



JURNAL SUTET

Volume 6 - Nomor 2

Juni - Desember 2016

ISSN : 2356-1505

PEMBATAS KECEPATAN MAKSIMUM PADA KENDARAAN MENGGUNAKAN RPM MOTOR DC DENGAN SISTEM PERINGATAN SMS

Syarif Hidayat; M. Iqbal Harish

PELAKSANAAN MANAJEMEN PEMELIHARAAN GARDU DISTRIBUSI

Nurmiati Pasra; Permata Putri Ruswandi

PERBANDINGAN EFISIENSI ENERGI DAN BIAYA PADA KOMPOR INDUKSI TERHADAP KOMPOR LISTRIK DAN KOMPOR GAS

Aas Wasri Hasanah; Oktaria Handayani

IMPLEMENTASI DAN PENGUKURAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI JAKARTA DAN SEKITARNYA

Muchamad Nur Qosim

PENGELOLAAN MANAJEMEN RESIKO DI TENGAH PERUBAHAN MODEL BISNIS TELEKOMUNIKASI

Firman Fauzi

STUDI KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK AKIBAT PENGARUH *DISTRIBUTED GENERATION* (DG)

Christine Widyastuti

PENGUJIAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TIGA FASA

Novi Gusti Pahiyanti; Sigit Sukmajati

FILAMEN LAMPU INCANDESCENT SEBAGAI DETEKSI KEBOCORAN ALIRAN UDARA

Tasdik Darmana; Dery Risky



9 772356 150005

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

JURNAL SUTET

VOL. 6

NO. 2

HAL. 1-70

JUNI - DESEMBER 2016

ISSN : 2356-1505

FILAMEN LAMPU INCANDESCENT SEBAGAI DETEKSI KEBOCORAN ALIRAN UDARA

Tasdik Darmana¹, Dery Risky²

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta.

email : 1tdarmana@gmail.com

Abstract : *Incandescent filament in an incandescent lamp is a prisoner in the form of wire. When electrified, the filaments become very hot, ranging from 2800 degrees Kelvin up to a maximum of 3700 degrees Kelvin. This causes the light emitted by incandescent bulbs is usually a reddish yellow. At extremely high temperatures that the filaments began to produce light at wavelengths that are invisible.*

If the filament by the air flow will cause a change in resistance value. If there is no air flow, the filament resistance value will be low. If there is airflow, the filament resistance will change vary. Variations caused by differences in heat resistance filament. Resistance variations also affect the voltage variation that passes through the filament. The voltage variation will be processed by the Op-Amp and displayed by LEDs

Keyword : *Filamen, Incandescent, Op-Amp, LED*

Abstrak : *Filamen pada sebuah lampu pijar incandescent adalah sebuah tahanan berupa kawat. Saat dialiri arus listrik, filamen tersebut menjadi sangat panas, berkisar antara 2800 derajat Kelvin hingga maksimum 3700 derajat Kelvin. Ini menyebabkan cahaya yang dipancarkan oleh lampu pijar biasanya berwarna kuning kemerahan. Pada temperatur yang sangat tinggi itulah filamen mulai menghasilkan cahaya pada panjang gelombang yang kasatmata.*

Jika filament diberi aliran udara akan menyebabkan perubahan nilai tahanan. Jika tidak ada aliran udara, nilai resistansi filamen akan rendah. Jika terdapat aliran udara, resistansi filamen akan berubah bervariasi. Variasi resistansi disebabkan oleh perbedaan panas filamen. Variasi resistansi juga berpengaruh pada variasi tegangan yang melewati filamen tersebut. Variasi tegangan tersebut akan diproses oleh Op-Amp dan ditampilkan oleh LED.

Kata kunci : *Filamen, Incandescent, Op-Amp, LED.*

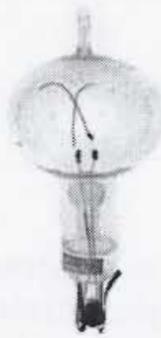
1. PENDAHULUAN

Lampu dalam perkembangannya saat ini menjadi salah satu media penerangan penting buatan manusia. Seiring dengan perubahan jaman, lampu telah mengalami banyak perubahan jika dibandingkan dengan awal penemuannya. Lampu pertama kali ditemukan pada tahun 1878 oleh Thomas Alva Edison dalam bentuk lampu pijar, penemuan tersebut berawal dari ide untuk membuat lampu dengan filamen yang terbuat dari platinum kemudian dialiri arus, dimana logam platinum tersebut sukar untuk teroksidasi dan mempunyai titik lebur yang tinggi.

Namun pada awal-awal percobaan, lampu tersebut padam setiap beberapa menit karena filamen tersebut mendapatkan panas yang berlebih dan terbakar akibat masih adanya kontak dengan udara luar.

Kemudian dari hasil eksperimen-eksperimen yang telah dilakukan dengan filamen platinum, Thomas Alva Edison menemukan bahwa pada filamen-filamen yang panas mengeluarkan gas yang terjebak didalam logam tersebut, sehingga diperlukan sebuah desain untuk membuat udara di sekitar filamen menjadi hampa udara agar tidak terjadi kontak antara gas yang dihasilkan oleh filamen dengan udara. Oleh karena itu

hingga saat ini lampu dibuat dengan konstruksi berbentuk ruang hampa udara.



Gambar 1. Lampu Pijar Edison

Secara umum konsep dasar dari sebuah lampu adalah salah satu bentuk pemanfaatan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari transfer energi baik yang bersifat fisik maupun kimiawi yang terjadi pada saat lampu menyala. Radiasi elektromagnetik tidak semuanya dapat mudah terlihat oleh mata manusia, untuk menghasilkan radiasi elektromagnetik yang dapat terlihat oleh manusia dengan mata telanjang tanpa bantuan apa pun, dipilihlah radiasi dengan panjang gelombang antara 380 nm sampai dengan 780 nm, karena pada panjang gelombang inilah radiasi gelombang elektromagnetik lebih efisien untuk dapat diubah menjadi terlihat oleh manusia. Gelombang yang dapat terlihat oleh manusia itulah yang selanjutnya merupakan cahaya yang dihasilkan oleh lampu.

2. STUDI LITERATUR

Filamen

Filamen adalah katoda pada sebuah tabung elektron yang dipanaskan agar memancarkan elektron dengan mengalirkan arus elektrik secara langsung ke dalamnya. Untuk tabung-tabung daya rendah seperti yang digunakan dalam perangkat yang dioperasikan menggunakan baterai, katoda tersebut terbuat dari seutas kawat tipis yang membutuhkan arus sebesar 0.1 A pada tegangan 1.4 V atau 2 V dan diselaputi dengan oksida logam agar menghasilkan emisi elektron yang berlipat ganda pada temperatur rendah.

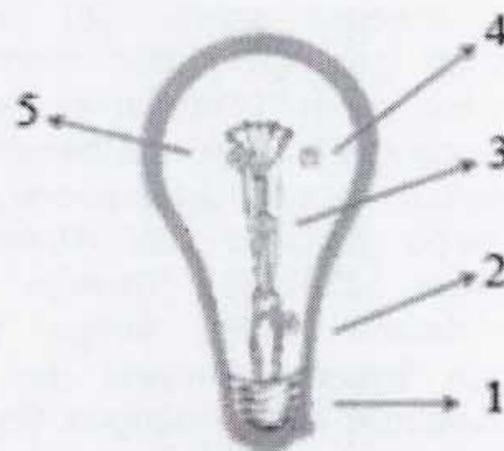
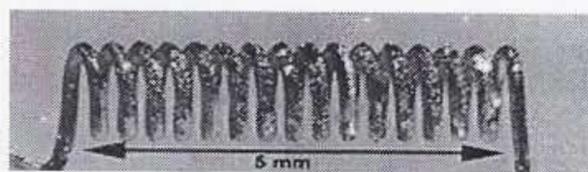
Untuk tabung-tabung daya tinggi seperti yang menggunakan sumber tegangan PLN, filamen yang digunakan

sering berupa pita yang memerlukan arus kira-kira 2 A pada tegangan 5 V. Untuk tabung-tabung pemancar daya tinggi, filamen terbuat dari tungsten murni atau campuran *tungsten-thorium* yang memerlukan arus hingga beberapa ratus ampere pada tegangan 30 V.

Lampu *Incandescent*

Lampu jenis *incandescent* ini lebih dikenal masyarakat dengan sebutan lampu DOP, termasuk juga lampu yang ditemukan oleh Thomas Alva Edison pertama kali. Jika lampu *incandescent* dialiri arus listrik, maka filamennya akan panas dan menghasilkan cahaya. Semakin panas filamen lampu tersebut maka akan semakin terang pula cahaya yang dipancarkan.

Dalam perkembangan, filament yang terbuat dari kawat dari tungsten lebih banyak dipakai sebagai standar lampu jenis ini karena warna yang dihasilkan putih hangat dan memiliki titik lebur yang tinggi dan mempunyai rata-rata nilai relativitas yang rendah pada keadaan suhu yang sangat tinggi. Hal yang harus diperhatikan pada lampu *incandescent* adalah dengan semakin bertambah evaporasi logam dari bahan pembentuk filamen tersebut. Filamen yang telah mengalami evaporasi mengakibatkan timbulnya bercak-bercak hitam pada dinding tabung lampu.



Gambar 2 Konstruksi Filamen dan Lampu *Incandescent*

Bagian Utama Lampu *Inca*descent

Pada setiap lampu *incandescent* terdiri atas beberapa bagian utama yakni :

1. *Brass Base* .
Pada bagian ini berfungsi sebagai tempat masuk lampu pada soket, bagian ini didesain agar tidak meleleh ataupun mengalami korosi akibat arus listrik yang mengalirinya.
2. *Filamen Stem Base*.
Bagian ini terbuat dari kaca yang berfungsi sebagai pembungkus dasar filamen kawat, sebagai isolator, serta sebagai pondasi berdirinya kawat filamen, kaca tersebut memiliki ketahanan panas yang tinggi dan tidak mudah pecah.
3. *Filamen Stem*.
Berfungsi sebagai penopang filamen kawat dan menjaga posisi filamen kawat sehingga dapat tetap tegak berdiri, sehingga performa kerja lampu tetap terjaga.
4. *Lamp Gases*.
Gas murni yang digunakan untuk mengisi ruang udara di dalam tabung kaca.
5. *Filamen Support*.
Pada bagian ini berfungsi sebagai penyangga filamen kawat agar tidak saling menyentuh antar bagian, terdiri atas lima sampai enam kawat penyangga.

Lampu LED (*Light Emitting Diodes*)

LED merupakan elektroluminasi yakni emisi cahaya yang disebabkan akibat interaksi dari sebuah medan listrik dengan benda yang *solid*, lampu LED ini dikembangkan sejak tahun 1962 ketika ditemukan bahwa hubungan *gallium arsenide* dibiaskan arah maju (*forward*). Elektroluminasi dari hubungan p-n identik dengan karakteristik silikon konvensional dan dioda germanium, ketika dibiaskan arah *forward*, beberapa dari energi disipasinya diubah dalam bentuk cahaya selain dalam bentuk panas.

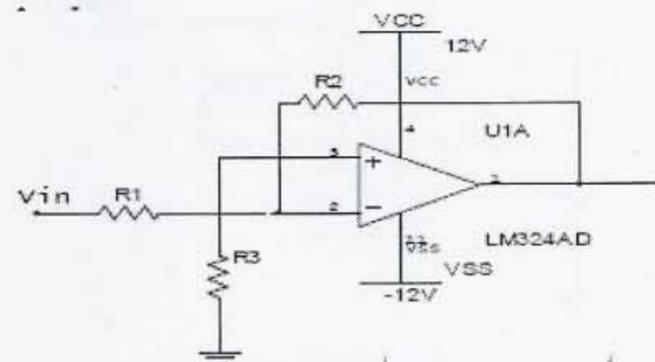
Pada umumnya lampu LED komersial yang ada berbahan dasar *gallium arsenide* dan *gallium phosphide*, lampu LED mempunyai karakter listrik

yang sama dengan dioda *rectifier*. Umumnya tegangan yang digunakan adalah 2 V, sedangkan arusnya 10 mA sifatnya *typical*, namun arus yang mengalir perlu dibatasi dengan resistor yang dirangkakan seri atau pengaturan besar arus yang mengalir masuk untuk menghindari peningkatan suhu yang berlebihan pada LED. Lampu LED menghasilkan titik radiasi cahaya yang sangat tinggi, sebagai perbandingan besar lumenisasi pada sebuah lampu LED komersial yang berwarna merah adalah 3500cd m^{-2} .

Untuk aplikasi lampu LED, salah satunya adalah sebagai lampu indikator pada berbagai peralatan elektronik, karena lampu LED ini selain memiliki masa kerja yang sangat lama, konsumsi arus yang dibutuhkan kecil.

Penguat Operasional (*Op-Amp*) Penguat Membalik (*Inverting Amplifier*)

Rangkaian dasar penguat membalik adalah seperti gambar 3. Keluaran dari rangkaian ini dibalik polaritasnya terhadap polaritas inputnya.



Gambar 3. *Inverting Amplifier*

Rangkaian op-amp akan memberikan penguatan loop tertutup sebesar $R2/R1$. Dengan demikian tegangan pada *output* adalah

$$V_{out} = - (R2/R1) \times V_{in} \dots \dots \dots (1)$$

Impedansi *input* rangkaian sama dengan $R1$, sedangkan lebar pita adalah sama dengan frekuensi penguatan satu dibagi satu ditambah penguatan loop tertutup. $R3$ ditambahkan dan harus dipilih nilainya sama dengan kombinasi parallel dari $R1$ dan $R2$ untuk memperkecil kesalahan tegangan offset

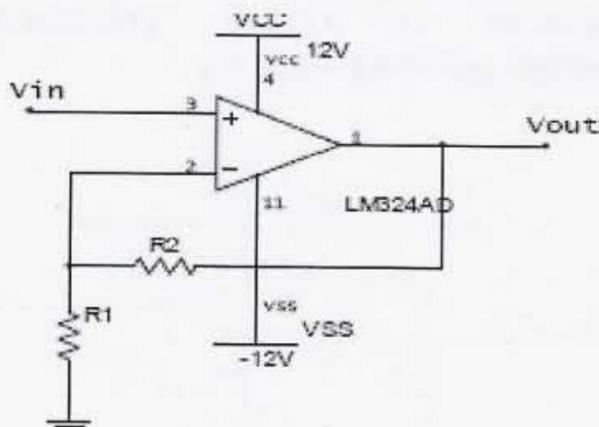
yang disebabkan pemberian arus bias pada *input*. Kesalahan tegangan *offset* pada *output* akan sebesar tegangan *offset* dikalikan penguatan *loop* tertutup.

Penguat Tak Membalik (*Non-Inverting Amplifier*)

Sebuah penguat impedansitak membalik ditunjukkan pada Gambar 4. Impedansi *input* rangkaian ini sangat besar dimana sama dengan impedansi antara *input-input* differensialnya dikalikan dengan penguatan *loop* (penguatan *loop* terbuka dibagi penguatan *loop* tertutup). Tegangan pada *output* tidak dibalik polaritasnya terhadap tegangan input. Rangkaian op-amp ini akan memberikan penguatan *loop* tertutup sebesar $R2/R1$ ditambah 1. Sehingga tegangan pada *output* adalah :

$$V_{out} = [R2/R1 + 1] \times V_{in} \dots\dots\dots (2)$$

Lebar pita 3 dB *loop* tertutup diberikan oleh frekuensi penguatan satu op-amp dibagi penguatan *loop* tertutup.

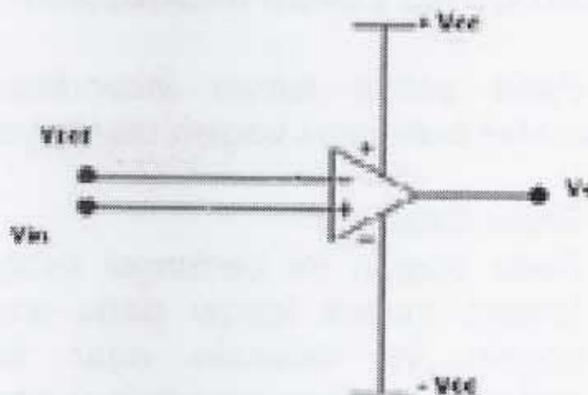


Gambar 4. *Non-Inverting Amplifier*

Pembandingan (*Comparator*)

Op amp sebagai komparator pada dasarnya merupakan rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi kondisi dimana sebuah sinyal yang berubah terhadap waktu telah mencapai nilai tegangan ambangnya (*threshold*).

Dari gambar 5 dibawah ini dapat dilihat bahwa konfigurasi *op-amp* yang digunakan adalah konfigurasi *loop* terbuka (tanpa umpan balik). Keluaran rangkaian akan bertransisi diantara keadaan-keadaan saturasinya pada saat sinyal masukan melampaui sebuah nilai tegangan yang sama dengan V_{ref} .



Gambar 5. komparator dengan op-amp

Komparator memiliki fungsi sebagai pembandingan dua buah nilai *input*. Komparator digunakan saat sinyal *analog* digunakan untuk memicu suatu kejadian. Komparator memiliki dua cara kerja yaitu *inverting* (-) dan *non-inverting* (+). Komparator memiliki *output* yaitu *low* atau *high*. Cara kerja komparator memiliki ketentuan sebagai berikut:

1. *Inverting* : $V- > V+ = Low$
 $V- \leq V+ = High$
2. *Non-inverting* : $V+ > V- = High$
 $V+ \leq V- = Low$

3. METODE PENELITIAN

Metode yang di gunakan pada penelitian ini adalah pendekatan "*one shot*" model, yaitu model pendekatan yang menggunakan satu kali pengumpulan data pada "suatu saat". Pemilihan pendekatan ini berdasarkan tujuan penelitian, waktu dan danayang tersedia, dimana tersedianya subjek penelitian sesuai dengan apa yang diinginkan

Adapun variabel yang digunakan dalam pengujian ini adalah Variabel Terikat, yaitu pada pengujian fungsi dari alat untuk mendeteksi adanya kebocoran aliran udara yang terjadi pada selang hawa dan kebocoran ban pada kendaraan, sedangkan Variabel Bebas pada pengujian ini ialah besarnya aliran udara yang bocor pada selang hawa dan kebocoran ban pada kendaraan.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan kendaraan *DAIHATSU FERROZZA* tahun 1997 dan pada deteksi kebocoran ban serta menggunakan alat ukur *Anemometer* bermerk *LUTORN* model *AM-4200* yang juga dilengkapi

Thermometer dengan udara, dimana anemometer ini memiliki spesifikasi untuk kecepatan pengukuran diantaranya :

Electrical specifications (28°C)

Tabel 1 Sfesifikasi Anemometer

Measurement	Range	Resolution	Accuracy
m/s	0,8–30,0 m/s	0,1 m/s	Full scale: (3%+2d)
Km/h	2,8–108 km/h	0,1 km/h	
Knots	1,6–58 knots	0,1 knots	
Ft/min (x100)	160–5900 ft/min	10 ft/min	



Gambar 6. Anemometer

Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan alat pada selang hawa kendaraan dilakukanlah beberapa tahap-an pelaksanaannya, yaitu:

1. Pengambilan Data Awal.
Dalam pengambilan data awal, hal pertama yang perlu dilakukan adalah menghidupkan mesin. Setelah mesin dihidupkan proses selanjutnya Mengambil data pengukuran kecepatan aliran udara yang melalui selang hawa mulai dari 0 RPM hingga 100 RPM.
2. Pengambilan Data Pengujian.
Dalam pengambilan data pengujian, hal pertama yang dilakukan menaikkan putaran mesin dan membuat lubang berdiameter 3 mm pada selang hawa. Kemudian dilakukan pengujian cara kerja alat untuk mengetahui apakah alat tersebut dapat bekerja dengan baik. Setelah alat dapat bekerja dengan baik dilakukanlah pengambilan data

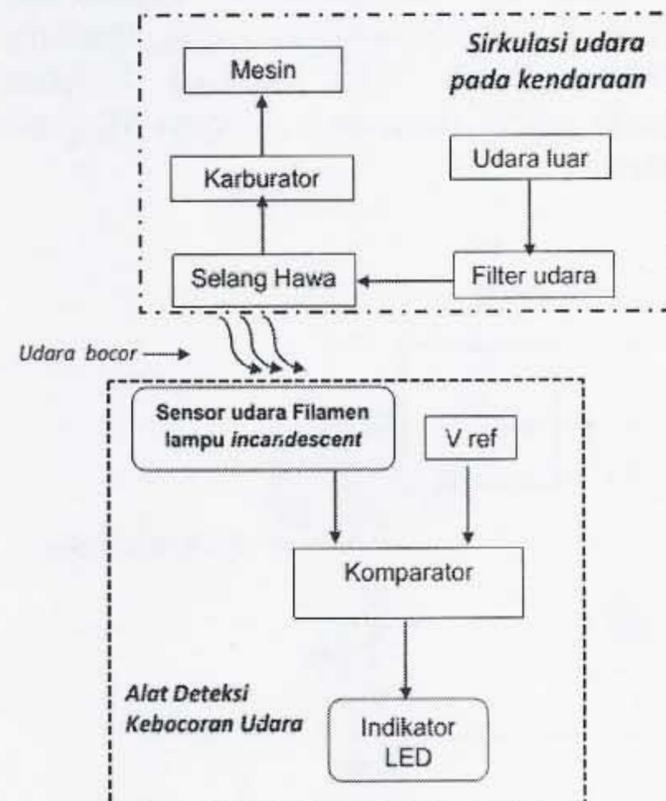
kecepatan aliran udara pada kendaraan. Semua data yang telah diambil dmasukn kedalam tabel data (*check sheet*).

3. Teknik Analisis Data..

Teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan teknik analisa diskriptif, teknik analisa ini untuk mengetahui hubungan pengaruh antara kecepatan aliran udara terhadapefektifitas kendaraan dan mengetahui seberapa besar pengaruh kecepatan aliran udara tersebutterhadap efektifitas alat pendeteksi kebocoran udara.

Pengujian hasil penelitian dilakukan secara terpisah persubsistem, dan kemudian dilakukan ke dalam sistem yang telah terintegrasi. Serta data rata – rata hasil pengujian efektifitas kecepatan aliran udara dengan putaran mesin mulai dari 0 RPM hingga 100 RPM.

Perencanaan Hardware



Gambar 7. Blok Diagram Deteksi Kebocoran Udara pada Kendaraan Bermotor

Filter Udara

Filter udara adalah komponen yang berfungsi menyaring udara bebas dari luar yang akan masuk ke ruang pembakaran agar selalu dalam keadaan bersih. Udara yang sudah disaring tadi kemudian menuju ke ruang pembakaran

bersamaan dengan bahan bakar. Dengan bercampurnya udara dengan bahan bakar, maka kedua zat ini berubah menjadi gas. Apabila udara yang masuk tadi bercampur dengan zat-zat padat dari luar, seperti debu, pasir atau kotoran-kotoran lainnya, maka tentunya akan berakibat fatal bagi kerja mesin motor, dimana akan berdampak piston, ring dan dinding silinder menjadi aus.

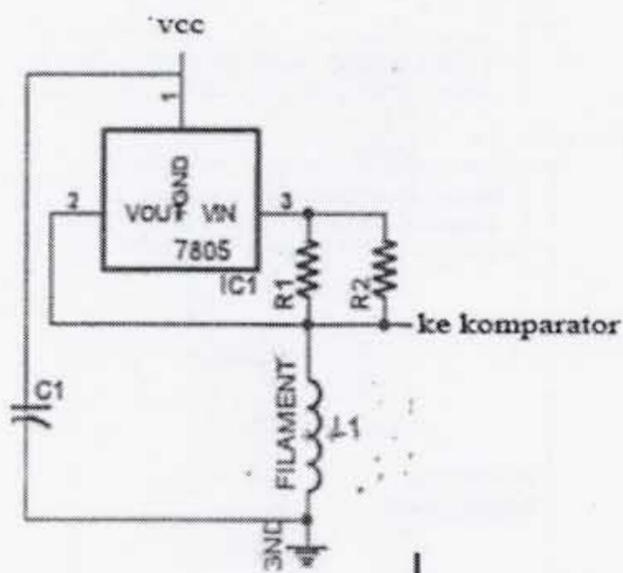
Karburator

Karburator berfungsi untuk mencampur bahan bakar dan udara dalam perbandingan yang tertentu sehingga menjadi gas pembakar yang dibutuhkan oleh mesin motor.

Filamen Incandescent

Fungsi dari filamen ini adalah sebagai alat pendeteksi aliran udara jika adanya kebocoran di selang hawa pada kendaraan, apabila terjadi kebocoran di selang hawa, maka pembakaran menjadi tidak sempurna pada kendaraan.

Pembakaran yang sempurna membutuhkan perbandingan bensin dan udara dalam percampuran gas, menurut teoritis adalah 1:15. Artinya 1 gram bensin harus dicampur dengan 15 gram udara.



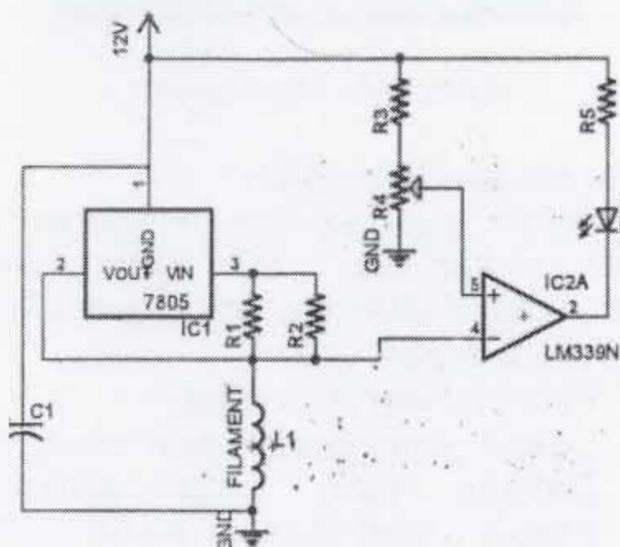
Gambar 8. Rangkaian Filamen sebagai sensor

Apabila perbandingan campurannya lebih dari 1:15 maka biasanya dikatakan campuran miskin contoh 1:18. Apabila perbandingan campuran kurang dari 1:15 maka dikatakan campuran kaya contoh 1:12. Didalam praktek pada

umumnya digunakan campuran kaya, ini untuk mendapatkan daya mesin yang lebih besar (boros mesin). Dan dengan sebaliknya apabila menghendaki bahan bakar yang ekonomis maka bisa digunakan campuran miskin. Untuk campuran miskin ini biasa digunakan pada mesin 4 tak karena gerakan motor ini tak secepat kerja motor 2 tak.

Perencanaan Sistem

Perancangan dari sistem ini pendeteksi aliran udara otomatis ketika filament lampu *incandescent* yang berfungsi sebagai sensor mendapat aliran udara dan akan mengakibatkan resistansi filament akan berubah / bervariasi. Jika tidak ada aliran udara, resistansi filamen akan rendah. Variasi resistansi disebabkan oleh perbedaan panas filamen. Variasi resistansi juga berpengaruh pada variasi tegangan yang melewati filamen tersebut. Variasi tegangan tersebut akan diproses oleh op-amp (LM339) dan ditampilkan oleh LED.



Gambar 9. skema rangkaian sistem

Ket Komponen – komponen :

1. LED : LED 5 mm
2. IC1 Volt regulator : LM 7805
3. Kapasitor Polar : $47 \mu\text{F}/15\text{V}$
4. Resistor R1 : 100Ω
5. Resistor R2 : 470Ω
6. Resistor R3 : $10\text{k}\Omega$
7. Potensiometer R4 : $100\text{k}\Omega$
8. Resistor R5 : $1\text{k}\Omega$
9. IC2 Op-Amp : LM339
10. Filamen lampu pijar
11. Catu daya/baterai 12 V

$$V = I.R \dots\dots\dots (1)$$

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

$$I = \frac{5V}{98\Omega} = 0,05A$$

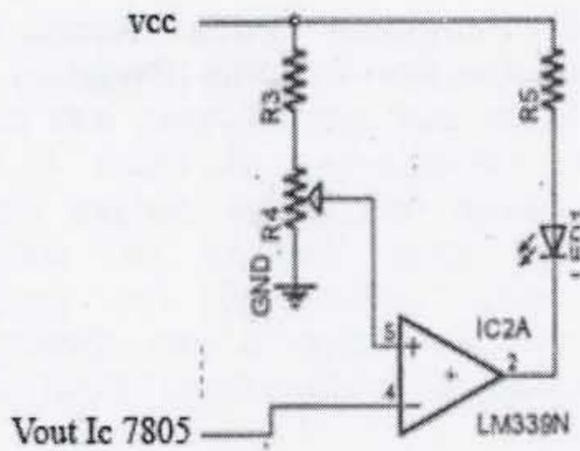
$$V_{ref} = \frac{R_F}{R1 // R2 + R_F} \times V_{in} \dots\dots\dots (3)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{98\Omega}{100\Omega // 470\Omega + 98M\Omega} \times 5V \\ &= 2,71V \end{aligned}$$

ket :

RF = Resistansi Filamen

Vin = Tegangan input IC LM 7805



Gambar 10. Skema rangkaian Op-Amp

$$V_5 = \frac{R_B}{R3 + R_A + R_B} \times V_{cc}$$

$$\begin{aligned} V_5 &= \frac{100K\Omega}{10K\Omega + 50K\Omega + 100K\Omega} \times 12V \\ &= 7,5V \end{aligned}$$

ket:

RA dan RB = Resistansi pada potensiometer
Vcc = Tegangan input pada baterai 12 V

Perbandingan antara tegangan Filamen dan tegangan Op-Amp adalah :

$$V_{Ref}: V_5 = 2,71V : 7,5V$$

Pada saat potensiometer R₄ diatur 70 KΩ (filamen stabil), maka tegangan di V₅ adalah:

$$V_5 = \frac{R_4}{R3 + R_4} \times V_{cc} \dots\dots\dots (4)$$

$$\begin{aligned} V_5 &= \frac{70K\Omega}{10K\Omega + 70K\Omega} \times 12V \\ &= 10,5V \end{aligned}$$

Pada saat potensiometer R₄ diatur 20,18 KΩ (filamen sensitive) maka tegangan di V₅ adalah :

$$V_5 = \frac{R_4}{R3 + R_4} \times V_{cc} \dots\dots\dots (5)$$

$$V_5 = \frac{20K\Omega}{10K\Omega + 20K\Omega} \times 12V = 8V$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian hasil penelitian dilakukan pada 3 (tiga) kondisi, yaitu : pada kondisi kendaraan statis (tidak berjalan), kondisi kendaraan dinamis (jalan), dan pengujian ban kendaraan yang bocor.

Hasil Pengujian Pada Kendaraan Dalam Keadaan statis (tidak berjalan).

Pengujian dilakukan pada selang hawa kendaraan dengan diameter kebocoran selang hawa 3 mm dan suhu ruangan 27°C dan dilakukan sebanyak dua kali. Dengan menggunakan alat bantu *Instrument Anemometer*.

Pengujian Pertama Potensiometer R₄ diatur 73 kΩ

Tabel 2 pengujian pertama

No	r/min	m/s	m/s (out)	Tampilan pada LED					
				10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
1	0	0,5	0,3	LED Bekedip	LED Bekedip	LED Menyala	LED Menyala	LED Menyala	LED Menyala
2	1000	0,9	0,5	LED padam	LED Bekedip	LED Bekedip	LED Menyala	LED Menyala	LED Menyala
3	2000	1,4	1,0	LED padam	LED padam	LED Bekedip	LED Bekedip	LED Menyala	LED Menyala
4	3000	2,1	1,5	LED padam	LED padam	LED padam	LED Bekedip	LED Bekedip	LED Bekedip
5	4000	2,6	2,0	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED Bekedip	LED Bekedip
6	5000	3,8	3,4	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam
7	6000	4,6	4,0	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam
8	7000	-	-						
9	8000	-	-						

Keterangan kolom:

1. Kecepatan speedometer.
2. Kecepatan aliran udara yang masuk ke selang hawa.
3. Kecepatan aliran udara bocor yang keluar dari selang hawa.

Keterangan tabel:

- LED berkedip atau padam : Alat mendeteksi
- LED menyala : Alat tidak mendeteksi

Dari data yang diperoleh maka dapat dianalisa sebagai berikut:

- Pada saat potensiometer R_4 diaatur 73 K Ω , maka filamen mulai mendeteksi pada saat aliran udara 0,3 m/s dan LED akan padam total (jarak 10 cm – 60 cm) saat aliran udara mencapai 3,4 m/s.
- Semakin besar aliran udara yang mengenai filamen, maka akan mempengaruhi resistansi pada filamen tersebut. Dimana resistansi filamen akan menjadi lebih besar.
- Faktor lingkungan dapat mempengaruhi hasil data yang diperoleh.

Pengujian Kedua Potensiometer R_4 diatur 20,18 k Ω ,

Tabel 3 pengujian kedua

No	1 r/min	2 m/s	2 m/s (out)	4 Tampilan pada LED					
				10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
1	0	0,5	0,3	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED Berkedip	LED Berkedip
2	1000	0,9	0,5	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED Berkedip	LED Berkedip
3	2000	1,4	1,0	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED Berkedip
4	3000	2,1	1,5	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam
5	4000	2,6	2,0	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam
6	5000	3,8	3,4	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam
7	6000	4,6	4,0	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam	LED padam
8	7000	-	-						
9	8000	-	-						

Keterangan kolom:

1. Kecepatan speedometer.
2. Kecepatan aliran udara yang masuk ke selang hawa.
3. Kecepatan aliran udara bocor yang keluar dari selang hawa.

Keterangan tabel:

- LED berkedip atau padam : Alat mendeteksi
- LED menyala : Alat tidak mendeteksi

Dari data yang diperoleh maka dapat dianalisa sebagai berikut:

- Pada saat potensiometer R_4 diaatur 20,18 K Ω filamen akan menjadi lebih sensitive saat terkena udara, maka filamen akan mendeteksi pada saat aliran udara 0,3 m/s dan LED akan padam pada jarak 10 cm, dan akan mengalami padam total (jarak 10 cm – 60 cm) pada 1,5 m/s
- Semakin besar aliran udara yang mengenai filamen, maka akan mempengaruhi resistansi pada filamen tersebut. Dimana resistansi filamen akan menjadi lebih besar.
- Faktor lingkungan dapat mempengaruhi hasil data yang diperoleh.

Hasil Pengujian Pada Kendaraan Dalam Keadaan Dinamis (Berjalan).

Pada saat pemasangan alat pada mobil, potensiometer R_4 diatur 73 K Ω agar dapat mendeteksi dengan stabil. Dimana jarak filamen ke sumber kebocoran adalah 25 cm dengan diameter kebocoran 3 mm. Sehingga hasil yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian pada kendaraan

no	RPM kendaraan	Jarak Kebocoran	Deteksi	Tidak deteksi
1	0	25 cm	-	LED Menyala
2	10	25 cm	LED Berkedip	-
3	20	25 cm	LED Berkedip	-
4	30	25 cm	LED Berkedip	-
5	40	25 cm	LED Berkedip	-
6	50	25 cm	LED Berkedip	-
7	60	25 cm	LED Berkedip	-
8	70	25 cm	LED Berkedip	-
9	80	25 cm	LED Padam	-
10	90	25 cm	LED Padam	-
11	100	25 cm	LED Padam	-

Dari data yang diperoleh maka dapat dianalisa sebagai berikut:

- Jarak sumber kebocoran ke filamen adalah 25 cm dan diameter

- kebocoran adalah 3 mm, dimana alat mulai mendeteksi kebocoran pada saat 10 RPM, dengan kecepatan udara $\pm 0,5$ m/s.
- b. Faktor lingkungan dapat mempengaruhi hasil data yang diperoleh. Efek yang terjadi apabila kurangnya udara di dalam ruang bakar adalah Akselerasi (proses kecepatan) mobil menjadi kurang baik, sehingga mobil berjalan dengan tersendat – sendat. Dan terjadinya pemborosan pada bahan bakar.

Hasil Pengujian Pada Kebocoran Ban Mobil

Pada saat melakukan pengujian pada ban bocor, potensiometer R_4 diatur 20,18 K Ω , agar filamen menjadi lebih sensitive dan dapat mendeteksi kebocoran dengan baik. Dimana diameter kebocoran ban 0,1 mm (bocor rambut/halus), dan LED pada rangkaian mulai berkedip saat filamen mengenai sumber kebocoran, sehingga kebocoran tersebut mengakibatkan udara dari dalam ban keluar melalui titik kebocoran yang mengakibatkan terjadinya aliran udara $\pm 0,1$ m/s. Alat dapat mendeteksi kebocoran dengan jarak ± 10 cm dari filamen ke sumber kebocoran, hasil dapat dilihat dari gambar dibawah ini.



Gambar 11. Pengujian Pada Ban

Dari data yang diperoleh maka dapat dianalisa sebagai berikut:

- Jarak antara filamen dengan sumber kebocoran ± 10 cm agar alat dapat mendeteksi kebocoran dengan baik.
- Sensitivitas filamen ditentukan oleh besarnya nilai potensiometer R_4 sebesar 20,18 K Ω untuk mendeteksi kebocoran udara pada ban.
- Filamen diputar mengelilingi ban secara perlahan.

- Apabila filamen mendeteksi titik kebocoran pada ban, maka LED pada rangkaian akan berkedip.
- Faktor lingkungan dapat mempengaruhi saat pengujian dilakukan.

Perubahan Resistansi Pada Filamen

Resistansi filamen dapat berubah apabila terkena aliran udara, perubahan resistansi filamen dapat dilihat pada table 5

Tabel 5 Perubahan resistansi filamen

NO	Kecepatan Aliran Udara	Resistansi Filamen	Tegangan Referensi $V_{ref} = \frac{R_F}{R_1 // R_2 + R_F} \times V_{in}$	Arus $I = \frac{V}{R}$
1	0,1 m/s	5,3 M Ω	4,99 Volt	$9,41 \times 10^{-8}$ Ampere
2	0,5 m/s	5,5 M Ω	4,99 Volt	$9,07 \times 10^{-8}$ Ampere
3	1,0 m/s	6,2 M Ω	4,99 Volt	$8,04 \times 10^{-8}$ Ampere
4	1,5 m/s	6,5 M Ω	4,99 Volt	$7,67 \times 10^{-8}$ Ampere
5	2,0 m/s	8,2 M Ω	4,99 Volt	$6,08 \times 10^{-8}$ Ampere
6	3,4 m/s	10,2 M Ω	4,99 Volt	$4,89 \times 10^{-8}$ Ampere
7	4,0 m/s	14,3 M Ω	4,99 Volt	$3,48 \times 10^{-8}$ Ampere

Dari data yang diperoleh maka dapat dianalisa sebagai berikut:

- Resistansi pada filamen dapat berubah secara bervariasi, hal ini diakibatkan karena filamen terkena udara, semakin kuat aliran udara yang mengenai filamen, semakin besar pula perubahan resistansi pada filamen tersebut.
- Berapapun perubahan resistansi pada filamen, tegangan referensi tetap terjaga 4,99 volt.
- Faktor lingkungan dapat mempengaruhi hasil data yang diperoleh saat mengambil data perubahan resistansi pada filamen.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan tentang sistem kerja alat pendeteksi aliran udara otomatis menggunakan filament lampu incandescent, yaitu sebagai berikut:

- Kecepatan aliran udara yang menyentuh filament lampu

- incandescent* berbanding lurus dengan perubahan nilai tahanan pada filament tersebut.
2. Jarak maksimum *filament* dengan tempat kebocoran adalah 25 cm.
 3. Perubahan resistansi filamen diakibatkan karena adanya perubahan suhu disekitar filamen yang disebabkan oleh udara.
 4. Saat filamen mendeteksi adanya aliran udara, maka *LED* akan berkepid ataupun padam, tergantung kuatnya aliran udara yang mengalir menuju filamen.

Faktor lingkungan dapat mempengaruhi hasil data yang diperoleh saat pengambilan data, sehingga hasil menjadi tidak akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nela Park, Cleveland, 12 Juli 1964, *Incandescent Lamps, Publication Number TP-110*, General Electric Company.
- [2] Gayakwad, Ramakanta A, 1987, *Op-Amps Linear Integrated Circuit Technology*, New Delhi; Prentice-Hall of India.
- [3] "buylighting.com: Incandescent Light Bulbs". Diakses pada 23 April 2016.
- [4] "Phase-out of inefficient incandescent light bulbs". Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. Diakses pada 10 April 2016.