

PERBANDINGAN KINERJA SISTEM LAMPU KEPALA MODEL KONTROL ARUS DAN KONTROL MASSA DENGAN VARIASI LAMPU HALOGEN DAN LED

Muhammad Ikhwan Rifqi

*Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Semarang,
Semarang, Indonesia*

Email: Muhammad.ikhwan.r@students.unnes.ac.id

Dwi Widjanarko

*Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Semarang,
Semarang, Indonesia*

Email: dwi2_oto@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Sistem penerangan lampu kepala merupakan bagian dari sistem kelistrikan pada kendaraan. Lampu yang banyak digunakan dalam kendaraan yaitu jenis Halogen dan LED, sistem pengendali yang digunakan ada dua jenis yaitu sistem pengendali negatif dan positif. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan kinerja dari sistem kendali positif dan negatif pada lampu Halogen dan LED berupa arus, tegangan, daya, dan intensitas cahaya lampu. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan penghitungan daya untuk menentukan daya pada lampu. Pengujian dilakukan dengan rangkaian pengendali negatif dan positif, masing-masing menggunakan lampu Halogen dan LED dan dilakukan sebanyak 3 kali percobaan pada masing-masing rangkaian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa arus listrik pada lampu Halogen 460% lebih besar dibanding pada lampu LED. Tegangan pada Lampu LED 23% lebih besar dibanding lampu Halogen Intensitas cahaya pada lampu LED jarak jauh 141,14% lebih besar dibanding pada lampu Halogen, pada mode jarak dekat intensitas cahaya lampu LED 363% lebih dibanding pada lampu Halogen. Daya listrik pada lampu Halogen lebih besar 353 % dibanding daya listrik pada lampu LED..

Keywords: *Rangkaian, halogen, LED, arus, tegangan, daya listrik, kuat cahaya*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada era modern ini semakin cepat sehingga mendorong manusia untuk terus mempelajari ilmu pengetahuan dan teknologi. Perkembangan ilmu pengetahuan yang semakin pesat ini juga terjadi pada sektor

otomotif. Pada bidang otomotif ditunjukkan dengan semakin banyaknya kendaraan yang beredar di pasaran. Salah satu kendaraan yang cepat, praktis, dan efisien pada masa sekarang adalah mobil.

Mobil yang beredar pada zaman modern seperti sekarang ini telah mengalami berbagai pengembangan dan penyempurnaan. Hal ini ditunjukkan dengan produsen mobil yang terus melakukan pengembangan baik dalam segi desain maupun teknologi. Mobil yang beredar di pasaran saat ini telah dilengkapi dengan berbagai sistem penunjang kenyamanan dan keamanan bagi pengendara dalam berkendara. Salah satu pengembangannya yaitu pada sistem kelistrikan body.

LED (Light Emitting Diode) saat ini telah banyak digunakan pada lampu sinyal lalu lintas dan lampu indikator pada kendaraan. Lampu LED memiliki efektivitas paling baik dibandingkan jenis lampu fluorescent dan lampu pijar, karena memiliki tingkat pembuangan energi yang paling kecil dengan efisiensi rata-rata 32%. Keunggulan LED dibanding lampu fluorescent adalah ramah lingkungan, cahaya tajam, umur panjang, dan harga yang murah (Agam dan Prihandono. 2015: 384-388). Kelebihan lampu LED yaitu memiliki usia pakai yang panjang lebih dari 30 ribu jam pemakaian. LED juga merupakan perangkat keras (solid-state component) sehingga memiliki ketahanan yang lebih unggul. Tetapi LED sensitif terhadap suhu tinggi, suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan gangguan elektrik pada LED (atmaja et al. 2016 : 61), sehingga Umumnya pada lampu LED memiliki sistem pendingin hardware yaitu heat sink module, perangkat ini dibuat khusus untuk lampu LED untuk menjaga suhu di bawah 125°C untuk suhu lingkungan 40 °C (Singh et al.2020 : 2). Lampu LED memiliki konsumsi daya yang lebih kecil dan tingkat kehilangan panas yang lebih kecil untuk tingkat pencahayaan yang sama dibanding dengan lampu pijar (Matvoz dan Maksić (2012 : 320), . Lampu LED dengan daya 2 – 4W dapat menghasilkan cahaya terarah yang nilainya setara dengan lampu halogen dengan daya 20 W (Ayan dan Turkay. 2017 : 116 – 120).

Dalam penelitian Usman dan Akhmadi (2021 : 32 – 36) intensitas cahaya lampu dengan menggunakan alat Lux meter dengan jarak 1 meter dari reflektor intensitas cahaya yang paling baik setelah proses pengujian yaitu lampu Halogen dengan rata-rata 2213,97 Lux, lampu

LED dengan rata-rata 1150 Lux, sedangkan lampu pijar menghasilkan intensitas cahaya dengan rata-rata 1073,9 Lux. Perbandingan arus yang dibutuhkan dengan hasil intensitas cahaya yang baik adalah lampu LED osram yaitu dengan arus yang dibutuhkan sebesar 0,44 A dengan intensitas cahaya yang dihasilkan yaitu 2200,2 Lux.

Pada Penelitian Isnaini, Wirman, dan Wardhana (2015 : 135-142) intensitas cahaya terbesar adalah lampu LED sebesar 106200 Lux (jarak 0 cm) dan 176 Lux (jarak 100 cm). Lampu LED juga menghasilkan panas terkecil yaitu sebesar 36oC sedangkan lampu pijar menghasilkan panas sebesar 170 °C.

Sistem kelistrikan body adalah sistem yang ada pada kendaraan yang berfungsi untuk menerangi dan memberi isyarat pada kendaraan tersebut maupun kendaraan lain. Dalam kelistrikan body terdapat beberapa sistem, antara lain sistem lampu kepala, sistem lampu kota dan lain-lain (Jama dan Wagino. 2008:85). Dalam sistem penerangan terdapat beberapa komponen penting yaitu : Baterai, merupakan sumber arus searah atau DC (direct current) , Kunci kontak digunakan sebagai saklar utama untuk menghubungkan semua sistem kelistrikan, saklar kombinasi, Relay merupakan komponen yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan arus secara elektrik, Kabel penghubung berfungsi untuk menghubungkan komponen ke komponen lainnya pada suatu rangkaian (Apriyanto. 2015:105-106), Sekering berfungsi sebagai pengaman dan pembatas rangkaian agar aman dan tidak terjadi kerusakan pada saat rangkaian kelebihan arus, sehingga kestabilan arus pada rangkaian akan lebih baik (Daszczyński et al. 2020 : 751), Lampu kepala berfungsi untuk menerangi jalan pada saat berkendara yang dilengkapi lampu dekat dan lampu jauh dan dioperasikan menggunakan saklar kombinasi (Toyota Motor Astra, 1995:6-49).

Setiap sistem kelistrikan body mobil memiliki rangkaian kelistrikan yang berbeda. Pada sistem kelistrikan terdapat dua jenis sistem pengendali, yaitu sistem kendali positif atau sistem kontrol arus dan sistem kendali negatif atau sistem kontrol massa. Pada kedua jenis

pengendali tersebut terdapat perbedaan, pada sistem kendali positif atau sistem kontrol arus posisi pemutus arus atau

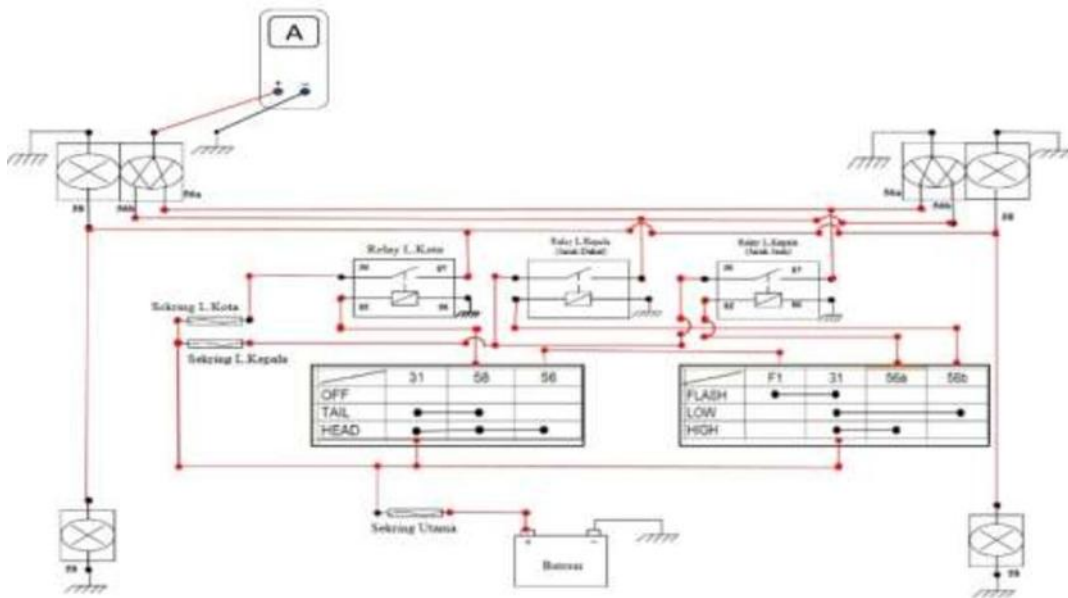
METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen. Metode eksperimen adalah metode yang bertujuan untuk meneliti pengaruh dari suatu perlakuan tertentu terhadap gejala suatu variabel tertentu dibanding dengan variabel lain yang menggunakan perlakuan berbeda (Ramdhan. 2021: 6).

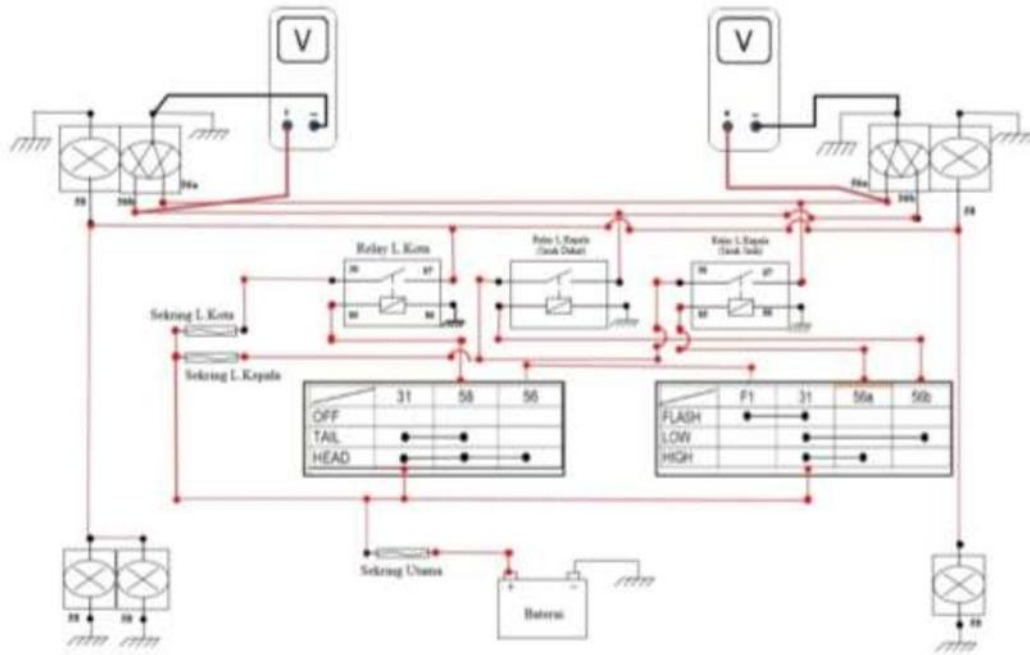
Percobaan yang dilakukan pada penelitian ini ada empat yaitu: percobaan rangkaian lampu kepala kendali positif dengan variasi lampu Halogen, percobaan rangkaian lampu kepala kendali positif dengan variasi lampu LED, percobaan rangkaian lampu kepala kendali negatif dengan variasi lampu Halogen, percobaan rangkaian lampu kepala kendali negatif dengan variasi lampu LED. Switch terletak di jalur positif rangkaian yang menuju beban seperti, lampu kepala, lampu kota, lampu hazard, dan lain-lain. Pada sistem kendali negatif atau kontrol massa posisi pemutus dan penghubung arus terletak di jalur negatif sebelum massa atau negatif baterai.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan kinerja dari sistem kendali positif dan negatif pada lampu Halogen dan LED berupa arus, tegangan, daya, dan intensitas cahaya lampu. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu multimeter tipe ERZEN DT 9205A sumber tegangan 9V baterai, yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik dan besar tegangan listrik yang mengalir pada lampu, Lux meter dengan tipe Smart Sensor AS803, rentang pengukuran 0-200.000 Lux, sumber tegangan 1,5 volt. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah baterai 12 V, alat peraga sistem penerangan, lampu kepala halogen bertipe Super Bright Halogen lamp 12V 60/55W P43T, dan lampu LED bertipe TaffLED C6 H4 COB dengan daya 36 watt dengan sumber tegangan 12 volt.

Proses pengukuran arus dan tegangan dilakukan menggunakan multimeter yang di rangkaian pada rangkaian seperti gambar berikut:



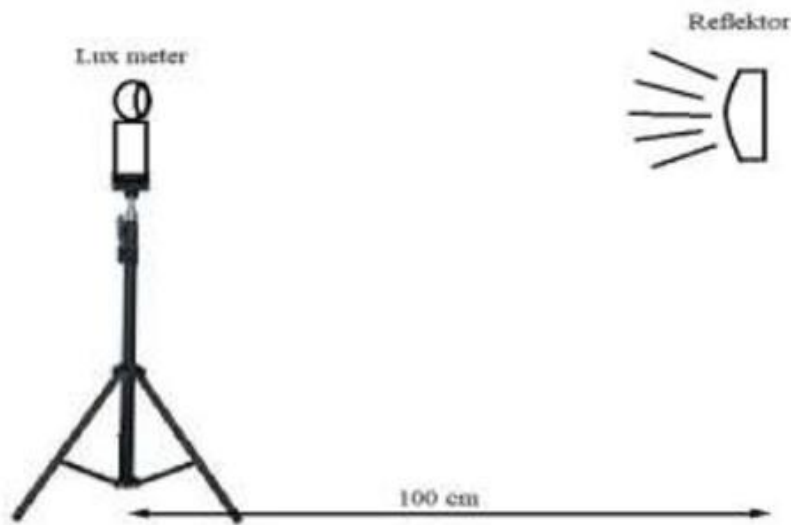
Gambar 1. Pengukuran arus pada lampu



Gambar 2. Pengukuran tegangan pada lampu

Proses pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan alat Lux meter dengan jarak

100 cm dari reflektor, seperti pada gambar berikut :



Gambar 3. Pengukuran intensitas cahaya lampu

Pengukuran kinerja rangkaian listrik dengan multi meter dan lux meter akan menghasilkan tiga data pokok yaitu arus listrik(A), tegangan listrik (V) dan intensitas cahaya lampu (Lux). Kemudian akan dianalisis dengan menggunakan hukum ohm pada persamaan $V = I \times R$ dan menentukan besar daya listrik menggunakan persamaan $P = I \times V$ sehingga diperoleh nilai hambatan dan daya listrik. Data penelitian yang

telah dihasilkan pada penelitian ini kemudian diolah dengan teknik analisis deskriptif. Teknik analisis deskriptif menampilkan data dalam grafik atau diagram, lalu kesimpulan dibuat menurut grafik atau diagram data yang telah di tampilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian kinerja lampu kepala ini menggunakan jenis lampu halogen dan LED

dengan menggunakan model kontrol positif dan kontrol negatif. Hasil pengujian arus dan tegangan pada lampu ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Arus total dan tegangan rata-rata rangkaian kontrol negatif

No.	Lampu Kepala	Total Arus (Ampere)				Total Arus (Ampere)			
		Dekat		Jauh		Dekat		Jauh	
		Halogen	LED	Halogen	LED	Halogen	LED	Halogen	LED
1.	Kiri	3,75	0,63	3,78	0,64	8,5	10,7	8,59	10,7
2.	Kanan	3,64	0,74	3,79	0,74	8,68	10,7	8,86	10,8
	Jumlah	7,39	1,37	7,57	1,38	8,59	10,7	8,725	10,75

Tabel di atas merupakan hasil pengujian arus dan tegangan lampu Halogen dan LED dengan kontrol negatif. Rata-rata tegangan baterai pada proses pengujian yaitu 12,135 V.

Pada data tersebut besar arus pada lampu Halogen lebih besar 439% dibanding dengan arus pada lampu LED. Tegangan pada lampu LED lebih besar 24% dibanding tegangan pada lampu Halogen.

Tabel 2. Arus total dan tegangan rata-rata rangkaian kontrol positif

No.	Lampu Kepala	Total Arus (Ampere)				Total Arus (Ampere)			
		Dekat		Jauh		Dekat		Jauh	
		Halogen	LED	Halogen	LED	Halogen	LED	Halogen	LED
1.	Kiri	3,65	0,61	3,72	0,62	8,7	10,63	9,97	10,7
2.	Kanan	3,75	0,67	3,88	0,72	8,91	10,73	9,18	10,73
	Jumlah	7,4	1,28	7,6	1,34	8,805	10,68	9,075	10,72

Tabel 2 merupakan hasil pengujian arus dan tegangan lampu Halogen dan LED dengan kontrol positif. Rata-rata tegangan baterai pada proses pengujian yaitu 11,965 V. Hasil

pengujian menunjukkan bahwa arus pada lampu Halogen lebih besar 467% dibanding dengan arus pada lampu LED. Tegangan pada lampu LED lebih besar 18,1% dibanding tegangan pada lampu Halogen.

Tabel 3. Arus total dan tegangan rata-rata pada lampu

No.	Rangkaian	Total Arus (Ampere)				Total Arus (Ampere)			
		Lampu Dekat		Lampu Jauh		Lampu Dekat		Lampu Jauh	
		Halogen	LED	Halogen	LED	Halogen	LED	Halogen	LED
1.	Kontrol Negatif	7,39	1,37	7,57	1,38	8,59	10,72	8,73	10,74
2.	Kontrol Negatif	7,40	1,28	7,60	1,34	8,81	10,68	9,08	10,72

Tabel 3 menunjukkan arus total dan tegangan rata-rata pada lampu. Total arus pada lampu halogen lebih besar 456 % dibanding pada arus

pada lampu LED, sedangkan tegangan rata-rata pada lampu LED 22% dibanding tegangan rata-rata pada lampu Halogen.

Tabel 4. Arus total dan tegangan rata-rata pada lampu

No.	Rangkaian	Kuat Cahaya (Lux)				Tegangan Baterai (V)
		Lampu Dekat		Lampu Jauh		
		Halogen	LED	Halogen	LED	
1.	Kontrol Negatif	1109,00	5213,33	2005,00	5579,33	12,13
2.	Kontrol Negatif	1123,67	4926,33	2310,33	5487,67	11,96

Tabel 4 merupakan hasil pengujian intensitas cahaya pada lampu LED dan Halogen dengan menggunakan model kontrol negatif dan positif. Pada data tersebut dapat disimpulkan lampu Halogen dengan kontrol positif menghasilkan cahaya yang lebih kuat dibanding dengan kontrol negatif, sedangkan pada Lampu LED

dengan kontrol negatif menghasilkan cahaya yang lebih kuat dibanding dengan kontrol positif. Penelitian ini dilakukan dengan variasi lampu LED dan Halogen dengan model kontrol negatif dan positif. Hasil daya listrik pada lampu kepala Halogen dan LED ditunjukkan pada tabel berikut :

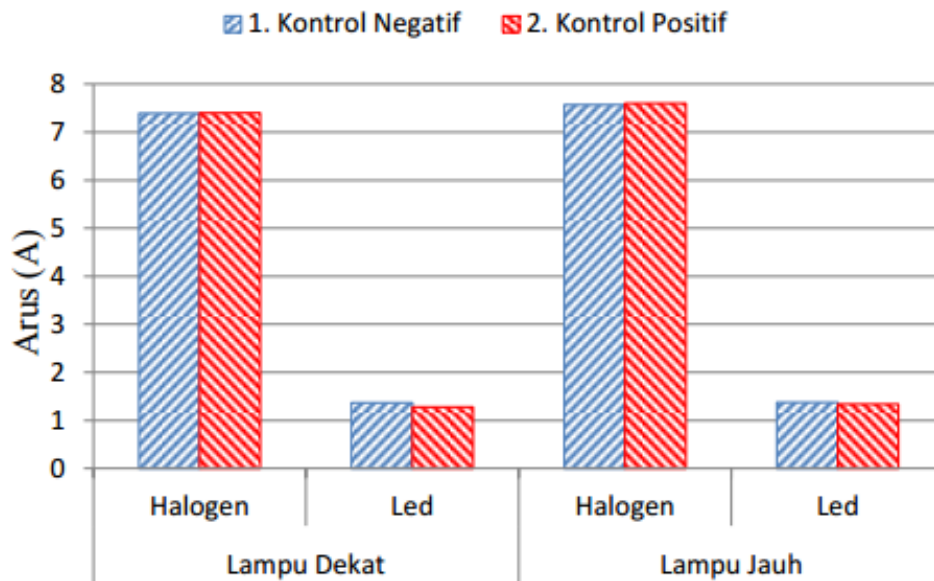
Tabel 5. Arus total dan tegangan rata-rata pada lampu

No.	Rangkaian	Daya Listrik (W)			
		Lampu Dekat		Lampu Jauh	
		Halogen	LED	Halogen	LED
1.	Kontrol Negatif	63,49	14,64	66,04	14,82
2.	Kontrol Negatif	65,16	13,68	68,40	14,38

Tabel 5. merupakan data daya listrik pada lampu. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa daya listrik pada lampu Halogen lebih besar 353% dibanding daya listrik pada lampu LED.

Pembahasan

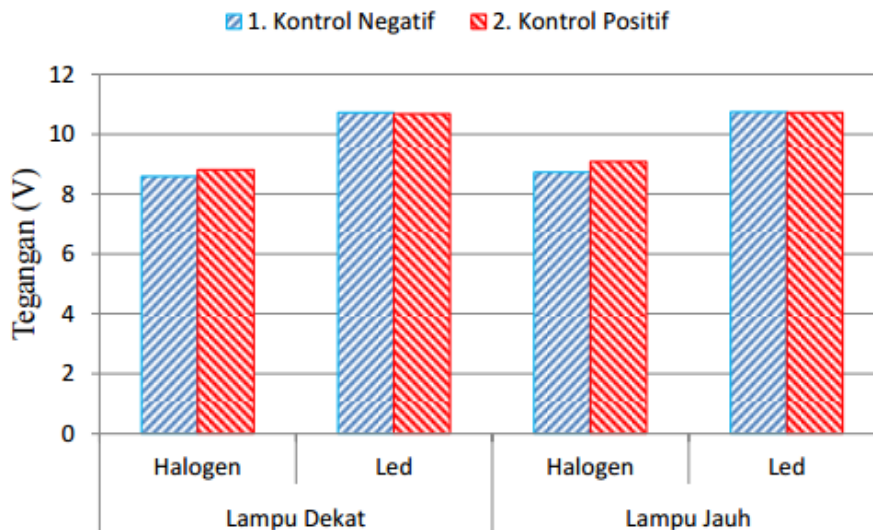
Dari penelitian yang telah dilakukan dihasilkan data arus listrik dan tegangan listrik pada lampu Halogen dan LED dengan model rangkaian kontrol arus dan kontrol massa sebagai berikut.



Gambar 4. Arus yang mengalir pada lampu

Gambar di atas merupakan hasil pengujian arus dan tegangan pada lampu Halogen dan LED. Rata – rata arus listrik pada rangkaian kontrol positif lampu halogen lebih besar 0,2 % dibanding pada halogen model kontrol negatif. Pada lampu LED rata –rata arus pada rangkaian

kontrol negatif lebih besar 4,5% dibanding pada model kontrol positif. Pada model kontrol negatif arus rata – rata lampu Halogen lebih besar 444% dibanding pada lampu LED, sedangkan pada kontrol negatif arus rata – rata lampu halogen lebih besar 472% dibanding pada lampu LED.

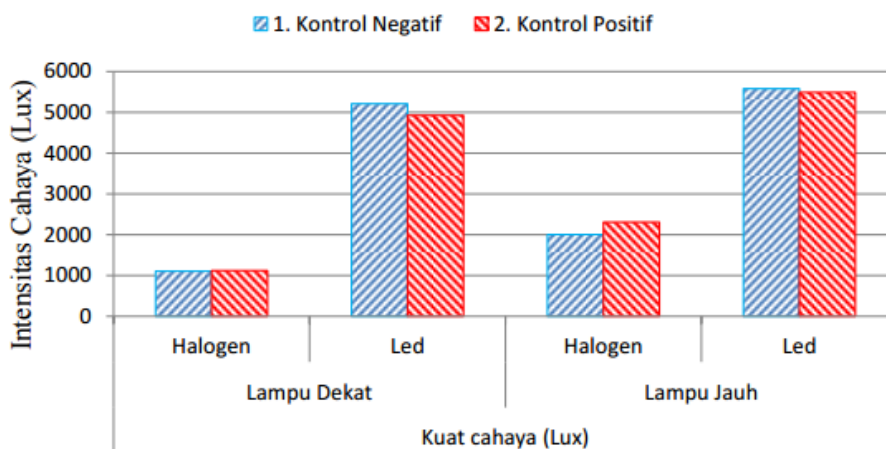


Gambar 5. Tegangan yang mengalir pada lampu

Tegangan rata – rata pada rangkaian kontrol positif lampu halogen lebih besar 3,29% dibanding pada halogen dengan kontrol negatif. Pada lampu LED tegangan rata – rata pada rangkaian kontrol negatif lebih besar 0,28% dibanding pada model kontrol positif. Pada

model kontrol negatif tegangan rata – rata lampu LED lebih besar 23,9% dibanding pada lampu Halogen, sedangkan pada kontrol negatif tegangan rata – rata lampu LED lebih besar 19,6% dibanding pada lampu Halogen. Besar arus listrik pada lampu LED lebih kecil

dibanding dengan lampu Halogen, hal ini karena lampu LED memiliki efisiensi daya yang lebih besar (Setiyawan dan Indrawati. 2021:84-89).



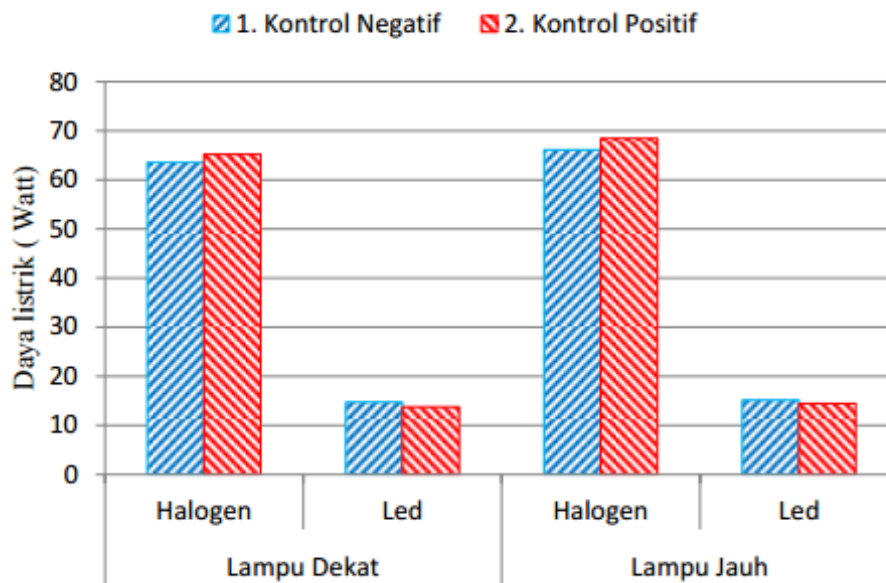
Gambar 6. Hasil pengujian intensitas cahaya pada lampu

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian intensitas cahaya pada lampu Halogen dan LED dengan mode jarak jauh dan dekat menggunakan model rangkaian kontrol positif dan model rangkaian kontrol negatif. Intensitas cahaya yang dihasilkan pada lampu Halogen mode jarak jauh menggunakan model rangkaian kontrol positif 15,22% lebih besar dari lampu Halogen dengan mode jarak jauh menggunakan model rangkaian kontrol negatif. Hasil pengujian Intensitas cahaya yang dihasilkan pada lampu Halogen mode jarak dekat menggunakan model rangkaian kontrol positif lebih besar 1,3 % dibanding lampu Halogen dengan mode jarak dekat menggunakan model rangkaian kontrol negatif.

Intensitas cahaya yang dihasilkan pada lampu LED mode jarak jauh menggunakan model rangkaian kontrol negatif lebih besar 1,67% dibanding lampu LED dengan mode jarak jauh

menggunakan model rangkaian kontrol positif. Pada lampu LED mode jarak dekat menggunakan model rangkaian kontrol negatif yaitu lebih besar 5,8% dibanding lampu LED dengan mode jarak dekat menggunakan model rangkaian kontrol. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lampu kepala LED dengan model kontrol negatif menghasilkan intensitas cahaya yang lebih besar dibandingkan dengan intensitas cahaya yang dihasilkan lampu LED menggunakan model kontrol positif.

Pada model kontrol negatif lampu LED memiliki intensitas cahaya lebih besar 370% pada mode jarak dekat, dan 162% pada mode jarak jauh dibanding lampu Halogen. Pada model kontrol positif lampu LED memiliki intensitas cahaya lebih besar 338% pada mode jarak dekat, dan 137% pada mode jarak jauh dibanding lampu Halogen.



Gambar 7. Daya listrik pada lampu

Gambar 7. menampilkan data hasil penelitian yang telah dilakukan pada lampu halogen dan LED dengan model rangkaian kontrol arus dan kontrol massa. Daya listrik pada lampu Halogen dengan mode jarak dekat menggunakan kontrol positif lebih besar 2,6% dibanding lampu Halogen dengan model kontrol negatif. Hasil pengujian daya listrik pada lampu halogen dengan mode jarak jauh dengan model kontrol positif lebih besar 3,57% dibanding lampu Halogen dengan model kontrol negatif.

Daya listrik pada lampu LED dengan mode jarak dekat menggunakan kontrol negatif lebih besar 7,1% dibanding lampu LED dengan model kontrol positif. Hasil pengujian daya listrik pada lampu LED dengan mode jarak jauh dengan model kontrol negatif lebih besar 4,9% dibanding lampu LED dengan model kontrol positif. Pada model kontrol negatif lampu Halogen memiliki daya lebih besar 332% pada mode jarak dekat, dan 338% pada mode jarak jauh dibanding lampu LED. Pada model kontrol positif lampu Halogen memiliki daya lebih besar 308% pada mode jarak dekat, dan 379% pada mode jarak jauh dibanding lampu LED.

Daya listrik yang digunakan pada lampu kepala LED lebih kecil dibanding dengan penggunaan daya pada lampu Halogen. Menurut Rammonah dan RameshKumar (2017 : 1-6) Lampu kepala LED menghasilkan penghematan

daya yang besar, hal ini akan meningkatkan penghematan bahan bakar dan sedikit menurunkan emisi. Kontras cahaya yang dihasilkan pada LED memiliki nilai terendah, lampu LED memiliki cahaya dengan panjang gelombang lebih pendek dan fluks cahaya tertinggi, tetapi tepi transisi sangat tajam antara cahaya dan area tidak menyala (Molt et al.2021:7). Pencerahan area operasi yang lebih kecil akan menyebabkan minimnya silau dari pengemudi kendaraan yang melaju. Umur pakai menjadi kelebihan pada lampu LED dibanding dengan lampu Halogen. Rata-rata umur pakai lampu Halogen yaitu 4.000 jam (Mursidi et al. 2012:105), sedangkan lampu LED memiliki umur pakai rata-rata selama 20.000 jam (Palaloi. 2015:22).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah pada model kontrol negatif arus rata – rata lampu Halogen lebih besar 444% dibanding pada lampu LED, sedangkan pada kontrol negatif arus rata – rata lampu halogen lebih besar 472% dibanding pada lampu LED. Pada model kontrol negatif tegangan rata – rata lampu LED lebih besar 23,9% dibanding pada lampu Halogen, sedangkan pada kontrol negatif tegangan rata – rata lampu LED lebih besar 19,6% dibanding pada lampu Halogen.

Rangkaian lampu kepala menggunakan lampu Halogen dengan model kontrol positif menghasilkan intensitas cahaya lebih besar 15,22% pada lampu jauh dan 1,3 % pada lampu dekat, dibanding lampu Halogen dengan model kontrol negatif ux. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada rangkaian lampu kepala menggunakan lampu LED dengan model kontrol negatif menghasilkan intensitas cahaya lebih besar 1,67% pada lampu jauh dan 5,8% pada lampu dekat, dibanding lampu LED dengan model kontrol positif.

Daya listrik pada rangkaian lampu kepala menggunakan lampu Halogen dengan model kontrol positif menggunakan daya listrik lebih besar 3,57% pada lampu jauh dan 2,6% pada lampu dekat dibanding lampu Halogen dengan model kontrol negatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya listrik pada rangkaian lampu kepala menggunakan lampu LED dengan model kontrol negatif menggunakan daya listrik lebih besar yaitu 4,9% pada lampu jauh dan 7,1% pada lampu dekat dibanding lampu LED dengan model kontrol positif. Pada model kontrol negatif lampu Halogen memiliki daya lebih besar 332% pada mode jarak dekat, dan 338% pada mode jarak jauh dibanding lampu LED. Pada model kontrol positif lampu Halogen memiliki daya lebih besar 308% pada mode jarak dekat, dan 379% pada mode jarak jauh dibanding lampu LED.

REFERENSI

- Agam, B. B., dan Prihandono, T. 2015. Pengaruh Jenis dan Bentuk Lampu Terhadap Intensitas Cahaya dan Energi Buangan Melalui Perhitungan Nilai Efikasi Luminus. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 3(4): 384-388.
- Apriyanto. N. 2015. *Teknik Dasar Kelistrikan pada Mobil*. Yogyakarta: Javalitera.
- Atmadja, M. D., Soelistiant, F. A., dan Kristiana, H. M. 2016. Analisis Perbandingan Susunan Rangkaian pada Lampu LED untuk Penerangan. *SENTIA* 2016, 8(2): 61-67. Ayan, O., & Turkey, B. E. 2017. Comparison of lighting technologies in residential area for energy conservation. In 2017 2nd International Conference Sustainable and Renewable Energy Engineering (ICSREE) : 116-120
- Daszczyński, T., Pochanke, Z., dan Kolimas, L. 2020. Uncertainty of the Characteristics of Electrical Devices Based on the Measurements of the Time-current Characteristics of MV Fuses. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical Sciences*, 68(4) : 751 – 757.
- Isnaini, V. A., Wirman, R. P., dan Wardhana, I. 2015. Karakteristik dan Efisiensi Lampu Light Emitting Dioda (LED) sebagai Lampu Hemat Energi. *Pros. Semin. Nas. MIPA dan Pendidik. MIPA*, 1: 135-142.
- Jama, J., dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor*. Jilid 1. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Matvoz, D., dan Maksić, M. 2012. Comparison of LED and CFL lamps and their impact on electric power network. In 2012 IEEE 15th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 320-327.
- Motl, J., Bradáč, A., Suchomel, F., dan Bucsuházy, K. 2021. The comparison of vehicle headlamps. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1203(3): 1-7.
- Motor, T. A. 1995. *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: Toyota Astra Training Center.
- Mursidi, R. M., Wahyudi, W., dan Kuncooro, E. A. (2012). Pengerangan CHIP Lenjeran Menggunakan Pemanas Lampu Halogen dan Lampu Pijar. *Jurnal Teknik Pertanian Sriwijaya*, 1(2): 104-110.
- Palaloi, S., Nafis, S., dan Emo, S. 2015. Kajian Tingkat Efikasi Lampu LED Swabalast Untuk Intensitas Cahaya Umum, The Study Of The Efficacy Level Of Swabalast LED Light For General Lighting. *Ketenaga listrikan dan Energi Terbarukan*, 14(1): 1-14.
- Ramdhan, M. 2021. *Metode penelitian*. Edisi pertama. Cetakan pertama. Surabaya: Cipta Media Nusantara.
- Rammohan, A., dan Ramesh Kumar, C. 2017. Investigation on light intensity and temperature distribution of Automotive's

- Halogen and LED headlight. International conference on Microelectronic Devices, Circuits and Systems (ICMDCS). 1-6
- Setiyawan, T., dan Indrawati, R. T. 2021. Analisa Konsumsi Daya Sistem Penerangan Mobil Gentayu UNDIP pada Saat Hujan dan Tidak Hujan untuk Mendapatkan Jenis Lampu yang Memiliki Efisiensi Daya. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(1): 84-89.
- Singh, R., Mochizuki, M., Yamada, T., dan Nguyen, T. 2020. Cooling of LED headlamp in automotive by heat pipes. *Applied Thermal Engineering*, 166:1-7.
- Usman, M. K., dan Akhmadi, A. N. 2021. Analisis Daya Mobil Listrik Terhadap Intensitas Cahaya. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1) : 32-36.