaan penggunaan fog lamp. Dengan demikian fog lamp otomatis ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif penunjang faktor keamanan bagi pengguna kendaraan. Agar pemanfaatan fog lamp otomatis ini lebih efektif dan efisien maka penggunaannya dapat diaplikasikan pada semua jenis kendaraan yang dilengkapi fog lamp.

4. Daftar Referensi

- [8] M. Rudi dan K.A. Sulaiman. 1976. *Buku Teknik Radio-Transistor*. Bandung: Carya Remadja.
- [9] Handoko, Andry Y. 1992. *Inti Elektronika*. Solo: C.V.Aneka
- [10] D. Yury, Rm. Francis. 1993. *Kursus Lengkap Elektronika Tanpa Guru*. Pekalongan: C.V.Bahagia.
- [11] S.M. Santosa. 1983. *Elektronika Bagi Pemula*. Bogor:Nur Cahaya.